

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**Μελέτη της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του χυμού
πορτοκαλιών καλλιεργούμενων στον Νομό Αργολίδας**



Κολιγιάτης Ευάγγελος (ΑΜ: 15400)

Επιβλέπων Καθηγητής: Χαράλαμπος Καριπίδης

Ιανουάριος 2020

Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	4
2. Ιστορική αναδρομή	5
3. Τα εσπεριδοειδή.....	6
4. Τα πορτοκάλια	8
5. Πολυεμβρονία – εμβολιασμός	10
6. Εγκατάσταση οπωρώνα.....	12
7. Κλάδεμα	13
8. Νεανικότητα – καρποφορία – συγκομιδή	16
9. Ανάγκες εσπεριδοειδών σε ανόργανα Μακροθρεπτικά – μικροθρεπτικά στοιχεία.....	18
10. Φυλλοδιαγνωστική	27
11. Αποτελέσματα και συζήτηση	41
12. Βιβλιογραφία.....	46

Περίληψη

Το πορτοκάλι είναι το πιο δημοφιλές από τα εσπεριδοειδή αλλά και από τα φρούτα γενικότερα. Έχει μεγάλη αξία στην ανθρώπινη διατροφή, κυρίως ως πηγή βιταμίνης C, ουσίας με μεγάλη αντιοξειδωτική ικανότητα. Στον νομό Αργολίδας η καλλιέργεια της πορτοκαλιάς αποτελεί μια από τις σημαντικότερες γεωργικές δραστηριότητες. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά, ως ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, σε χυμό τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιών που καλλιεργούνται στην περιοχή της Αργολίδας (Σαλουσιάνα, Μέρλιν, Ναβαλίνα και Σανγκουίνι), με σκοπό να αξιολογηθεί αν μεταξύ των ποικιλιών υπάρχει σημαντική διαφορά στην περιεκτικότητα του χυμού των καρπών τους σε αντιοξειδωτικά συστατικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν τα δένδρα καλλιεργούνται κάτω από τις ίδιες εδαφοκλιματικές συνθήκες και δέχονται τις ίδιες καλλιεργητικές επεμβάσεις (λίπανση, άρδευση), δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των συστατικών του χυμού τους.

Study of total antioxidant capacity in oranges cultivated in Argolida region

Abstract

Orange is one of the most popular fruits. It has great value in human nutrition, mainly as a source of Vitamin C, substance with high antioxidant capacity. The cultivation of orange is one of the most important agricultural activities in the prefecture of Argolida. In the present study the total antioxidant capacity of the juice of four varieties of oranges grown in the Argolida region (Salustiana, Merlin, Navalina and Shanguin) was studied, in order to evaluate if there is a difference in the antioxidant content of the fruits. The results showed that when the trees were cultivated under the same soil conditions and received the same crop treatments (fertilization, irrigation), no significant differences were observed in the total antioxidant capacity of their juice components.

1. Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη ομάδας με επικεφαλής τον κ. Χαράλαμπο Καριπίδη, Καθηγητή, τον κ. Γιάννη Τσιρογιάννη και τον κ. Γιώργο Πατακιούτα.

Εξετάζεται διεξοδικά η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών και πιο συγκεκριμένα της πορτοκαλιάς στην περιοχή της Αργολίδας.

Μετά από μια σύντομη ιστορική αναδρομή, έμφαση δίνεται σε ευρύ φάσμα γνώσεων, που αφορούν τόσο στην περιγραφή του πορτοκαλιού όσο και στην καλλιέργεια και την τυποποίηση του τελικού προϊόντος. Κάθε ενότητα υποδιαιρείται σε μικρότερες ενότητες.

Από τη θέση αυτή επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην ομάδα των Καθηγητών μου, για την πλήρη στήριξη και σοφή καθοδήγηση. Με προφύλαξαν από πολλές κακοτοπιές και ευελπιστώ πως το τελικό αποτέλεσμα δικαιώνει τις προσδοκίες τους.

Δεν βρίσκω λόγια να εκφράσω την ευγνωμοσύνη και την αγάπη μου στην οικογένειά μου, η οποία σε μια πολύ δύσκολη συγκυρία, με στήριξε υλικά και ηθικά. Τους αφιερώνω το πόνημά μου!

2. Ιστορική αναδρομή

Η πορτοκαλιά κατάγεται από τις περιοχές της βορειοανατολικής Ινδίας και της γειτονικής περιοχής της Κίνας που περιβάλλουν τον νότιο ορεινό όγκο των Ιμαλαΐων. Αν και ήταν γνωστή κατά την αρχαιότητα, η διάδοση και η καλλιέργειά της άρχισαν στην Αφρική κατά τον 10ο αιώνα μ.Χ. από τους Άραβες και από εκεί επεκτάθηκε λίγο πριν το 1500 σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου από του Γενουάτες και τους Πορτογάλους, από τους οποίους πήρε εντέλει και την ονομασία της. Στον Νέο Κόσμο, συγκεκριμένα στην Αιτή μεταφέρθηκε το 1493 από τον Χριστόφορο Κολόμβο, ενώ στις ΗΠΑ μετά το 1500 από Ισπανούς ιεραπόστολους.

3. Τα εσπεριδοειδή

Τα εσπεριδοειδή είναι καρποί παγκοσμίου ενδιαφέροντος, διότι καλλιεργούνται σε περισσότερες από 100 χώρες, στην τροπική ή ημιτροπική ζώνη, μεταξύ των περιοχών με γεωγραφικό πλάτος 20 έως 40 του Βορείου και Νοτίου ημισφαιρίου.

Για την Ελλάδα τα εσπεριδοειδή είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας καλλιέργεια. Αποτελούν την κύρια καλλιέργεια πολλών περιοχών της χώρας και, μετά την ελιά, η παραγωγή εσπεριδοειδών είναι η μεγαλύτερη ανά έτος. Τα πορτοκάλια κατέχουν την πρώτη θέση με ετήσια (για το 2012) παραγωγή της τάξης των 800000 τόνων και ακολουθούν τα μανταρινιά με 105000, τα λεμόνια με 60000 και το γκρέιπφρουτ με 6000 τόνους¹.

Η βασικότερη γεωργική δραστηριότητα της Αργολίδας είναι η καλλιέργεια εσπεριδοειδών, ιδιαίτερα πορτοκαλιών και μανταρινιών. Η παραγωγή έφτασε τους 241.160 τόνους, την περίοδο 1983-1987. Οι εξαγωγές εσπεριδοειδών του νομού αντιπροσωπεύουν το 50% των εξαγωγών της χώρας για το είδος αυτό. Η Αργολίδα είναι η 1η παραγωγός περιοχή εσπεριδοειδών της χώρας με το 31% της συνολικής παραγωγής το 2002 (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2003). Η συνολική ποσότητα στον Νομό για το 2019 είναι 90,000 πορτοκάλια 16,000 μανταρινιά 1,400 λεμόνια. Υπό φυσιολογικές συνθήκες ο Νομός Αργολίδας παράγει 350,000 τόνους πορτοκάλια.

Τα εσπεριδοειδή αναπτύσσονται πολύ καλά σε γόνιμα και ελαφρά έως αμμώδη εδάφη αρκεί να αρδεύονται και να λιπαίνονται επαρκώς. Δεν ανέχονται τον κακό αερισμό και την υψηλή υπόγεια στάθμη νερού. Απαιτούν κλίμα υγρό και θερμό, με ήπιο χειμώνα, κατά τη διάρκεια του οποίου η θερμοκρασία δεν πρέπει να πέφτει κάτω από 0 C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται σοβαρές ζημιές, ακόμα και νεκρώσεις δέντρων².

Το πορτοκάλι είναι το πλέον διαδεδομένο φρούτο και έχει πολλές χρήσεις. Καταναλίσκεται ως νωπός καρπός, διότι είναι πολύ εύγεστος, χυμώδης, αρωματώδης, δροσερός και πλούσιος σε βιταμίνη C. Επιπλέον, πολύ μεγάλες ποσότητες πορτοκαλιών χρησιμοποιούνται για την παρασκευή χυμού, είτε για άμεση χρήση είτε για χυμοποίηση σε βιομηχανική κλίμακα (παρασκευή πυκνού κατεψυγμένου χυμού, φυσικού χυμού που πρέπει να συντηρείται σε ψυγείο, πορτοκαλάδας παστεριωμένης, που πρέπει να συντηρείται σε θερμοκρασία δωματίου χωρίς ψύξη). Τέλος, μεγάλες

¹ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016. Για παλαιότερα στοιχεία, βλ. ενδεικτικά Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

² Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

ποσότητες χρησιμοποιούνται για παρασκευή μαρμελάδας, ζελέδων, ζαχαρόπηκτων και άλλων προϊόντων. Ποικίλες χρήσεις βρίσκουν και τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας³.

Τα εσπεριδοειδή ή ξινόδεντρα ανήκουν στην οικογένεια Rutaceae και στην υποοικογένεια των Aurantioideae ή Hesperideae⁴. Τα είδη των εσπεριδοειδών που καλλιεργούνται στη χώρα μας μπορούν να καταταγούν σε ομάδες, εκ των οποίων η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*), ανήκει στα είδη με χρώμα καρπού πορτοκαλί και με φλοιό που αποχωρίζεται από τη σάρκα. Τα εσπεριδοειδή αποτελούν θάμνους ή δέντρα, φθάνουν σε ύψος 5-15 μ., με αγκαθωτούς βλαστούς και φύλλα κατ'εναλλαγή, κυρίως είναι αείφυλλα. Το άνθος των εσπεριδοειδών είναι υπόγυνο, φέρει 20-40 στήμονες, 5 σέπαλα και 5 πέταλα λευκά (η πορτοκαλιά) ή λευκοιώδη (η λεμονιά). Ο καρπός διακρίνεται από το χαρακτηριστικό χρώμα και άρωμά του⁵. Ο καρπός είναι εσπερίδιο, είδος ράγας, με σχήμα στρογγυλό-επίμηκες. Φέρει φλοιό που αποτελείται από δερματώδες έγχρωμο (*flavedo*) και λευκό εσωτερικό στρώμα σαν βαμβάκι από κυτταρίνη (*albedo*, εξωκάρπιο) που περιβάλλει τα καρπόφυλλα, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από το είδος. Στο εσωτερικό των καρποφύλλων βρίσκονται οι χυμοφόροι ασκοί και τα σπέρματα. Η πορτοκαλιά είναι δέντρο, ύψους 7,5-12 μέτρων με κόμη συμπαγή και κωνική⁶. Τα άνθη εμφανίζονται στις μασχάλες των φύλλων των βλαστών του τελευταίου κύματος βλάστησης. Τα άνθη είτε είναι μονήρη είτε πολλά μαζί σε ταξιανθίες, πάνω σε βραχείς βλαστούς. Ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών που θα σχηματιστούν και κατά συνέπεια η ανθοφορία, επηρεάζεται από παράγοντες που επιδρούν πολύ πριν τη διαφοροποίησή των⁷.

³ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

⁴ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

⁵ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

⁶ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

⁷ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

4. Τα πορτοκάλια

Τα πορτοκάλια διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Κοινά (Valencia, Jaffa, κ.ά.)
2. Ομφαλοφόρα (Merlin, Navelina, Thompson)
3. Αιματόσαρκα ή Σαγκουίνια (Doble Fina, Enterfina, Sanguinelli)
4. Γλυκόχυμα (Lima, Succari, Vaniglia).

Οι ελληνικές ποικιλίες είναι κιτρινόσαρκες και είναι γνωστές με διάφορες τοπικές ονομασίες. Κοινό χαρακτηριστικό είναι ότι οι καρποί έχουν πολλά σπέρματα, είναι πιο όξινοι από τα ομφαλοφόρα και θεωρούνται ακατάλληλες για νωπή κατανάλωση. Αποτελούν, ωστόσο, πρώτη ύλη για τις βιομηχανίες χυμοποίησης⁸.

Η ποικιλία Merlin βρέθηκε στη Βραζιλία και προήλθε από οφθαλμική μετάλλαξη ντόπιας ποικιλίας. Από τη Βραζιλία μεταφέρθηκε στις ΗΠΑ. Οι καρποί της ωριμάζουν 7-11 μήνες μετά την άνθηση, ανάλογα με τις επικρατούσες θερμοκρασίες. Η ωρίμανση αρχίζει περί τα μέσα Νοεμβρίου και οι καρποί διατηρούν την καλή τους ποιότητα ως τα τέλη Ιανουαρίου. Πρόκειται για μια πολύ αξιόλογη ποικιλία, με συχνές οφθαλμικές μεταλλάξεις. Ο καρπός αναπτύσσεται παρθενοκαρπικά ή περιέχει πολύ λίγα σπέρματα. Καλλιεργείται σε πολύ μεγάλη έκταση στην Ελλάδα και αποτελεί περί το 65% της παραγωγής. Βασικό μειονέκτημα αποτελεί η αδυναμία του καρπού να χυμοποιηθεί εξαιτίας της λιμονίνης, ιδιαίτερα αν η συγκομιδή γίνεται νωρίς.

Η ποικιλία Navelina διαδόθηκε τα τελευταία 50 χρόνια, μολονότι είναι γνωστή από το 1910. Ο καρπός αποκτά τα αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά από τα μέσα Οκτωβρίου. Είναι μικρότερος και περισσότερο ωοειδής από τον Merlin. Φυτεύεται σε σημαντική έκταση στην Ισπανία.

Ισπανική ποικιλία είναι η Salustianan, κατάλληλη για χυμοποίηση αλλά και για νωπή κατανάλωση. Είναι πολύ παραγωγική, με καρπό μέσου-μεγάλου μεγέθους, σχεδόν άσπερμο, γλυκό, πλούσιο σε άρωμα και γεύση. Ωριμάζει από τον Δεκέμβριο, αποκτά όμως εξαιρετική ποιότητα στα τέλη Ιανουαρίου.

Περνώντας στις αιματόσαρκες ποικιλίες ή σαγκουίνια, χρειάζεται να αναφέρουμε πως η παρουσία ερυθράς ή ρόδινης χρωστικής στη σάρκα και τον χυμό τους είναι το βασικό χαρακτηριστικό. Οφείλεται στην παρουσία ανθοκυανών. Καλλιεργούνται στις

⁸ Μ. Βασιλακάκης – Ι. Θεριός, 2006

παραμεσόγειες χώρες (Ιταλία, Ισπανία, Αλγερία, Τυνησία, Μαρόκο) και σε μικρότερη έκταση και στην Ελλάδα⁹.

Τα πορτοκάλια που παράγονται σε σχετικά ψυχρό κλίμα είναι περισσότερο όξινα και με υψηλότερη περιεκτικότητα στερεών διαλυτών από ό,τι εκείνα που προέρχονται από θερμότερες περιοχές. Χαμηλές θερμοκρασίες απαιτούνται για την ανάπτυξη ωραίου χρώματος του φλοιού. Αποκτούν καλύτερη γεύση και ποιότητα όταν αναπτύσσονται σε περιοχές με μέση θερμοκρασία σημαντικά ανώτερη των 17 C. Όταν η μέση θερμοκρασία βρίσκεται κάτω από τους 18,5 C καθ' όλο το διάστημα που οι καρποί βρίσκονται πάνω στο δέντρο, τότε μετά δυσκολίας αποκτούν αυτοί ικανοποιητικό μέγεθος.

Τα πορτοκάλια, όπως γενικά τα εσπεριδοειδή, είναι είδη τροπικής προέλευσης. Κατά συνέπεια, κάτω από τις τυπικά ζεστές και υγρές συνθήκες οι καρποί παραμένουν πράσινοι και έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε χυμό και σάκχαρα. Στην πράξη, οι περισσότερες περιοχές που παράγουν εσπεριδοειδή σε εμπορική κλίμακα χαρακτηρίζονται από εύκρατες συνθήκες, υψηλό υψόμετρο ή ξηρασία.

ΞΗΡΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΥΓΡΕΣ ΤΡΟΠΙΚΕΣ
Δροσερές νύκτες	Ζεστές νύκτες
Λίγες βροχοπτώσεις	Πολλές βροχοπτώσεις
Χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, πολλά οξέα, παχύς φλοιός, φτωχό χρώμα, μυκητολογικές ασθένειες.	Υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, πολύς χυμός, λεπτός φλοιός, ωραίο χρώμα, ελάχιστες μυκητιάσεις ¹⁰ .

⁹ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

¹⁰ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

5. Πολυεμβρονία – εμβολιασμός

Τα εσπεριδοειδή χαρακτηρίζονται από το φαινόμενο της πολυεμβρυονίας. Πολυεμβρυονία είναι η ύπαρξη δύο ή και περισσότερων εμβρύων/σπέρμα¹¹. Περισσότερα έμβρυα παράγονται είτε από κύτταρα της σπερμοβλάστης είτε με τον σχηματισμό δύο ή περισσότερων ζυγωτών. Καρποφορούν είτε στις κορυφές των βλαστών της περασμένης βλαστικής περιόδου ή πλάγια στους βλαστούς της τρέχουσας βλαστικής περιόδου. Η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών γίνεται περίπου έναν μήνα πριν την άνθιση¹². Τα σπορόφυτα που προκύπτουν από βλαστικά έμβρυα είναι γενετικώς πανομοιότυπα με τα μητρικά φυτά και αξιοποιούνται στην ανανέωση των ήδη υπάρχουσών ποικιλιών ή στη δημιουργία νέων κλώνων που παρουσιάζουν ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά.

Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο ή εγγενής χρησιμοποιείται πολύ λιγότερο στην δενδροκομία από ό,τι σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Στην δενδροκομία χρησιμοποιείται στην περίπτωση δημιουργίας μιας νέας ποικιλίας ή ενός νέου υποκειμένου ή για την παραγωγή σπορόφυτων πάνω στα οποία θα εμβολιαστούν αργότερα οι επιθυμητές ποικιλίες¹³.

Νέες ποικιλίες οπωροφόρων δημιουργούνται είτε με υβριδισμό, δηλαδή με δημιουργία με διασταυρώσεις μεταξύ δύο ή και περισσότερων ποικιλιών του ίδιου είδους ή και διαφορετικών ειδών είτε με οφθαλμικές μεταλλάξεις, δηλαδή με αλλαγή του γενετικού υλικού ποικιλίας με μετάλλαξη (φυσική ή τεχνητή) είτε με χίμαιρα, δηλαδή με τοπική μετάλλαξη στον φλοιό ή την επιδερμίδα. Επιδίωξη του βελτιωτή είναι να δημιουργηθεί μια νέα ποικιλία, η οποία θα έχει χαρακτηριστικά επιθυμητά και αυτά αφορούν στον καρπό, το δέντρο, την ανάπτυξη κ.ά.

Τα περισσότερα από τα οπωροφόρα δέντρα πολλαπλασιάζονται με εμβολιασμό της επιθυμητής ποικιλίας πάνω σε υποκείμενο, που επιλέγεται ανάλογα με την περίπτωση. Επειδή τα σπορόφυτα είναι πολύ ζωνηρά και τα εμβολιασμένα σε υποκείμενο σπορόφυτο εξελίσσονται σε πολύ μεγάλα δέντρα, αργούν να μπουν στην καρποφορία. Από την άλλη, ζουν πολλά έτη και αντέχουν σε αντίξοες εδαφικές συνθήκες.

Ο αγενής πολλαπλασιασμός ορίζεται ως η δημιουργία ριζών ή και οφθαλμών από όργανα ή ιστούς του φυτού. Οι παραφυάδες είναι βλαστοί που προέρχονται από

¹¹ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

¹² Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

¹³ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016..

επίκτητους οφθαλμούς της ρίζας. Οι οφθαλμοί της ρίζας αναπτύσσονται σε βλαστούς, στη συνέχεια οι βλαστοί αναπτύσσουν ριζικό σύστημα και έτσι αποχωριζόμενοι από το μητρικό φυτό αποτελούν ένα ανεξάρτητο νέο φυτό.

Τα μοσχεύματα χρησιμοποιούνται για τον πολλαπλασιασμό υποκειμένων οπωροφόρων δέντρων, αυτόρριζων δέντρων και πολλών καλλωπιστικών ειδών. Διακρίνονται στα φυλλοφόρα ή μοσχεύματα μαλακού ξύλου και στα χειμερινά ή μοσχεύματα σκληρού ξύλου¹⁴.

Εμβολιασμός ονομάζεται η εργασία με την οποία επιδιώκεται η ανάπτυξη τμήματος φυτού επί των ριζών ή βλαστών ενός άλλου. Το νέο αποκτώμενο φυτό είναι διπλής προέλευσης, αποτελούμενο από το κατώτερο τμήμα ή υποκείμενο και το ανώτερο ή προστιθέμενο τμήμα, το εμβόλιο. Το πρώτο διαθέτει τη ρίζα και μέρος του κορμού, ενώ το δεύτερο διαθέτει την κόμη και μέρος του κορμού. Μεταξύ τους υπάρχει η ζώνη εμβολιασμού, στην ουσία μια επουλωθείσα πληγή, της οποίας η επούλωση επέρχεται από τη δράση του καμβίου, ενός λεπτού στρώματος κυττάρων που συνεχώς αναγεννάται. Μέθοδοι εμβολιασμού είναι οι ενοφθαλμισμοί και οι εγκεντρισμοί¹⁵.

Σκοποί του εμβολιασμού είναι η αξιοποίηση υποκειμένων με επιθυμητές ιδιότητες, ο εύκολος πολλαπλασιασμός ποικιλιών που πολλαπλασιάζονται δύσκολα με άλλες μεθόδους, η γρήγορη είσοδος στην καρποφορία νέων ποικιλιών σε ώριμα δέντρα του ίδιου είδους, η αντικατάσταση ποικιλίας και η αποκατάσταση ζημίας σε φλοιό βλαστού με γεφυρωτό εμβολιασμό.

¹⁴ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016

¹⁵ Πιο αναλυτικά, βλ. Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

6. Εγκατάσταση οπωρώνα

Η εγκατάσταση ενός οπωρώνα είναι μεγίστης σημασίας εργασία. Απαιτεί διάθεση κεφαλαίου, συχνά μεγάλου και είναι δυσχερείς οι τυχόν αλλαγές, ακριβώς εξαιτίας της μακράς ζωής του οπωρώνα. Κριτήρια για την εγκατάσταση ενός οπωρώνα είναι οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, το έδαφος, η διαθεσιμότητα νερού, το είδος του δέντρου και οι ποικιλίες του, το υποκείμενο και οι γνώσεις διαχείρισης του οπωρώνα¹⁶. Για εγκατάσταση οπωρώνα πρέπει να προτιμώνται περιοχές με μεσημβρινή έκθεση, με εδάφη που στραγγίζουν καλά και γειτνιάζουν με υδάτινους όγκους. Θα πρέπει να αποφεύγονται περιοχές που είναι θύλακες παγετών. Αλλιώς, χρειάζεται παγετοπροστασία, εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις¹⁷.

Η ανύψωση της θερμοκρασίας του οπωρώνα γίνεται με την κατακόρυφη ανάμιξη ψυχρού και θερμού αέρα. Είναι γνωστό πως κατά τη διάρκεια της νύκτας το έδαφος ακτινοβολεί ενέργεια και ψύχεται περισσότερο σε σχέση με τον υπερκείμενο αέρα. Για κάθε 15-20 μ. ανύψωση από το έδαφος, η θερμοκρασία ανεβαίνει κατά 1 °C σε σχέση με με την θερμοκρασία του εδάφους. Από ένα ορισμένο ύψος και μετά, η θερμοκρασία αρχίζει να πέφτει. Το επίπεδο εκείνο λέγεται *επίπεδο αναστροφής της θερμοκρασίας*. Όσο πιο χαμηλά είναι το σημείο αναστροφής της θερμοκρασίας τόσο αποτελεσματικότερη είναι η θέρμανση του οπωρώνα και η χρήση των ανεμομικτών. Οι ανεμομίκτες μπορούν να προσφέρουν θετικά αποτελέσματα, εφόσον τεθούν σε λειτουργία έγκαιρα, όταν επικρατεί νηνεμία και το επίπεδο αναστροφής είναι χαμηλά. Τα αποτελέσματα είναι σαφώς καλύτερα, εφόσον οι ανεμομίκτες συνδυάζονται με θερμάστρες.

Όταν τα δέντρα υποστούν παγετό, αναμένουμε την εκδήλωση των συμπτωμάτων. Εφόσον διαπιστωθεί κάποια ζημιά των βλαστών, επιβάλλεται να γίνει κλάδεμα σε υγιές τμήμα αυτού, οπότε το δέντρο παράγει νέους βλαστούς. Είναι προς όφελος των δέντρων να κλαδεύονται νωρίς την άνοιξη και όχι αργά το καλοκαίρι, για να αντεπεξέλθουν καλύτερα στις χαμηλές θερμοκρασίες. Πρέπει, επίσης να αποφεύγεται η λίπανση και η άρδευση των δέντρων αργά το καλοκαίρι, έτσι ώστε να σταματά η βλάστηση νωρίς και να εξασφαλίζεται η ωρίμανση του ξύλου¹⁸.

¹⁶ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

¹⁷ Ύπαρξη τοπικής μετεωρολογικής υπηρεσίας, πληροφόρηση των ενδιαφερόμενων παραγωγών, σύστημα αντιπαγετικής προστασίας. Πιο αναλυτικά, βλ. Μ. Βασιλακάκης – Ι. Θεριός, 2006.

¹⁸ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

7. Κλάδεμα

Το κλάδεμα καρποφορίας αποβλέπει στην κανονική καρποφορία των δέντρων επί σειρά ετών τόσο από άποψη ποιότητας όσο και ποσότητας των παραγόμενων καρπών. Ο φωτισμός της κόμης του δέντρου είναι απαραίτητη προϋπόθεση φωτοσύνθεσης και κατ' επέκταση δημιουργία ικανοποιητικής απόδοσης και καρπών καλής ποιότητας. Ο αερισμός της κόμης έχει βασική σημασία, διότι αποτρέπει την αύξηση της υγρασίας σε επίπεδα ευνοϊκά για την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών.

Το κλάδεμα μπορεί να είναι θερινό ή χειμερινό. Η πιο κατάλληλη εποχή είναι αυτή κατά την οποία τα δέντρα βρίσκονται σε λήθαργο(χωρίς φύλλα για τα φυλλοβόλα), χωρίς καρπό (εσπεριδοειδή) ή ταυτόχρονα με τη συγκομιδή (ελιά). Σε δέντρα νεαρής ηλικίας το κλάδεμα καρποφορίας είναι πολύ ελαφρύ, για να οδηγήσει το δέντρο σε καρποφορία. Συνίσταται μόνο σε απαλείψεις βλαστών¹⁹.

Τα εσπεριδοειδή παράγουν πολλούς βλαστούς και συνήθως το πρόβλημα είναι η σκίαση του εσωτερικού της κόμης των δέντρων. Όταν τα δέντρα καρποφορήσουν για αρκετά χρόνια, μπορεί να εφαρμόζεται μικτό κλάδεμα, δηλαδή να γίνονται απαλείψεις και ανανεώσεις βλαστών ταυτόχρονα²⁰.

Μεταξύ των ρυθμιστών αύξησης και ανάπτυξης των φυτών – εσωτερικοί ρυθμιστές – είναι οι αυξίνες, οι γιββερελλίνες, οι κυτοκινίνες, το αιθυλένιο και το αμπισικό οξύ. Όλες αυτές οι φυτοορμόνες είναι μικρά μόρια, τα οποία παράγονται στο φυτό και απαντούν σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Ρυθμίζουν φυτικές διεργασίες σε συγκεκριμένα κύτταρα-στόχους, τοπικά και μεταφερόμενες σε άλλες θέσεις, σε λειτουργικά τμήματα του φυτού. Επηρεάζουν το φύτεμα των σπόρων, τον σχηματισμό και το γένος των ανθέων, τη γήρανση των φύλλων, την αύξηση των ιστών και πλήθος άλλων δραστηριοτήτων. Δεν είναι υπερβολικό να ειπωθεί πως, αν δεν υπήρχαν αυτές, τα φυτά θα ήταν μια άμορφη μάζα από αδιαφοροποίητα κύτταρα.

Σε ό,τι αφορά στα εσπεριδοειδή, επειδή είναι αείφυλλα και καλλιεργούνται κυρίως σε ξηροθερμικές περιοχές, έχουν ανάγκη πολλών αρδεύσεων. Εξαιτίας της κεφαλαιώδους σημασίας του νερού τόσο για την επιβίωση όσο και για την ικανοποιητική απόδοση των δέντρων απαραίτητη εγκατάσταση ενός οπωρώνα είναι η εξεύρεση ύδατος, από τη στιγμή που οι βροχοπτώσεις δεν

¹⁹ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

²⁰ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

εξασφαλίζουν την απαραίτητη ποσότητα νερού²¹. Επομένως, πρέπει να εξασφαλιστεί μόνιμη και ικανοποιητική ποσότητα νερού καλής ποιότητας για άρδευση, πριν την εγκατάσταση του οπωρώνα²².

Οι αποστάσεις φύτευσης εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το είδος του εσπεριδοειδούς, το χρησιμοποιούμενο υποκείμενο και την ποικιλία. Γενικά στην πορτοκαλιά οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται από 5-7 μ. Η φύτευση γίνεται κατά τετράγωνα ή παραλληλόγραμμα, με αποστάσεις επί της γραμμής μικρότερες σε σχέση μεταξύ των γραμμών, για παράδειγμα 4Χ6 μ. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών εξαρτάται και από το μέγεθος των γεωργικών μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται για τις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες. Η ενδεδειγμένη εποχή φύτευσης είναι το φθινόπωρο, εφόσον η περιοχή έχει ήπιο χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη σε ψυχρότερες περιοχές, εφόσον έχει εκλείψει ο κίνδυνος παγετού.

Τα εσπεριδοειδή στην πράξη εμβολιάζονται πάνω στο επιθυμητό υποκείμενο. Σε περίπτωση ασυμφωνίας, τότε χρησιμοποιείται και ενδιάμεσο εμβόλιο. Άρα, τα καλλιεργούμενα δέντρα είναι συνδυασμός δύο ή τριών διαφορετικών γενοτύπων. Η χρήση των υποκειμένων είναι επιβεβλημένη, αφού αντιμετωπίζονται οι αντίξοες εδαφοκλιματικές συνθήκες²³, οι νηματώδεις σκώληκες καθώς και μερικές μυκητολογικές και ιολογικές ασθένειες²⁴. Όσον αφορά στην πορτοκαλιά, είναι κατάλληλο υποκείμενο για την πορτοκαλιά, τη μανταρινιά και τη λεμονιά. Δίνει δέντρα μεγάλου μεγέθους που προσαρμόζονται καλά σε εδάφη ελαφρά ως μέσης σύστασης, που στραγγίζουν καλά. Το εμβόλιο πάνω σε πορτοκαλιά αναπτύσσεται καλά και παράγει πολλούς καρπούς κανονικού μεγέθους, με λεπτό φλοιό, χυμώδεις και γενικά εξαιρετικής ποιότητας²⁵.

Παρουσιάζει ευαισθησία απέναντι στην φυτοφθόρα και δεν συνιστάται σε υγρά εδάφη. Παρουσιάζει μέτρια ανθεκτικότητα στα άλατα και το ψύχος και είναι ακατάλληλο υποκείμενο για ασβεστούχα εδάφη. Λόγω του επιπόλαιου ριζικού του συστήματος είναι ευάλωτο στην ξηρασία, κυρίως στα αμμώδη εδάφη.

Αντίθετα, η τρίφυλλη πορτοκαλιά (*Citrus trifoliata*), είναι το υποκείμενο που αντέχει στο ψύχος περισσότερο από κάθε άλλο και επιπλέον προσδίδει ανθεκτικότητα και στο εμβόλιο. Θεωρείται κατάλληλο για εδάφη ξηρά, ασβεστώδη, αναπτύσσεται

²¹ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

²² Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

²³ Ανθρακικό ασβέστιο, υγρασία, ξηρασία, άλατα, ψύχος.

²⁴ Κομμίωση, Ξυλοπόρωση, Εξοκόρτιδα, Tristeza.

²⁵ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός 2006.

καλά σε ελαφρώς όξινα γόνιμα εδάφη με επαρκή εδαφική υγρασία. Είναι κατάλληλο υποκείμενο και για επαναφυτεύσεις, διότι είναι ανθεκτική στη νηματώδη των εσπεριδοειδών *Tylenchulus semipratense*. Είναι ευαίσθητη στην εξωκόρτιδα, στον καρκίνο των εσπεριδοειδών και στα άλατα.

Η Κλεοπάτρα – ποικιλία μανταρινιάς είναι κατάλληλο υποκείμενο για όλα τα μανταρινία, αντικαθιστά τη νεραντζιά, όταν υπάρχει πρόβλημα με την ίωση *tristeza*. Προσαρμόζεται σε ποικίλα εδάφη. Έχει παρατηρηθεί ασυμφωνία μεταξύ αυτού του υποκειμένου και της ποικιλίας λεμονιάς *Eureka*.

Η λεμονιά η τραχύκαρπη, προσαρμόζεται στα ελαφρά αμμώδη εδάφη. Το ριζικό της σύστημα είναι επιπόλαιο και άφθονο, δεν ανέχεται τα υγρά κακώς στραγγίζοντα εδάφη. Προκαλεί στο εμβόλιο ζωηρή ανάπτυξη, πολλαπλασιάζεται εύκολα με φυλλοφόρα μοσχεύματα. Είναι από τα πλέον ευαίσθητα στο ψύχος χρησιμοποιούμενα αντικείμενα.

Στο Ισραήλ διαπιστώθηκε πως το καλύτερο υποκείμενο για τη λεμονιά είναι το *Palestine sweet lime*. Τα δέντρα παράγουν πάρα πολύ, προσαρμόζονται σε βαθιά εδάφη, αλλά οι καρποί που παράγονται δεν είναι καλής ποιότητας.

Η νεραντζιά είναι το υποκείμενο που χρησιμοποιείται στην πράξη περισσότερο από κάθε άλλο. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες περισσότερο σε σύγκριση με την πορτοκαλιά και λιγότερο από την τρίφυλλη πορτοκαλιά. Είναι ανθεκτικό στην φυτόφθορα, στην κομμίωση και στην ξηρασία, αλλά ευαίσθητο στην ίωση *tristeza*. Η ποιότητα των καρπών του εμβολίου πάνω σε νεραντζιά είναι άριστη.

Σε ό,τι αφορά στα υβρίδια, τα *citranges* δημιουργούν δέντρα μέσης έως μικρής ανάπτυξης, παραγωγικά και τα οποία παράγουν καρπούς καλής ποιότητας. Τα υποκείμενα αυτά παρουσιάζουν ανοχή στην *tristeza*, ενώ είναι ευαίσθητα στην εξωκόρτιδα. Θεωρούνται κατάλληλα υποκείμενα για την πορτοκαλιά, τη μανταρινιά και το *grapefruit*. Το περισσότερο χρησιμοποιούμενο υποκείμενο είναι το *troyer*. Παρουσιάζει μέτρια ανοχή στην φυτόφθορα και ευαισθησία στους νηματώδεις.

Στη Βραζιλία χρησιμοποιείται πάρα πολύ ως υποκείμενο της πορτοκαλιάς το *rangpur lime*. Παράγει δέντρα ζωηρά, ανθεκτικά στην *tristeza*, περισσότερο ανθεκτικά στα άλατα σε σύγκριση με τα άλλα υποκείμενα. Τα εμβόλια παράγουν ικανοποιητικά και η ποιότητα των καρπών κυμαίνεται από μέτρια ως καλή²⁶.

²⁶ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

8. Νεανικότητα – καρποφορία – συγκομιδή

Ως νεανικότητα χαρακτηρίζεται η περίοδος εκείνη που το δέντρο αυξάνει βλαστικά και δεν αναπαράγεται, δηλ. δεν σχηματίζει άνθη και καρπούς. Μετά από ορισμένα χρόνια βλαστικής ανάπτυξης, το δέντρο ξεπερνάει το εν λόγω στάδιο και αρχίζει να ανθίζει και να καρποφορεί. Συνήθως δέντρα εμβολιασμένα σε ζυγηρά υποκείμενα έχουν μακρά περίοδο νεανικότητας, ενώ τα εμβολιασμένα σε νάνα υποκείμενα έχουν βραχεία περίοδο νεανικότητας. Η διατήρηση της νεανικότητας, συνήθως με αυσηρό κλάδεμα, επιδιώκεται όταν τα δέντρα χρησιμοποιούνται για λήψη πολλαπλασιαστικού υλικού. Αντίθετα, σε παραγωγικούς οπωρώνες επιδιώκεται η συντόμευση της νεανικότητας και η ταχεία είσοδος των δέντρων στην καρποφορία²⁷.

Τα εσπεριδοειδή αρχίζουν να καρποφορούν 3 - 5 χρόνια από τότε που φυτεύονται και οι καρποί μπορούν να συγκομιστούν 5 - 6 μήνες από την ανθοφορία, ανάλογα με την ποικιλία και το περιβάλλον. Η συγκομιδή των καρπών αρχίζει από το φθινόπωρο και τελειώνει την άνοιξη, ενώ οι "δίφορες", όπως ονομάζονται ποικιλίες, δίνουν καρπούς συνέχεια. Οι καρποί των εσπεριδοειδών δεν ωριμάζουν μετά την αποκοπή τους από το δέντρο, όπως συμβαίνει με άλλους, γι' αυτό και είναι σημαντικό να κοπεί ο καρπός στο σωστό στάδιο ωρίμανσης. Γενικά, οι καρποί θεωρούνται ώριμοι, όταν φτάσουν σε στάδιο ανάπτυξης που να τρώγονται με ευχαρίστηση.

Η συγκομιδή των πορτοκαλιών γίνεται με το χέρι, καθώς και με τη χρήση ειδικών ψαλίδων. Ο καρπός κόβεται μαζί με μικρό τμήμα βλαστού ή δια έλξεως, πάντοτε με προσοχή για να αποφεύγονται οι τραυματισμοί του φλοιού. Η παραμικρή πληγή στον φλοιό επιτρέπει την είσοδο μικροοργανισμών και κατά συνέπεια την καταστροφή τους²⁸. Δεν εφαρμόζεται μηχανική συγκομιδή, διότι ο καρπός δεν πέφτει εύκολα με δόνηση. Πριν τη μηχανική συγκομιδή είναι απαραίτητος ο ψεκασμός με χημικές ενώσεις που παράγουν αιθυλένιο, το οποίο προάγει την αποκοπή του καρπού. Στόχος είναι η αποκοπή μόνο των ώριμων φρούτων και όχι των νεαρών καρπών και φύλλων²⁹.

²⁷ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

²⁸ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

²⁹ Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006.

Από τις 7 μεγάλες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα γεωργικά μηχανήματα και εργαλεία, για τα εσπεριδοειδή χρησιμοποιούνται αυτά της κατεργασίας εδάφους, της άρδευσης και της συγκομιδής καρπού.

Η κατεργασία ή προετοιμασία του εδάφους επηρεάζει την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας αλλά και της Γεωπονικής συντέλεσε στη βελτίωση των γεωργικών μηχανημάτων κατεργασίας εδάφους και την τελειοποίησή τους³⁰. Τα μηχανήματα αυτά ανάλογα με το είδος της εργασίας για την οποία χρησιμοποιούνται κατατάσσονται σε άροτρα, καλλιεργητές, σβάρνες, κυλίνδρους, σκαλιστήρια κ.λπ.

Τα άροτρα χρησιμοποιούνται για την κύρια καλλιέργεια του εδάφους και χωρίζονται σε υνάροτρα και δισκάρωτρα. Τα πρώτα είναι τα πιο λειτουργικά, αλλά αποφεύγεται να χρησιμοποιούνται σε δενδροκαλλιέργειες. Σε αυτές προτιμώνται τα δισκάρωτρα, ακριβώς γιατί δεν καταστρέφουν τις ρίζες³¹.

Τα πορτοκάλια διατηρούνται για 12 εβδομάδες σε θερμοκρασία 15 C με ελάχιστο ποσοστό βοθριωτής κηλίδωσης, ενώ, εάν διατηρηθούν στους 5 C για χρονικό διάστημα 18 εβδομάδων, τότε παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό βοθριωτής κηλίδωσης. Εναλλαγή θερμοκρασιών μεταξύ 5- και 15 C, έδωσε καλύτερα αποτελέσματα για περίοδο συντήρησης 18 εβδομάδων, από 9 σε 5 και 15 βαθμούς αντίστοιχα³². Αναμφίβολα, οι κλιματικές συνθήκες³³ κάτω από τις οποίες παράγονται οι καρποί επιδρούν σημαντικά στην ικανότητα και τη διάρκεια συντήρησής τους.

Μεγαλύτερη ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης παρουσιάζουν καρποί που συγκομίζονται κατά την έναρξη της ωρίμανσής τους και παρουσιάζουν φυσιολογικές ανωμαλίες. Αντιθέτως, καρποί που έχουν ωριμάσει πλήρως ανέχονται χαμηλές θερμοκρασίες για σχετικά μακρό χρονικό διάστημα.

³⁰ Γ. Γιακουμέτης, 1992.

³¹ Γ. Γιακουμέτης, 1992.

³² Μ. . Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, 2006

³³ Υγρασία, Ξηρασία, Υψηλή ή Χαμηλή Θερμοκρασία. Βλ. Μ.Βασιλακάκης- Ι. Θεριός, 2006.

9. Ανάγκες εσπεριδοειδών σε ανόργανα Μακροθρεπτικά – μικροθρεπτικά στοιχεία

Για την αύξηση –ανάπτυξη των φυτών, απαραίτητη είναι η ύπαρξη των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Τα στοιχεία αυτά προσλαμβάνονται μέσω του ριζικού συστήματος των φυτών, εισέρχονται στον μεταβολικό κύκλο και συμβάλλουν στην αύξηση και ανάπτυξή τους. Τα φυτά καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες από αυτά τα θρεπτικά στοιχεία για την παραγωγή των υδατανθράκων και των άλλων οργανικών ενώσεων απαραίτητων για την εξασφάλιση της ζωής στον πλανήτη, με αφετηρία πάντοτε τη φωτοσύνθεση. Τα θρεπτικά στοιχεία ταξινομούνται σε **μακροθρεπτικά** (Άζωτο, Φώσφορος, Κάλιο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο) και σε **μικροθρεπτικά** (Μαγγάνιο, Ψευδάργυρος, Χαλκός, Βόριο, Μολυβδαίνιο, Χλώριο), ενώ υπάρχει και μια τρίτη κατηγορία, τα **ωφέλιμα** (Νάτριο, Πυρίτιο, Κοβάλτιο). Όσον αφορά στα ανόργανα στοιχεία που εφαρμόζονται στο έδαφος των οπωρώνων δια των λιπάνσεων επί μονίμου βάσεως είναι το άζωτο, ο φωσφόρος και το κάλιο³⁴.

Τα προαναφερθέντα θρεπτικά στοιχεία διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στη θρέψη, την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Συμμετέχουν σε διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις δια των οποίων παράγονται οι οργανικές και άλλες ενώσεις. Αποτελούν συμπαραγόντες των ενζύμων, ενεργοποιούν τα ενζυμικά συστήματα, συμμετέχουν ως συστατικά διάφορων ενώσεων και παίρνουν μέρος σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις μεταφοράς πρωτονίων και στις διεργασίες μεταφοράς ενέργειας³⁵.

Τα μακροθρεπτικά συμμετέχουν στην παραγωγή της βιομάζας(πρωτεϊνών) μέσω του αζώτου, στη μεταφορά της ενέργειας που είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση των διαφόρων βιοχημικών αντιδράσεων μέσω του φωσφόρου, στη ρύθμιση του υδατικού καθεστώτος του φυτού, στην ενεργοποίηση ενζύμων και τη συσσώρευση και μεταφορά των υδατανθράκων μέσω του καλίου, στην επιμήκυνση των κυττάρων και των βλαστών μέσω του ασβεστίου, στη δημιουργία της χλωροφύλλης μέσω του μαγνησίου και αποτελούν συστατικό διαφόρων αμινοξέων, γλυκοσιδών και άλλων ενώσεων, μέσω του θείου και του αζώτου.

Το άζωτο αποτελεί τη βάση της ζωής. Είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό των αμινοξέων, πρωτεϊνών και πολλών άλλων οργανικών ενώσεων που αποτελούν το 40-

³⁴ Σημαντικό ρόλο, έστω και σε μικρότερο επίπεδο, διαδραματίζουν το ασβέστιο, το μαγνήσιο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το μολυβδαίνιο και το βόριο.

³⁵ Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, 2003.

50 % της ξηράς ουσίας του πρωτοπλάσματος³⁶. Αποτελεί, επίσης, συστατικό της χλωροφύλλης, των αλκαλαιοειδών, ορισμένων ορμονών και του ινδολοξικού οξέος. Το άζωτο στα φυτά απαντάται ως επί το πλείστον υπό την οργανική μορφή, δηλ. ως συστατικό οργανικών ενώσεων.

Η περιεκτικότητα του αζώτου στα φυτά κυμαίνεται από 1,5-6% της ξηράς ουσίας. Το χαμηλότερο εύρος επάρκειας παρατηρείται στις δενδρώδεις καλλιέργειες, ενώ το υψηλότερο στα ψυχανθή. Όσον αφορά στην κρίσιμη συγκέντρωση του αζώτου, αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού καθώς και άλλους παράγοντες.

Η πρόσληψη του αζώτου από τα φυτά γίνεται είτε υπό τη νιτρική μορφή είτε υπό την αμμωνιακή, ανάλογα με τη θερμοκρασία, το pH και άλλους παράγοντες. Ο τρόπος πρόσληψης μπορεί να είναι παθητικός (επιτυγχάνεται με την παρέμβαση ενός φορέα μεταφοράς) και εξαρτάται από τη συγκέντρωση στο εδαφοδιάλυμα των NO₃. Η μεταφορά του αζώτου μέσα στο φυτό γίνεται υπό τη μορφή των αμινοξέων και τούτο έχει μεγάλη σημασία, διότι τα διάφορα όργανα του φυτού εφοδιάζονται με αμινοξέα ως την ωρίμανσή τους.

Έλλειψη αζώτου από το φυτό συνεπάγεται αναστολή της φωτοσύνθεσης, δεδομένου ότι μειώνεται η παραγωγή χλωροφύλλης. Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι η εμφάνιση των συμπτωμάτων της χλώρωσης, ενώ, παράλληλα, λαμβάνει χώρα η δημιουργία πλευρικών κλαδίσκων συνεπεία της αδρανοποίησης των οφθαλμών. Γενικά, τα συμπτώματα έλλειψης αζώτου εμφανίζονται στα μεγάλα, αρχικά, φύλλα, ως μια γενικευμένη χλώρωση. Αυτό συμβαίνει, διότι υπάρχει υψηλή κινητικότητα που έχει το άζωτο στο φυτό. Από τα μεγαλύτερα φύλλα κινείται προς τα μικρότερα, τα οποία διαθέτουν υψηλό βαθμό αύξησης και, κατά συνέπεια, έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε άζωτο.

Οι ανάγκες των εσπεριδοειδών σε αζωτούχο λίπανση είναι μεγάλες και μάλιστα μεγαλύτερες από οποιαδήποτε άλλου είδους λίπανση. Η έλλειψη ή η περιορισμένη ποσότητα αζώτου επιβραδύνει την αύξηση της βλάστησης, προκαλεί κιτρίνισμα στο φύλλωμα του δέντρου, πρόωρη φυλλόπτωση και αποξήρανση της τρυφερής βλάστησης. Εμφανίζεται σε παλαιότερα φύλλα πρώτα και στη συνέχεια προς τα νεαρότερα φύλλα. Τα τροφοπενιακά συμπτώματα είναι εμφανή κατά την περίοδο της ανθοφορίας των δέντρων και σε ανοιξιάτικη βλάστηση. Συνήθως η τροφοπενία

³⁶ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

αζώτου προκαλεί μείωση στην παραγωγή και κάνει τους καρπούς πιο μαλακούς. Υπό κανονικές συνθήκες η παροχή 12 - 20 μονάδων αζώτου κατά στρέμμα και κάθε χρόνο κρίνεται ικανοποιητική.



Ο φώσφορος είναι απαραίτητος για τον σχηματισμό των βασικών ενώσεων³⁷. Αποτελεί συστατικό διάφορων οργανικών ενώσεων και κυρίως των ενεργοποιημένων υδατανθράκων. Συμμετέχει στη ρύθμιση του pH των κυττάρων. Με τη φωσφορυλίωση ενεργοποιεί τους υδατάνθρακες, οι οποίοι γίνονται πιο δραστικοί κατά τις διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις. Είναι, επίσης, βασικός παράγοντας μεταφοράς ενέργειας μέσω της ίδιας διαδικασίας³⁸.

Η ικανότητα της ενεργητικής πρόσληψης του φωσφόρου, διαφέρει από φυτό σε φυτό και από ποικιλία σε ποικιλία. Ο φώσφορος είναι ευκίνητος μέσα στο φυτό και συνδέεται με διάφορες οργανικές ενώσεις, όπως την τριφωσφορική αδενοσίνη, με την οποία είναι ενωμένος μέσω ενός πυροφωσφορικού δεσμού. Ο δεσμός αυτός περικλείει μεγάλα ποσά ενέργειας και η οποία μεταφέρεται στα διάφορα μεταβολικώς ενεργά σημεία του φυτού και καταναλώνεται κατά τη σύνθεση διάφορων ουσιών, απαραίτητων για την ανάπτυξη του φυτού.

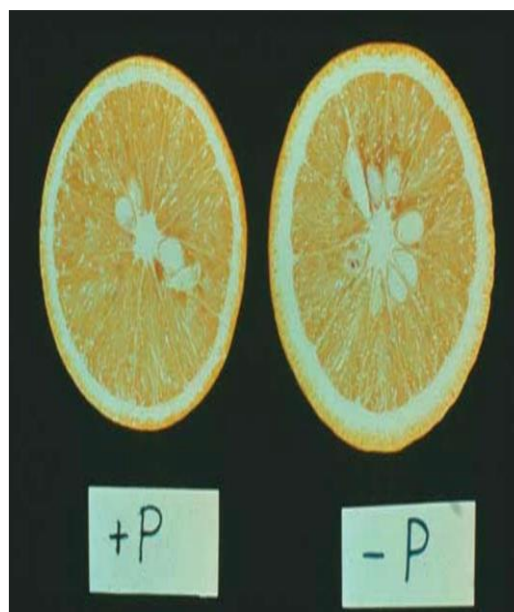
Η έλλειψή του αναστέλλει την ανάπτυξη των φυτών – κυρίως των βλαστών και των ριζών - και επηρεάζει όλα τα στάδια της αύξησής του σε επίπεδο μεταβολισμού. Παρατηρείται εμφάνιση σκουρόχρωμου χρώματος στο φύλλωμα και σε αρκετές περιπτώσεις παρουσία ιώδους-μπλε χρώματος στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος με ενδεχόμενη νέκρωση στην περιφέρεια.

Ο φώσφορος δεσμεύεται γρήγορα και ισχυρά από εδάφη με ουδέτερο ή αλκαλικό pH. Επομένως λόγω της δέσμευσής του αυτής και της βραδείας διακίνησής του στο

³⁷ RNA, DNA, ATP, φωσφολιπίδια, νουκλεοπρωτεΐνες και άλλες οργανικές ενώσεις.

³⁸ Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, 2003.

έδαφος, για διορθώσεις τροφοπενιών φωσφόρου, ενδείκνυται η παροχή διαλυτών τύπων, όπως είναι η φωσφορική αμμωνία και το υπερφωσφορικό. Συνήθως η παροχή 2.5 - 3.5 κιλά P₂O₅ κατά ενήλικο δέντρο και γύρω απ' αυτό είναι αποτελεσματική για 4 - 5 χρόνια.



Το κάλιο, μολονότι δεν συμμετέχει στον σχηματισμό οργανικών ενώσεων, ρυθμίζει τον μεταβολισμό των υδατανθράκων και κυρίως την μεταφορά τους, την διαπνοή και τη φωτοσύνθεση. Ας μη λησμονούμε και τη φράση των παραγωγών «ρίξε άζωτο για βλάστηση και κάλιο για κάρπιση», για να δούμε τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει το κάλιο στην καρποφορία. Ενεργεί ως διεγερτικός παράγοντας της σύνθεσης ορισμένων ενζύμων, όπως της καρβοξυδισμουτάσης.

Η πρόσληψή του από τα φυτά πραγματοποιείται με υψηλούς ρυθμούς και διαφοροποιείται ανάλογα με τον βαθμό περατότητας των φυτικών μεμβρανών. Η συγκράτησή του στα κύτταρα εξαρτάται από το επίπεδο του αρνητικού δυναμικού των κυττάρων.

Είναι κατεξοχήν ευκίνητο μέσα στο φυτό, λόγω της μεγάλης περατότητας των κυτταρικών μεμβρανών. Κατά συνέπεια, τα συμπτώματα τροφοπενίας αφορούν σε μια περιφερειακή χλώρωση, η οποία μετατρέπεται στη συνέχεια σε νέκρωση κινούμενη προς το κέντρο του ελάσματος με προοπτική να καλύψει όλη την



επιφάνειά του³⁹. Τα κυτταρικά τοιχώματα γίνονται αδύνατα με συνέπεια τα ετήσια φυτά, όπως το σιτάρι, να πλαγιαίνουν και να είναι ευαίσθητα στις προσβολές από έντομα και ασθένειες.



Η αυξημένη περιεκτικότητα των πορτοκαλόδενδρων σε κάλιο μπορεί να έχει θετικά και αρνητικά αποτελέσματα. Όταν το επίπεδο του καλίου στα φύλλα είναι κάτω από 0.7% δεν επαρκεί για μια ικανοποιητική παραγωγή. Όταν το επίπεδο του καλίου είναι χαμηλό, παρατηρείται επιτάχυνση της ωρίμανσης και κάποια απώλεια της παραγωγής. Αν όμως το επίπεδο του καλίου είναι πάνω 0.7%, τότε ενδείκνυται νέα καλιούχος λίπανση μόνο, αν υπάρχουν προβλήματα μεγέθους καρπών και ανωμαλιών του φλοιού τους. Η αύξηση καλίου στην πορτοκαλιά αυξάνει το πάχος του φλοιού των πορτοκαλιών και μειώνει την περιεκτικότητά τους σε χυμό, ενώ στη λεμονιά μειώνει το πάχος του φλοιού των λεμονιών και αυξάνει την περιεκτικότητα αυτών σε χυμό. Οι εφαρμογές με χλωριούχο κάλιο προκαλούν ζημιές στα δέντρα και γι' αυτό συνιστάται η προσθήκη K_2SO_4 . Σε εδάφη όμως, που οι εφαρμογές καλιούχου λίπανσης δεν είναι αποτελεσματικές, συνιστάται η παροχή καλίου δια του φυλλώματος, με ψεκασμούς, τέλη άνοιξης ή αρχές καλοκαιριού.

Το ασβέστιο βρίσκεται συσσωρευμένο, κατά κύριο λόγο, στα κενοτόπια και τους αποπλάστες υπό τη μορφή αλάτων. Παίζει τον ρόλο της συνδετικής ουσίας μεταξύ

³⁹ Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, 2003.

των κυτταρικών τοιχωμάτων. Λαμβάνει μέρος στην επιμήκυνση των κυττάρων και των βλαστών καθώς και των αναπτυσσόμενων κορυφών και ριζών. Δρα ως ενεργοποιητής διαφόρων ενζύμων, συμβάλλει στην αύξηση των γυρεόκοκκων και του γυρεοσωλήνα. Αυτό σημαίνει ότι ενισχύει τη γονιμοποίηση των ανθέων.

Η κρίσιμη συγκέντρωσή του εξαρτάται από το είδος του φυτού. Στα σιτηρά είναι χαμηλότερη, ενώ σε ορισμένα λαχανικά είναι υψηλότερη. Σε γενικές γραμμές, είναι μικρότερη σε σχέση με του καλίου. Δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη συγκέντρωσή του στο εδαφοδιάλυμα του μέσου ανάπτυξης, αλλά από τους γενετικούς μηχανισμούς.

Γενικά, λόγω της δυσκινητικότητας του ασβεστίου στο φυτό, τα συμπτώματα έλλειψης παρουσιάζονται εκεί όπου παρατηρείται ενεργός μεριστωματική δράση, όπως στις κορυφές των βλαστών. Προσωρινή έλλειψη ασβεστίου, λόγω της παρατηρούμενης μειωμένης διαπνοής, παρατηρείται κάτω από υγρές και συννεφιασμένες καιρικές συνθήκες.

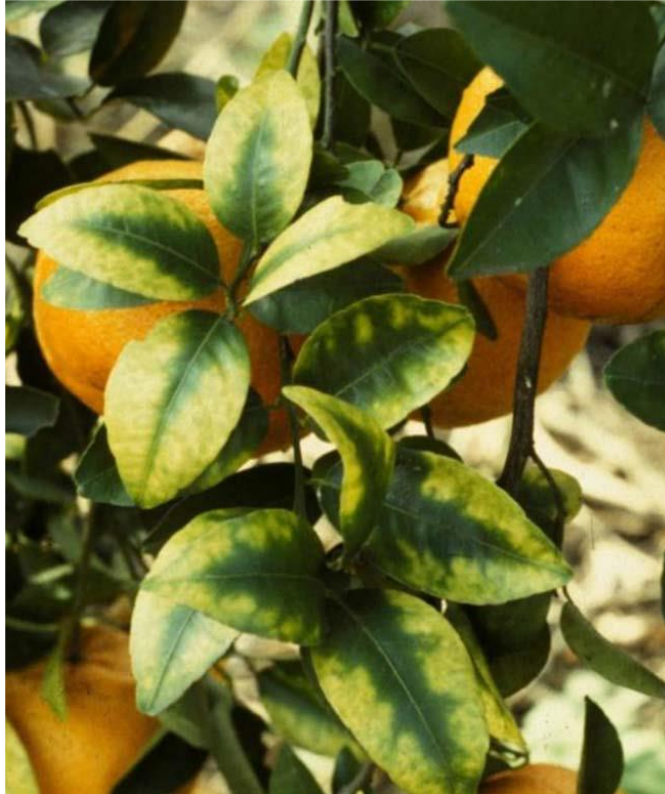
Το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και σχετίζεται άμεσα με τη φωτοσύνθεση. Αποτελεί συμπαράγοντα διαφόρων ενζύμων. Σταθεροποιεί τις φωσφορυλιωμένες ομάδες της ATP και ADP με τη βοήθεια ασθενών δεσμών και αρνητικών φορτίων. Αποτελεί αφενός ενεργοποιητή των ενζύμων και αφετέρου συστατικό των ριβοσωμάτων. Συνεπώς, το μαγνήσιο σχετίζεται με τη διεργασία της σύνθεσης των πρωτεϊνών.

Η περιεκτικότητα του μαγνησίου στα φύλλα αυξάνει γενικά με τον χρόνο, ενώ η κρίσιμη συγκέντρωση μεταβάλλεται με το είδος του φυτού. Για παράδειγμα, τα ψυχανθή και ορισμένα λαχανικά περιέχουν περισσότερο μαγνήσιο σε σύγκριση με τα αγρωστώδη. Υπάρχει έντονος ανταγωνισμός μεταξύ του καλίου με το μαγνήσιο όσον αφορά στην πρόσληψη του τελευταίου σε υψηλές συγκεντρώσεις⁴⁰. Ως άριστες σχέσεις θεωρούνται ο Λόγος 2:1 (Ca/Mg) και 8:1 (K/Mg).

Βασική μορφή τροφοπενίας του μαγνησίου είναι η ενδονεύρια χλώρωση ή το ελαφρό κιτρίνισμα με εμφάνιση χλωρωτικών κηλίδων στους ενδονεύριους χώρους⁴¹.

⁴⁰ Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, 2003.

⁴¹ Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, 2003.



Το θείο είναι συστατικό ορισμένων αμινοξέων. Συμμετέχει, επίσης, στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Τα συμπτώματα της έλλειψης του θείου μοιάζουν πολύ με τα αντίστοιχα του αζώτου. Το θείο παρουσιάζει εξαιρετική ευκινησία εντός του φυτού και τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται αρχικά στα ωριμότερα φύλλα. Κατά τα πρώτα στάδια έλλειψης παρατηρείται κιτρίνισμα και εν συνεχεία στίγματα ιώδη ή κοκκινωπά. Αν η συγκέντρωση του θείου αυξηθεί υπερβολικά, είναι πιθανή η εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στα φύλλα.

Τα μικροθρεπτικά επηρεάζουν με ποικίλους τρόπους την ανάπτυξη του φυτού. Συμμετέχουν στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, είναι συστατικά διαφόρων ενζύμων και λαμβάνουν μέρος άμεσα ή έμμεσα στην παραγωγή διαφόρων ουσιών, της χλωροφύλλης, των αμύλων, των πρωτεϊνών. Ενεργούν ως ρυθμιστικοί παράγοντες μεγάλου αριθμού ενζύμων και ενεργοποιητές αυτών. Ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το

μαγγάνιο, ο χαλκός, το μολυβδαίνιο, το βόριο και το χλώριο συμβάλλουν με πολύ σημαντικούς τρόπους στην ανάπτυξη των φυτών.

Στις καλλιέργειες είναι συχνές οι ελλείψεις μικροθρεπτικών. Αυτές παρατηρούνται κατά κύριο λόγο στα ασβεστούχα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα ανθρακικού ασβεστίου και υψηλό pH. Οι ελλείψεις έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην εμφάνιση των φυτών, στις αποδόσεις και την ποιότητα των προϊόντων.



Χαρακτηριστικά συμπτώματα τροφοπενίας ψευδαργύρου αποτελούν οι χλωρωτικές κηλίδες των φύλλων, ο σχηματισμός μικρών φύλων στις επάκριες βλαστήσεις και η αποξήρανση τρυφερών βλαστήσεων. Η παραγωγή σε περίπτωση τροφοπενίας ψευδαργύρου, μειώνεται από τα πρώτα στάδια της εκδήλωσής της, ως και το μέγεθος των καρπών. Αν η τροφοπενία είναι σοβαρή, τότε οι καρποί είναι παραμορφωμένοι.

Σε τροφοπενία μαγγανίου, τα νεαρά φύλλα παρουσιάζουν κηλίδες μεταξύ των κύριων νευρώσεων. Παρατηρείται σε όξινα και αλκαλικά εδάφη. Στα πρώτα οφείλεται πιθανότατα σε απώλειες λόγω εκπλύσεως, στα δεύτερα λόγω της πολύ μικρής διαλυτότητάς του.



Το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα τροφοπενιών σιδήρου στα εσπεριδοειδή είναι μια τυπική χλωρωτική κατάσταση. Ενώ οι νευρώσεις των φύλων παραμένουν πράσινες, η μεταξύ τους επιφάνεια αποκτά κίτρινο χρωματισμό. Παράγοντες που προκαλούν τροφοπενία σιδήρου είναι, μεταξύ άλλων, τα ασβεστώδη εδάφη, ο κακός αερισμός, η υπερβολική υγρασία, οι χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους.

Συνοψίζοντας, ως προς την τροφοπενία, παρατηρούμε πως εμφανίζονται σε περιόδους έντονης αυξητικής δραστηριότητας και δημιουργούνται σε συγκεκριμένες περιοχές των φύλλων ή των βλαστών. Τα βασικά συμπτώματα είναι η χλώρωση, ο χρωματισμός, η νέκρωση (πρόκειται, ουσιαστικά, για το τελικό στάδιο της χλώρωσης), η στρέβλωση, η μικροφυλλία και η απίσχνανση του φυτού⁴².



⁴² Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, 2003.

10. Φυλλοδιαγνωστική

Για τη φυλλοδιαγνωστική των εσπεριδοειδών χρησιμοποιούνται επάκρια φύλλα ηλικίας 5-7 μηνών του ανοιξιάτικου κύκλου, από βλαστούς που δεν φέρουν καρπούς και έχει σταματήσει η αύξησή τους. Κατά συνέπεια, η δειγματοληψία διενεργείται τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Το δείγμα λαμβάνεται από αντιπροσωπευτικά δέντρα της ίδιας ηλικίας, ποικιλίας και υποκειμένου, ενώ αποφεύγεται η λήψη φύλλων από δέντρα που βρίσκονται στο περιθώριο του κτήματος. Υπό την προϋπόθεση ότι το έδαφος είναι ομοιόμορφο, τότε ένα δείγμα ανά 20-40 στρ. είναι αρκετό⁴³.

Τα εσπεριδοειδή είναι απαιτητικά σε θρεπτικά στοιχεία, μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Ασκούνται δυσμενείς επιδράσεις τόσο από έλλειψη όσο και από περίσσεια αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Η έλλειψη αζώτου μειώνει σε σημαντικό βαθμό τις αποδόσεις. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση υποβαθμίζει, με τη σειρά της, την ποιότητα των πορτοκαλιών, διότι οι καρποί γίνονται παχύφλοιοι, καθυστερούν στον αποπρασινισμό και επαναπρασινίζουν. Η προτεινόμενη λίπανση ανέρχεται σε 450 g n/100 kg καρπών μέχρι το μέγιστο ποσό 34 μονάδες N/στρ, ωστόσο δεν είναι εύκολο να προταθεί ένα πρόγραμμα λίπανσης που να είναι κατάλληλο για τα εσπεριδοειδή που καλλιεργούνται σε όλες τις εσπεριδοπαραγωγικές χώρες. Η ποσότητα του λιπάσματος είναι δυνατόν να εκτιμηθεί από τη συνολική απόδοση και το μέγεθος των δέντρων τα προηγούμενα χρόνια⁴⁴.

Από τα 92 στοιχεία που υπάρχουν στον στερεό φλοιό της γης και στη γήινη ατμόσφαιρα, μόνο 17 έχει ως τώρα αποδειχθεί πως είναι απαραίτητα ή ουσιώδη για τα φυτά. Κριτήρια για τον χαρακτηρισμό ενός στοιχείου ως απαραίτητου είναι να μην μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο στοιχείο, να αποτελεί συστατικό κάποιου φυτικού μεταβολίτη και να προκαλεί η έλλειψή του αναστολή της ανάπτυξης του φυτού ή αδυναμία σχηματισμού αναπαραγωγικών οργάνων. Τα απαραίτητα στοιχεία διακρίνονται σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά και ο διαχωρισμός σχετίζεται με την ποσότητα⁴⁵.

Τα δέντρα, όπως φυσικά όλοι οι ζώντες οργανισμοί, χρειάζονται νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, για να επιβιώσουν, να αυξηθούν, να αναπτυχθούν και να παράγουν. Το νερό είναι ο καλύτερος διαλύτης στον πλανήτη και απαραίτητο για

⁴³ Ιωάννης Ν. Θεριός, 1996.

⁴⁴ Ιωάννης Ν. Θεριός, 1996.

⁴⁵ Κωνσταντίνος Σινάνης, 2016.

να διατηρεί τα κύτταρα σε σπαργή, υποβοηθά την κυτταροδιαίρεση και κρατά ανοικτά τα στόματα των φύλλων. Το νερό μεταφέρεται από το ριζικό σύστημα προς όλα τα μέρη του δέντρου λόγω της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των φύλλων και της ατμόσφαιρας⁴⁶. Το νερό χάνεται κυρίως λόγω της διαπνοής δια μέσου των στομάτων των φύλλων και της εξάτμισης. Παράγοντες που επηρεάζουν την απώλεια του νερού είναι, κατά σειρά, το είδος του δέντρου, ο άνεμος και η ταχύτητά του, η θερμοκρασία αέρος και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας.

⁴⁶ Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, 2016.

Σύσταση καρπών εσπεριδοειδών

Περιεκτικότητα σε νερό.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε νερό, στις περισσότερες εμπορικές ποικιλίες, ποικίλλει από 70-92% περίπου, που εξαρτάται βέβαια από τη διαθέσιμη υγρασία και τις συνθήκες βλάστησης των δέντρων. Οι καρποί της πορτοκαλιάς και λεμονιάς, όταν οι ανάγκες του φυλλώματος σε νερό δεν μπορεί να ικανοποιηθούν μέσω του ριζικού συστήματος, αντλούν νερό από τους καρπούς.

Οργανικά οξέα.

Το κύριο οξύ των εσπεριδοκάρπων είναι το κιτρικό οξύ, το οποίο απαντά κυρίως στο χυμό των καρπών, ενώ το μηλικό, μηλονικό και οξαλικό απαντούν στο φλοιό αυτών. Το είδος, η ποικιλία και η τοποθεσία συνιστούν σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την ποσότητα του οξέος στους εσπεριδοκάρπους.

Στα λεμόνια η συγκέντρωση του κιτρικού οξέος αυξάνει με την πάροδο της ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών. Συνήθως ο χυμός των ώριμων λεμονιών περιέχει 5-6% κιτρικό οξύ, μπορεί όμως να φθάσει και μέχρι 9%. Στα πορτοκάλια αν και η συγκέντρωση του κιτρικού οξέος είναι ταχεία στους νεαρούς καρπούς, αργότερα κατά τα τελευταία στάδια της ανάπτυξής τους μειώνεται. Ο χυμός των πορτοκαλιών περιέχει 1-1.3% κιτρικό οξύ, μπορεί όμως η ποσότητα αυτή να ποικίλλει και από 0.5-1.3%. Τα μανταρίνια έχουν την ίδια περίπου οξύτητα με τα πορτοκάλια, τα δε γκρέιπ φρουτ είναι συνήθως πιο όξινα και η οξύτητά τους σε ώριμους καρπούς κυμαίνεται από 1-1.8%. Η οξύτητα των πορτοκαλιών, μανταρινιών και γκρέιπ φρουτ μειώνεται κατά την ωρίμανσή τους. Το δεύτερο σε ποσότητα οξύ, στο χυμό των εσπεριδοκάρπων είναι το μηλικό οξύ. Στα πορτοκάλια η συγκέντρωσή του κυμαίνεται από 1,4-1.8 mg/ml χυμού. Στον φλοιό των εσπεριδοκάρπων, το μηλικό οξύ, βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση από το οξαλικό και κιτρικό οξύ, τα οποία καταλαμβάνουν τη δεύτερη και τρίτη θέση αντιστοίχως. Οι νεαροί καρποί της ποικιλίας Μέρλιν περιέχουν μεγάλη ποσότητα οξαλικού οξέος, η οποία κατά την ωρίμανση των καρπών μειώνεται, χωρίς όμως να φθάνει σε επίπεδο μικρότερο του μηλικού οξέος. Η συγκέντρωση του μηλονικού οξέος αυξάνεται κατά την ανάπτυξη των καρπών, κατά δε την ωρίμανση αυτών είναι μεγαλύτερη του μηλικού οξέος.

Η περιεκτικότητα των εσπεριδόκαρπων σε ολική οξύτητα επηρεάζεται από τα υποκείμενα, τις ποικιλίες, την ανόργανη θρέψη, τις κλιματολογικές συνθήκες και ορισμένους ψεκασμούς. Έχει διαπιστωθεί πως η οξύτητα ήταν χαμηλή σε πορτοκάλια, λεμόνια, γκρέιπ φρουτ και λιμεττίες, όταν προέρχονταν από δέντρα εμβολιασμένα σε υποκείμενο τραχύκαρπου λεμονιάς και ψηλή, όταν προέρχονταν από δέντρα εμβολιασμένα σε υποκείμενο *P. trifoliata*. Ακόμα ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν περιπτώσεις, που οι ψεκασμοί των εσπεριδοφυτειών με θερινό πολτό μείωσαν την οξύτητα των εσπεριδόχυμων, ενώ είναι απολύτως σίγουρο πως και το αρσενικό μειώνει την ποιότητα των χυμών. Επίσης η προσθήκη υπερφωσφορικού λιπάσματος σε έναν πορτοκαλεώνα Βαλέντιας μείωσε την οξύτητα των καρπών της.

Τα πορτοκάλια ντόλτσα, τα γλυκολέμονα, τα γλυκόκιτρα και οι γλυκολιμεττίες περιέχουν ελάχιστες ποσότητες οξέων και σ' αυτό οφείλεται και η γλυκιά γεύση τους.

Αμινοξέα.

Τα ελεύθερα αμινοξέα αποτελούν ένα σημαντικό κλάσμα των διαλυτών στερεών, που περιέχονται στο χυμό των εσπεριδόκαρπων.

Κατά την ανάπτυξη των καρπών η περιεκτικότητα του χυμού ποικίλλει ποσοτικά και ποιοτικά. Οι καρποί της πορτοκαλιάς Βαλέντιας, κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους περιέχουν άφθονη ασπαραγίνη και σε μικρότερη ποσότητα σερίνη και ασπαρτικό οξύ. Η προλίνη αυξάνει, κατά την ωρίμανση των καρπών της Βαλέντιας, περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο αμινοξύ. Ακόμα βρίσκεται σε αφθονία σε καρπούς πορτοκαλιάς Μέρλιν και λεμονιάς Eureka και Libson, αλλά στο γκρέιπ φρουτ Marsh έρχεται, σε συγκέντρωση, μετά το ασπαρτικό οξύ.

Βιταμίνες.

Οι καρποί των εσπεριδοειδών αποτελούν μια σημαντική πηγή ασκορβικού οξέος για τη διατροφή του ανθρώπου. Σε 100 ml χυμού εσπεριδόκαρπων περιέχονται 40-70 mg ασκορβικού οξέος. Όπως και στην περίπτωση του κιτρικού οξέος, η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος στο χυμό των πορτοκαλιών και γκρέιπ φρουτ μειώνεται κατά την ωρίμανσή τους. Τα λεμόνια κατά την περίοδο της συντήρησής τους παρουσιάζουν αυξημένη περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος.

Περίπου το ένα τέταρτο περίπου του ασκορβικού οξέος βρίσκεται στο χυμό των εσπεριδόκαρπων, το υπόλοιπο απαντά στο φλοιό τους και μάλιστα σε μεγάλη ποσότητα στο flavedo. Η ινοσιτόλη βρίσκεται σε αφθονία στο φλοιό και χυμό των

πορτοκαλιών και λεμονιών. Η βιταμίνη Α υπάρχει σε μορφή προβιταμίνης Α και βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα στα μανταρίνια και τα έγχρωμα γκρέιπ φρουτ, μετά ακολουθούν τα πορτοκάλια, τα μη έγχρωμα γκρέιπ φρουτ και τέλος τα λεμόνια.

Σε μικρές ποσότητες απαντούν ακόμα στο φλοιό και το χυμό των εσπεριδόκαρπων η βιοτίνη, η νιασίνη, το παντοθενικό οξύ, η πυριδοξίνη, η ριβοφλαβίνη και η θιαμίνη.

Σάκχαρα.

Η περιεκτικότητα των ώριμων εσπεριδόκαρπων σε σακχαρόζη και αναγωγικά σάκχαρα κυμαίνεται από 1-2% στα λεμόνια, 8-10% στα πορτοκάλια και 7-8% στα γκρέιπ φρουτ. Τα σάκχαρα, αντίθετα με τα οξέα, αυξάνουν όσο προχωρά η ωρίμανση των καρπών.

Καροτινοειδή.

Οι καροτίνες και οι ξανθοφύλλες αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των κίτρινων, πορτοκαλί και κόκκινων χρωστικών που απαντούν στο φλοιό και τη σάρκα των εσπεριδόκαρπων.

Φλαβόνες.

Οι περισσότερες φλαβόνες των εσπεριδοειδών είναι γλυκοζίτες, όπου τα σάκχαρα, συνήθως η ραμνόζη και η γλυκόζη, συνδέονται με μια φλαβονόνη. Η εσπεριδίνη είναι μια συνήθως άγευστη φλαβόνη, που απαντά στα πορτοκάλια, τα λεμόνια και σε μερικά άλλα είδη, ενώ η ναριγκίνη, που απαντά στα γκρέιπ φρουτ, είναι φλαβόνη με δριμεία γεύση. Ακόμα στα εσπεριδοειδή απαντά και η λιμονίνη, που προκαλεί λόγω της δριμείας γεύσης της, την πικράδα στο χυμό των καρπών. Στην ουσία αυτή οφείλεται και η πικράδα του χυμού των πορτοκαλιών Μέρλιν.

Τέλος τα αιθέρια έλαια και οι πηκτίνες αποτελούν σημαντικά υποπροϊόντα της βιομηχανίας χυμών, τα δε άλατα Ca, K και Na του κιτρικού οξέος, που απαντούν σε σημαντικές ποσότητες στο βρώσιμο μέρος του καρπού, θεωρείται ότι συμβάλλουν στην καλή γεύση των εσπεριδοειδών και στις καλές διαιτητικές ιδιότητές τους.

Διατροφική αξία πορτοκαλιού

Το πορτοκάλι, πλούσιο σε θρεπτική αξία, είναι το πιο δημοφιλές από τα εσπεριδοειδή αλλά και από τα φρούτα γενικότερα. Τα κυριότερα συστατικά του ώριμου πορτοκαλιού είναι οι υδατάνθρακες κυρίως σάκχαρα (10%), χάρη στα οποία

αποκτά την ελκυστική του γεύση. Επίσης περιέχει πρωτεΐνες (1%) και ελάχιστες λιπαρές ουσίες.

Τα πορτοκάλια περιέχουν και αρκετά ανόργανα στοιχεία (κυρίως K, Ca, Mg, ενώ σε μικρότερες συγκεντρώσεις περιέχουν Fe, Zn, Cu, Na, S, και Se).

- Το ασβέστιο σχετίζεται άμεσα με την προστασία και την υγεία των οστών.
- Το κάλιο συμβάλει στην υγεία του καρδιαγγειακού συστήματος, καθώς επίσης και στην ισορροπία των ηλεκτρολυτών στα κύτταρα του οργανισμού.
- Το μαγνήσιο ελέγχει τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης.

Οι φυτικές ίνες που περιέχονται στο πορτοκάλι, βοηθούν στην καταπολέμηση της δυσκοιλιότητας αλλά και στην προστασία κατά του έλκους. Η πηκτίνη, στην οποία είναι πλούσια τα πορτοκάλια, θεωρείται ότι επιβραδύνει την απορρόφηση των λιπών από το σώμα και να μειώνει τα επίπεδα της LDL χοληστερόλης.

Οι σημαντικότερες βιταμίνες που περιέχουν τα πορτοκάλια είναι η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) και το φολικό οξύ (βιταμίνη B9).

Ένα μέτριο σε μέγεθος πορτοκάλι μας προμηθεύει με σχεδόν το 100% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης σε βιταμίνη C. Η βιταμίνη C έχει τεράστια σημασία για τον ανθρώπινο οργανισμό και είναι αναγκαία για τις διάφορες μεταβολικές λειτουργίες, όπως η σύνθεση του κολλαγόνου, η διατήρηση της σταθερότητας των αιμοφόρων αγγείων, το μεταβολισμό των αμινοξέων και της απελευθέρωσης των διαφόρων ορμονών στα επινεφρίδια. Επιπλέον, η βιταμίνη C βοηθά στην απορρόφηση του σιδήρου από τα τρόφιμα γιατί μετατρέπει τον τρισθενή σίδηρο σε δισθενή, δημιουργώντας ένα απορροφήσιμο σύμπλεγμα. Οι ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου σε βιταμίνη C είναι μεγάλες και φτάνουν τα 70-80 mg.

Η υψηλή περιεκτικότητα του πορτοκαλιού σε βιταμίνη C δρα επίσης και ως ένα αντιοξειδωτικό που προστατεύει τα κύτταρα από βλάβες από τις ελεύθερες ρίζες ενώ ταυτόχρονα διεγείρει την παραγωγή των λευκών αιμοσφαιρίων στο σώμα μας, βελτιώνοντας έτσι το ανοσοποιητικό σύστημα.

Όσον αφορά το φολικό οξύ, τα πορτοκάλια είναι επίσης σημαντική πηγή, αν και οι ποσότητες του σε αυτά είναι αναλογικά μικρότερη από τα φυλλώδη λαχανικά (αντίδι, σπανάκι κλπ). Το φολικό οξύ λαμβάνει μέρος στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων καθώς είναι απαραίτητο για την βιοσύνθεση των βάσεων του DNA. Έλλειψη φολικού οξέος επιφέρει ελάττωση των ερυθρών αιμοσφαιρίων κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα την κόπωση του οργανισμού, ενώ η ελάττωση των λευκών αιμοσφαιρίων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ευαισθησίας του οργανισμού σε

προσβολές ασθενειών. Επίσης έχει δειχθεί ότι το φολικό οξύ παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη προβλημάτων που σχετίζονται με τον νευρικό ιστό και βοηθά στην σωστή ανάπτυξη του εγκεφάλου. Επιπλέον χαμηλή περιεκτικότητα του οργανισμού σε φολικό οξύ προκαλεί σχάση των χρωμοσωμάτων, κάτι που έχει συνδεθεί με την εκδήλωση νεοπλασιών, ιδιαίτερα στο παχύ έντερο και στο μαστό. Αποτελεί απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για υγιές σπέρμα, προστατεύοντάς το από γενετικές βλάβες που μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα.

Εκτός από τις παραπάνω βιταμίνες (C και B9), τα πορτοκάλια περιέχουν και άλλες σημαντικές βιταμίνες (αν και σε ποσότητες χαμηλότερες από άλλες πηγές τροφίμων), όπως είναι το β-καροτένιο (προβιταμίνη A), βιταμίνη E (τοκοφερόλη) και βιταμίνες του συμπλέγματος B (θειαμίνη-B1, ριβοφλαβίνη-B2, νιασίνη-B3, παντοθενικό οξύ-B5, πυριδοξίνη-B6).

Εκτός από τις βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία τα πορτοκάλια περιέχουν και πολλά φυτοχημικά, περισσότερα από 170 όπως καροτενοειδή, τερπενοειδή, φλαβονοειδή, λιμονοειδή, με εξέχουσες αντιοξειδωτικές επιδράσεις, προσφέροντας μέγιστη προστασία έναντι της υπέρμετρης παραγωγής των ελευθέρων ριζών, μορίων με ιδιαίτερα βλαπτική επίδραση στα κύτταρα.

Για παράδειγμα μία ένωση που βρίσκεται στα πορτοκάλια και άλλα εσπεριδοειδή, που ονομάζεται D-λιμονένιο, έχει βρεθεί ότι είναι αποτελεσματική στην πρόληψη ορισμένων μορφών καρκίνου, όπως ο καρκίνος του δέρματος, ο καρκίνος του μαστού, ο καρκίνος του πνεύμονα, ο καρκίνος του στόματος και ο καρκίνος του παχέος εντέρου.

Ένα από τα πιο σημαντικά φλαβονοειδή στα πορτοκάλια είναι η εσπεριδίνη. Η συγκέντρωση εσπεριδίνης είναι σημαντικά υψηλότερη στον εσωτερικό φλοιό, παρά στην πορτοκαλί τους σάρκα. Η εσπεριδίνη όπως και η πηκτίνη στα πορτοκάλια έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν την LDL – χοληστερόλη. Επίσης θεωρείται ότι τα φλαβονοειδή του πορτοκαλιού εμποδίζουν τη δράση ενζύμων που μετατρέπουν κάποια συστατικά του καπνού του τσιγάρου σε καρκινογενείς ουσίες.

Οι ευεργετικές δράσεις του πορτοκαλιού και των άλλων εσπεριδοειδών, εκτός από την πρόληψη του καρκίνου και των εγκεφαλικών επεισοδίων, επεκτείνονται στην πρόληψη του διαβήτη, του καταρράκτη, της αρθρίτιδας, της παχυσαρκίας και του εκφυλισμού της ωχράς κηλίδας του ματιού που είναι η σημαντικότερη αιτία τύφλωσης στους ηλικιωμένους.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σκοπός της εργασίας

Η σύνθεση των συστατικών των καρπών των πορτοκαλιών αλλά και όλων των υπόλοιπων εσπεριδοειδών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι οι συνθήκες σχηματισμού και ανάπτυξής τους, οι διάφορες καλλιεργητικές επεμβάσεις (λιπάνσεις – ψεκασμοί - αρδεύσεις), τα χρησιμοποιηθέντα υποκείμενα, η ποικιλία και οι κλιματολογικές συνθήκες. Μια ποικιλία καλλιεργούμενη σε διαφορετικές περιοχές μπορεί να ποικίλει στη σύσταση των συστατικών των καρπών της (Καραουλάνης 2003).

Ένα σημαντικό κλάσμα των συστατικών του καρπού των πορτοκαλιών είναι οι ποικίλες ουσίες με αντιοξειδωτικές ικανότητες, με πλέον αντιπροσωπευτική ουσία τη βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά, ως ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, σε χυμό τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιών που καλλιεργήθηκαν στις ίδιες εδαφοκλιματικές συνθήκες και δέχθηκαν τις ίδιες καλλιεργητικές επεμβάσεις (λίπανση, άρδευση) στην περιοχή της Αργολίδας (κέντρο παραγωγής πορτοκαλιών). Σκοπός της εργασίας ήταν να αξιολογηθεί αν μεταξύ των ποικιλιών υπάρχει σημαντική διαφορά στην περιεκτικότητα του χυμού των καρπών τους σε αντιοξειδωτικά συστατικά.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι καρποί στους οποίους αξιολογήθηκε η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού τους, προέρχονταν από δένδρα σε πλήρη ανάπτυξη, τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιάς εγκατεστημένων στον ίδιο οπωρώνα έκτασης 21 στρεμμάτων στην περιοχή Χαλέπα Άργους. Το έδαφος του οπωρώνα ήταν «αργιλώδες» και ασβεστόχο.

Οι ποικιλίες που αξιολογήθηκαν ήταν: Salustiana (σαλουσιάνα), Washington navel (μέρλιν), Navelina navel (ναβελίνα) και Sanguine (σαγκουίνι). Τα δένδρα της ποικιλίας «σαλουσιάνα» ήταν ηλικίας 20 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο citrumelo, ενώ τα υπόλοιπα ήταν ηλικίας 40 ετών εμβολιασμένα σε υποκείμενο νεραντζιάς

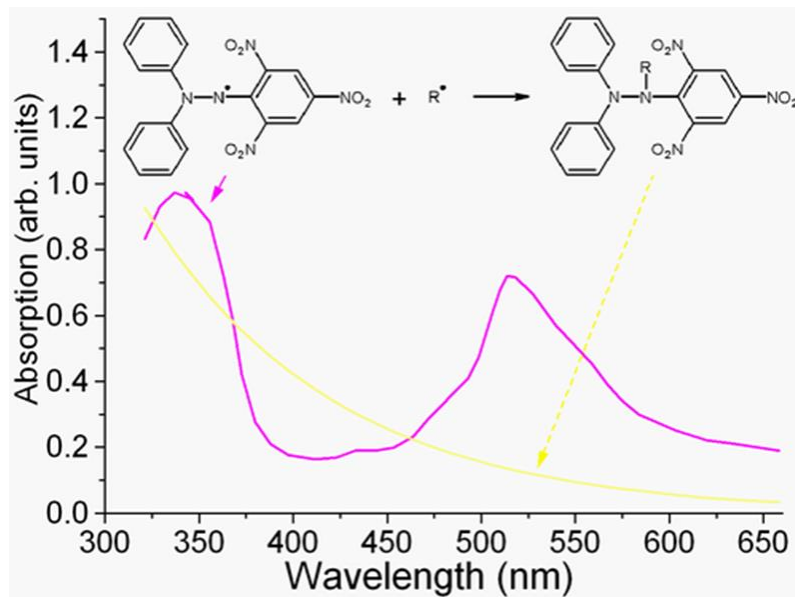
Κατά την διάρκεια του έτους όλα τα δένδρα δέχθηκαν τις ίδιες επεμβάσεις αναφορικά με την φυτοπροστασία, άρδευση και λίπανσή τους. Ειδικά η λίπανση των δένδρων έγινε με προσθήκη στο έδαφος 1 kg ουρίας (46-0-0) ανά δένδρο κατά τον Απρίλιο του 2018, την προσθήκη 4 kg / δένδρο, σύνθετου λιπάσματος 14-8-14 εμπλουτισμένου με ιχνοστοιχεία, τον Αύγουστο του 2018, ενώ έγινε και διαφυλλική λίπανση με ψεκάσμο των δένδρων τον Ιούνιο του 2018, με διάλυση 4 kg υδατοδιαλυτού λιπάσματος 20-20-20, εμπλουτισμένου με ιχνοστοιχεία και 1 kg οργανικού λιπάσματος εμπλουτισμένου με 80% αμινοξέα, σε κάθε κυβικό μέτρο ψεκαστικού διαλύματος.

Τον Φεβρουάριο του 2019 συλλέχθηκαν τυχαία από κάθε ποικιλία 20 καρποί και έγινε ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των ουσιών που περιέχονται στον χυμό τους με την μέθοδο DPPH.

Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας με την μέθοδο του DPPH

Η μέθοδος βασίζεται στη βαθμιαία εξαφάνιση της ιώδους απόχρωσης της σταθερής DPPH ρίζας στα 515 nm λόγω της δέσμευσής της από αντιοξειδωτικές ουσίες με ισχυρή ικανότητα αδρανοποίησης ελευθέρων ριζών.

Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση του αντιοξειδωτικού με μεθανολικό (MeOH) ή αιθανολικό (EtOH) διάλυμα της σταθερής 1,1-διφαινυλ-2-πικριλυδραζυλικής ρίζας (DPPH), η οποία απορροφά έντονα στα 515 nm. Με την προσφορά υδρογόνου/ηλεκτρονίου ανάγεται σε υδραζίνη με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό του διαλύματος. Λόγω της παρουσίας του μονήρους ηλεκτρονίου, το DPPH έχει υψηλή απορρόφηση σε αιθανολικό ή μεθανολικό διάλυμα στα 515 nm. Όσο το ηλεκτρόνιο αυτό δεσμεύεται, η απορρόφηση μειώνεται και ο βαθμός αποχρωματισμού είναι στοιχειομετρικά ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχουν δεσμευτεί. Η κατανάλωση του DPPH από τα αντιοξειδωτικά, έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του πορφυρού χρώματος του διαλύματός του, η οποία παρακολουθείται στα 515 nm, όπου παρατηρείται το μέγιστο του φάσματος της ρίζας.



Καμπύλη απορρόφησης διαλύματος DPPH στα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος. Η ιώδης καμπύλη αφορά την μη δεσμευμένη ρίζα του DPPH από τα αντιοξειδωτικά Η κίτρινη καμπύλη αφορά την δεσμευμένη ρίζα του DPPH. Σε μήκος κύματος 515 nm η απορρόφηση του φωτός από την δεσμευμένη ρίζα του DPPH είναι ελάχιστη, ενώ η μη δεσμευμένη παρουσιάζει μέγιστο απορρόφησης.

Πειραματική διαδικασία

Προετοιμασία δειγμάτων

Αρχικά έγινε έκθλιψη του κάθε καρπού και παραλήφθηκε ο χυμός του. Μια ποσότητα χυμού από τον κάθε καρπό διηθήθηκε με διηθητικό χαρτί wattman No 2, ώστε να κατακρηθούν τα στερεά συστατικά.

Από το κάθε εκχύλισμα-διήθημα χυμού ελήφθησαν με μικροπιπέτα, 100μl και στην ποσότητα αυτή έγινε προσθήκη 900 μl μεθανόλης (αραίωση του δείγματος 1/10).

Παρασκευή διαλύματος DPPH

Για την παρασκευή του βασικού αντιδραστηρίου (standard), χρησιμοποιήθηκαν 2,36 mg DPPH, τα οποία διαλύθηκαν σε 100 ml μεθανόλης και το διάλυμα αυτό (60 μMol) τοποθετήθηκε στο σκοτάδι σε θερμοκρασία δωματίου. Στην συγκεκριμένη συγκέντρωση το διάλυμα αυτό παρουσιάζει τιμές απορρόφησης 0,7 στο μήκος κύματος των 515 nm και έχει ένα έντονο ιώδη χρωματισμό.

Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας

Λαμβάνεται ποσότητα 50 μl από το κάθε αραιωμένο δείγμα χυμού και προστίθεται σε πλαστική κυψελίδα «ωφέλιμου» όγκου 2 ml. Ακολούθως προστίθενται στην κυψελίδα 1950 μl αντιδραστήριο DPPH. Οι κυψελίδες καλύπτονται με πλαστικό φιλμ (parafilm) για την αποφυγή εξάτμισης της μεθανόλης και τοποθετούνται σε σκοτεινό μέρος για μισή ώρα. Ο χρόνος αυτός κρίνεται απαραίτητος ώστε να ολοκληρωθεί η αντίδραση του DPPH με τα υπάρχοντα αντιοξειδωτικά στο εκάστοτε δείγματος χυμού και να σταθεροποιηθεί ο αποχρωματισμός του αντιδραστηρίου.

Πριν την ακολουθία των μετρήσεων προηγείται μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου με καθαρή μεθανόλη και στην συνέχεια λαμβάνονται οι μετρήσεις απορρόφησης του εκάστοτε δείγματος (τιμή απορρόφησης δείγματος σε χρόνο 30 min: A_{30}) στο φασματοφωτόμετρο. Παράλληλα λαμβάνεται και μέτρηση από το standard διάλυμα του DPPH (μάρτυρας), η οποία αφορά την τιμή απορρόφησης σε χρόνο 0 min: A_0 .

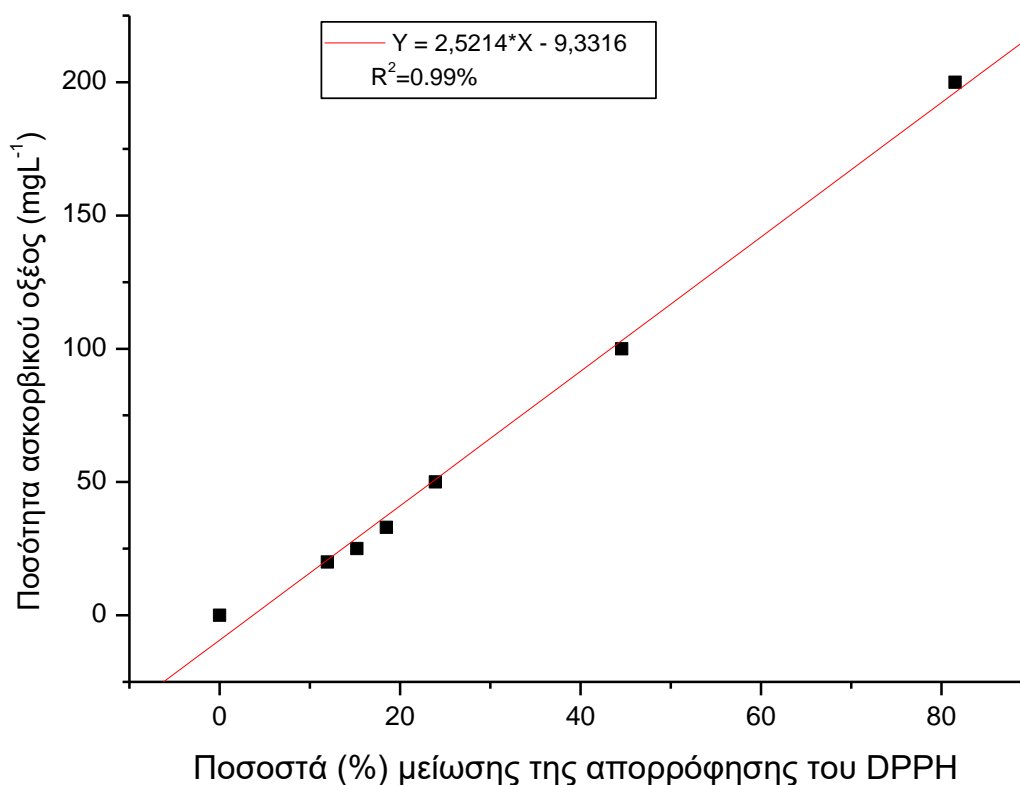
Οι μετρήσεις εκφράζονταν σε ποσοστό (%) μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH (λόγω της παρουσίας των αντιοξειδωτικών) και μπορεί να θεωρηθεί ως ποσοστό αντιοξειδωτικής ικανότητας ($\Delta A\%$). Οι τιμές αυτές προσδιορίζονται από την σχέση:

Οι τιμές αυτές, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την στατιστική ανάλυση και σύγκριση των διαφόρων πειραματικών μεταχειρίσεων, συνήθως εκφράζονται σε «ισοδύναμες ποσότητες» κάποιων ισχυρών αντιοξειδωτικών ουσιών αναφοράς, όπως είναι το trolox (ανάλογο της βιταμίνης E) ή το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), ή το Γαλλικό Οξύ. Οι ποσότητες αυτές αφορούν την ποσότητα του αντιοξειδωτικού αναφοράς, η οποία έχει το ίδιο αποτέλεσμα (ποσοστό %) αποχρωματισμού στο βασικό διάλυμα DPPH (μάρτυρα).

Στην παρούσα εργασία ως αντιοξειδωτικό αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το ασκορβικό οξύ μέσω του οποίου καταρτίστηκε καμπύλη αναφοράς που σχετίζει τα ποσοστά μείωσης της απορρόφησης του DPPH με τις συγκεντρώσεις του ασκορβικού οξέος.

Για την κατάρτιση της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος της τάξεως των 0, 20, 25, 35, 50, 100 και 200 mgL^{-1} (χιλιοστογραμμάρια ανά λίτρο ή ppm). Από τα ανωτέρω διαλύματα ασκορβικού οξέος ελήφθησαν ποσότητες των 50 μl, οι οποίες αντέδρασαν με 1950 μl από το βασικό

διάλυμα των 60 μMol του DPPH. Η καμπύλη αναφοράς που προέκυψε από τις μετρήσεις αυτές παρουσιάζεται στο γράφημα της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 16: Σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60 μMol του DPPH.

Η εξίσωση παλινδρόμησης,

$$Y = 2,5214 * X - 9,3316 \quad (R^2 = 0,99)$$

αποδίδει την μαθηματική σχέση μεταξύ των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του διαλύματος των 60 μMol του DPPH και των τιμών της ποσότητας του ασκορβικού οξέος που αντιστοιχούν σε αυτές.

Δεδομένου ότι πριν την μέτρηση των δειγμάτων προηγήθηκε αραίωση του χυμού τους κατά 10 φορές (αραίωση 1/10), οι τιμές αντιστοίχισης σε ισοδύναμα ασκορβικού οξέος που προκύπτουν από την παραπάνω γραμμική σχέση όταν πολλαπλασιαστούν επί 10 φορές, αποδίδουν την ισοδύναμη ποσότητα σε ασκορβικό οξύ που περιέχεται σε 1 λίτρο νωπού χυμού των καρπών του πειράματος. Όμως στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων καθώς και στην παρουσίαση τους δεν έγινε η παραπάνω μετατροπή,

καθώς είναι σύνηθες να αναφέρεται η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ του χυμού των εσπεριδοειδών σε mg ασκορβικού οξέος ανά 100 g χυμού.



Κυψελίδα πριν την τοποθέτησή της στο φασματοφωτόμετρο UV.

11.4. Αποτελέσματα και συζήτηση

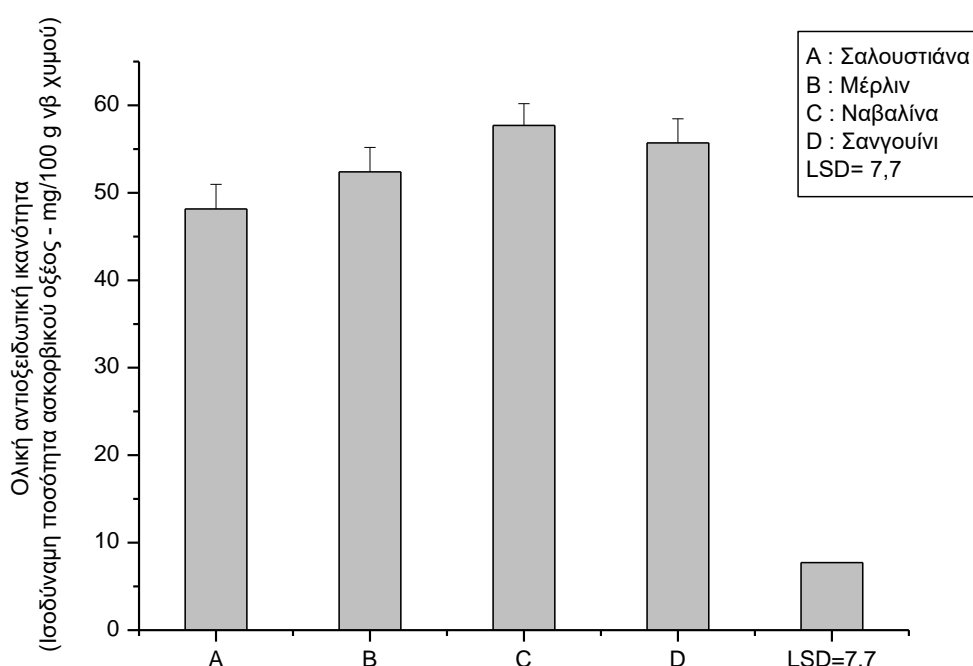
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του χυμού των καρπών από τις τέσσερις ποικιλίες πορτοκαλιών, που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας: Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα εκπεφρασμένη σε ισοδύναμη ποσότητα ασκορβικού οξέος (mg/100g ν.β.) του χυμού των καρπών τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιάς που καλλιεργήθηκαν στην Αργολίδα. Τα δένδρα δέχθηκαν τις ίδιες καλλιεργητικές επεμβάσεις.

	Σαλουστιάνα	Μέρλιν	Ναβαλίνα	Σανγκοίνι
	41	66	69	69
	41	63	51	51
	35	41	57	69
	66	51	57	63
	41	60	76	63
	47	63	44	44
	66	60	54	63
	41	38	76	54
	44	66	66	54
	29	57	51	51
	44	60	44	35
	32	35	57	60
	54	35	57	38
	69	66	51	69
	69	38	66	69
	60	41	44	35
	35	35	57	44
	57	60	38	60
	41	69	73	47
	51	44	66	76
MO ± StEr	48,1 ± 2,8	52,4 ± 2,8	57,7 ± 2,5	55,7 ± 2,7

Η ανάλυση της διασποράς (διακύμανσης) (ANOVA) (βλέπε παράρτημα, πίνακας 4) των παραπάνω τιμών φανερώνει ότι μεταξύ των τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιών, **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές** ($F=2,36$ για 3 και 76 βαθμούς ελευθερίας, $P=0,08$), αναφορικά με την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των συστατικών στον χυμό των καρπών τους.

Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται και στο γράφημα της παρακάτω εικόνας



Μέση Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα εκπεφρασμένη σε ισοδύναμη ποσότητα ασκορβικού οξέος (mg/100g ν.β.) του χυμού των καρπών τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιάς που καλλιεργήθηκαν στην Αργολίδα και δέχθηκαν τις ίδιες καλλιεργητικές επεμβάσεις.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η σύνθεση των συστατικών του καρπού των εσπεριδοειδών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται η γενετική καταβολή (ποικιλία) και οι καλλιεργητικές επεμβάσεις, ιδιαίτερα η λίπανση και η άρδευση των δένδρων από τα οποία προέρχονται οι καρποί.

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης της επίδρασης που μπορεί να έχει ο παράγοντας «ποικιλία» στην περιεκτικότητα των καρπών της πορτοκαλιάς

σε αντιοξειδωτικές ουσίες, όταν άλλοι σημαντικοί παράγοντες όπως η λίπανση και η άρδευση των δένδρων είναι σταθερές και κοινές για κάθε ποικιλία.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με βάση του καρπούς των ποικιλιών Σαλουσιάνα, Μέρλιν, Ναβαλίνα και Σανγκουίνι, προερχόμενων από τον ίδιο οπωρώνα της Αργολίδας, έδειξαν ότι η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού των πορτοκαλιών αυτών κυμάνθηκε από 29 – 76 mg ισοδύναμης ποσότητας ασκορβικού οξέος ανά 100 g χυμού. Το εύρος αυτών των τιμών ήταν αρκετά μεγάλο για το μέγεθος του πειραματικού δείγματος (20 επαναλήψεις ανά επέμβαση), με αποτέλεσμα η γενική δοκιμασία του F να μην μπορεί να επιβεβαιώσει στατιστικά την ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των τεσσάρων ποικιλιών, οι μέσες τιμές των οποίων κυμάνθηκαν μεταξύ των 48 mg/100 g για τα σαλουσιάνα και 58 mg/100 g για τις ναβαλίνας.

Μπορούμε όμως να θεωρήσουμε ότι μεταξύ των τεσσάρων συγκεκριμένων ποικιλιών όταν καλλιεργούνται στον ίδιο οπωρώνα, η περιεκτικότητα του χυμού τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες (με κυρίαρχη μορφή το ασκορβικό οξύ) δεν θα παρουσιάσει μεγάλες διαφορές όταν όλα τα δένδρα δέχονται τις ίδιες καλλιεργητικές επεμβάσεις.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς των τιμών της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του χυμού τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιάς.

<i>Προέλευση διακύμανσης</i>	<i>Άθροισμα τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F (πειράματος)</i>	<i>τιμή-P</i>	<i>κριτήριο F</i>
Μεταχειρίσεις (Συνθήκες σκίασης)	1046,238	3	348,7458	2,36	0,08	2,72
Πειραματικό σφάλμα	11221,75	76	147,6546			
Σύνολο	12267,99	79				

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γ. Γιακουμέτης, *Ελκυστήρες και Γεωργικά Μηχανήματα*, Εκδόσεις «Ίων», Αθήνα 1992.
2. Ιωάννης Ν. Θεριός, *Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα*, Εκδόσεις Α.Δ.Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 1996.
3. Καραουλάνης Γ., 2003. Τεχνολογία επεξεργασίας οπωροκηπευτικών. Εκδόσεις Art of Text, ISBN 9603121177, Θεσσαλονίκη.
4. Κωνσταντίνος Σινάνης, *Έδαφος-Διαχείριση Περιβάλλον*, Ηράκλειο 2016.
5. Μ. Βασιλακάκης-Ι. Θεριός, *Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας, Εσπεριδοειδή*, Εκδόσεις Άγι-Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 2006.
6. Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης, *Γενική και Ειδική Δενδροκομία*, Εκδόσεις Άγι-Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 2016.
7. Π.Χ. Κουκουλάκης-Α.Η. Παπαδόπουλος, *Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής*, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 2003.