



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Συγκριτική αξιολόγηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας και της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C και ολικές φαινόλες των καρπών τριών εμπορικών ποικιλιών λωτού (*Diospyros sp*)”



ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΙΤΣΙΟΣ (Α.Μ. 1816110)

ΕΛΠΙΔΑ ΜΠΕΚΑ (Α.Μ. 1815987)

Επιβλέπων καθηγητής: ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΚΑΡΙΠΙΔΗΣ

Άρτα, Ιούνιος 2022

**“Comparative evaluation of the total antioxidant capacity and the content of vitamin C and total phenols of the fruits of three commercial persimmon (*Diospyros* sp) varieties”**

**Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή**

Αρτα, Ιούνιος 2022

## **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

1. Επιβλέπων καθηγητής  
Καριπίδης Χαράλαμπος
2. Μέλος επιτροπής  
Μπέζα Παρασκευή
3. Μέλος επιτροπής  
Στουρνάρας Βασίλειος

© ΚΙΤΣΙΟΣ Παναγιώτης, 2022.

© ΜΠΕΚΑ Ελπίδα, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

### Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνουμε υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μας ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής, ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

- 1) ΚΙΤΣΙΟΣ Παναγιώτης
- 2) ΜΠΕΚΑ Ελπίδα

Υπογραφές

- 1)
- 2)

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κο. Καριπίδη Χαράλαμπο, που μας ανέθεσε την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, η ολοκλήρωση της οποίας δε θα ήταν εφικτή, χωρίς την εν γένει αρωγή του.

Επιπροσθέτως, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας κο. Ζήση Κωνσταντίνο για την έμπρακτη στήριξή του, καθώς και τον κ. Τσουμάνη Σπυρίδωνα, παραγωγό ποικιλιών λωτού στο Λούρο Πρέβεζας για την πολύτιμη βοήθειά του.

Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειές μας για τη αμέριστη συμπαράσταση και κατανόηση που επέδειξαν, κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο λωτός είναι το φρούτο που στην αρχαιότητα χαρακτηρίστηκε «τροφή των θεών». Αποτελεί μια ισχυρή πηγή θρεπτικών αντιοξειδωτικών στοιχείων, όπως είναι τα καροτινοειδή και οι πολυφαινόλες και μας εφοδιάζει με τα απαραίτητα αυτά στοιχεία, αλλά και με πολύ περισσότερα, όπως βιταμίνες C, B1, B2 και B6, κάλιο, μαγγάνιο, φώσφορο και χαλκό.

Παρόλα αυτά, δεν αποτελεί σήμερα στη χώρα μας ιδιαίτερα καταναλωτικό προϊόν. Ωστόσο, η καλλιέργειά του στην Ελλάδα έχει μεγάλες προοπτικές, μιας και η χώρα μας διαθέτει ιδανικές συνθήκες όσον αφορά στο κλίμα και το έδαφος για την εγκατάσταση εμπορικών καλλιεργειών λωτού.

Η παρούσα εργασία αναφέρεται αρχικά στην καλλιέργεια του λωτού και τις διάφορες ποικιλίες του, ενώ στο πειραματικό της μέρος αξιολογούνται συγκριτικά η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και ολικές φαινόλες τριών ποικιλιών λωτού (Fuju, Jiro, Karaliok).

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την επικρατούσα άποψη για την υψηλή διατροφική αξία των καρπών του Λωτού, ιδιαίτερα ως πηγή ασκορβικού οξέος και γενικά σε ουσίες με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Παράλληλα όμως φανερώνουν ότι μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών υπάρχουν πολύ σημαντικές διαφορές ως προς την σύσταση των καρπών αναφορικά με την περιεκτικότητά τους στις διάφορες ουσίες με υψηλή διατροφική αξία, όπως η βιταμίνη C, οι διάφορες φαινολικές ουσίες και γενικά ουσίες με αντιοξειδωτικές ικανότητες. Οι διαφορές αυτές αφορούν τόσο στις ποσότητες που προσδιορίστηκαν, όσο και στην αναλογία των ουσιών αυτών στους καρπούς της εκάστοτε ποικιλίας.

**Λέξεις-κλειδιά:** λωτός, αντιοξειδωτική ικανότητα, βιταμίνη C, φαινόλες

## ABSTRACT

Persimmon is the fruit that in antiquity was characterized as "food of the gods". It is a powerful source of nutrients such as carotenoids and polyphenols and provides us with these essential elements, but also with many more, such as vitamins C, B1, B2 and B6, potassium, manganese, phosphorus and copper.

Nevertheless, it is not a very consumer product in our country today. However, its cultivation in Greece has great prospects, since our country has ideal conditions in terms of climate and soil for the establishment of commercial lotus crops.

The present work initially refers to the cultivation of persimmon and its various varieties, while in its experimental part the total antioxidant capacity and content of vitamin C and total phenols of three varieties of persimmon (Fuju, Jiro, Karaliok) are evaluated.

The results confirmed the prevailing view of the high nutritional value of persimmon fruits, especially as a source of ascorbic acid and in general with substances with antioxidant properties. At the same time, however, they show that there are very important differences between the cultivated varieties in terms of fruit composition in terms of their content of various substances with high dietary value, such as vitamin C, various phenolic substances and generally substances with antioxidant abilities. These differences concern both the quantities identified and the proportion of these substances in the fruits of each variety.

**Keywords:** persimmon, antioxidant capacity, vitamin C, phenols

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	6
ABSTRACT.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΥΘΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° - ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΩΤΟΥ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° - ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΛΩΤΟΥ.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° - ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΛΩΤΟΥ.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° - ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ/ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ ΛΩΤΟΥ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° - ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΛΩΤΟΥ.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° - ΕΧΘΡΟΙ ΤΟΥ ΛΩΤΟΥ.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8° - ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ/ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ/ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ ΛΩΤΟΥ.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9° - ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ/ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΛΩΤΟΥ.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10° - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ/ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ/ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	86



**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 1. Συστηματική ταξινόμηση λωτού (σελ. 22)

Πίνακας 2. Θρεπτική αξία λωτού (σελ. 62)

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1. Μαζεύοντας λωτούς (Picking Persimmons Kaki – mogi), έργο του Kitagawa Utamaro, Ιαπωνία 1802
- Εικόνα 2. Ο Οδυσσέας μεταξύ των Λωτοφάγων (σχέδιο του 18ου αιώνα)
- Εικόνα 3. Παραφυάδες ενήλικου δέντρου λωτού (ριζοβλαστήματα)
- Εικόνα 4. Δέντρο λωτού (Λούρος Πρέβεζας, Νοέμβριος 2021)
- Εικόνα 5. Βραχίονες δέντρου λωτού
- Εικόνα 6. Έκπτυξη οφθαλμών λωτού (Πλησιοί Άρτας, Απρίλιος 2022)
- Εικόνα 7. Δέντρο λωτού - φυλλοβόλα μορφή (Πλησιοί Άρτας, Μάρτιος 2022)
- Εικόνα 8. Δέντρο λωτού (Πλησιοί Άρτας, Μάιος 2022)
- Εικόνα 9. Θηλυκά άνθη δέντρου λωτού
- Εικόνα 10. Αρσενικά άνθη λωτού
- Εικόνα 11. Ερμαφρόδιτα άνθη λωτού
- Εικόνα 12. Δέντρο λωτού, ποικιλίας Mercatelli (Λούρος Πρεβέζης, Νοέμβριος 2021)
- Εικόνα 13. Φύλλα λωτού, ποικιλίας Jiro (Λούρος Πρέβεζας, Νοέμβριος 2021)
- Εικόνα 14. Καρποί *Diospyros lotus*
- Εικόνα 15. Καρποί *Diospyros kaki*
- Εικόνα 16. Καρποί ποικιλίας Hachiya
- Εικόνα 17. Καρποί ποικιλίας Shakoku
- Εικόνα 18. Καρποί ποικιλίας Hana fujū
- Εικόνα 19. Καρποί ποικιλίας Yemon
- Εικόνα 20. Καρποί ποικιλίας O' Goshō
- Εικόνα 21. Καρποί ποικιλίας Dai dai maru
- Εικόνα 22. Καρποί ποικιλίας Tanenashi
- Εικόνα 23. Καρποί ποικιλίας Flat seedless
- Εικόνα 24. Καρποί ποικιλίας Fujū
- Εικόνα 25. Καρποί ποικιλίας Jiro
- Εικόνα 26. Καρποί ποικιλίας Atago
- Εικόνα 27. Καρποί ποικιλίας Rojo brillante
- Εικόνα 28. Καρποί ποικιλίας Tone wase
- Εικόνα 29. Καρποί ποικιλίας Triumph

- Εικόνα 30. Καρποί ποικιλίας Aizumi shirazu
- Εικόνα 31. Καρποί ποικιλίας Karaliok
- Εικόνα 32. Δέντρο λωτού πριν το κλάδεμα
- Εικόνα 33. Δέντρο λωτού μετά το κλάδεμα
- Εικόνα 34. *Diospyros lotus*
- Εικόνα 35. *Diospyros kaki*
- Εικόνα 36. *Diospyros virginiana*
- Εικόνα 37. Σηψηρριζίες στο λαιμό δέντρου λωτού
- Εικόνα 38. Κεφαλοσπορίωση στο λωτό
- Εικόνα 39. Ωίδιο στο λωτό
- Εικόνα 40. Μύγα της Μεσογείου
- Εικόνα 41. Ερυθρός ξυλοφάγος (σαράκι)
- Εικόνα 42. Κίτρινος ξυλοφάγος (σαράκι)
- Εικόνα 43: Τόρτυξ
- Εικόνα 44: Προσβολή καρπών λωτού από το ψευδοκοκκοειδές *Planococcus citri*
- Εικόνα 45. Φλοιοφάγος
- Εικόνα 46. Συγκομιδή λωτού
- Εικόνα 47. Ξύδι παράγωγο λωτών (περιοχή Γιαννιτσών Πέλλας)
- Εικόνα 48. Η χημική δομή του L- ασκορβικού οξέος (Βιταμίνη C)
- Εικόνα 49. Χημικός τύπος της φαινόλης, της πιο απλής από τις φαινόλες
- Εικόνα 50. Αίθουσα εργαστηρίου Τμήματος Γεωπονίας, όπου έλαβε χώρα το πείραμα
- Εικόνα 51. Δείγματα λωτού και αναλυτικός ζυγός
- Εικόνα 52. Εκχύλιση δειγμάτων
- Εικόνα 53. Καμπύλη αναφοράς που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και καταναλισκόμενου όγκου ιωδιούχου διαλύματος 0,1% σε I<sub>2</sub>
- Εικόνα 54. Καμπύλη απορρόφησης διαλύματος DPPH στα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος.
- Εικόνα 55: Σχέση μεταξύ ποσότητας αντιοξειδωτικού αναφοράς (trolox) και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60 μΜol του DPPH

Εικόνα 56: Καμπύλη αναφοράς που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας γαλλικού οξέος και απορρόφησης φωτός σε μήκος κύματος 750nm, μετά την αντίδραση με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu

Εικόνα 57: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της ποσότητας (mg) ασκορβικού οξέος ανά 100 g νωπής σάρκας των καρπών των ποικιλιών Λωτού FUYU, JIRO και KARALIOK.

Εικόνα 58: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της ολικής αντιοξειδωτική ικανότητας σε ισοδύναμα trolox των καρπών των ποικιλιών Λωτού FUYU, JIRO και KARALIOK.

Εικόνα 59. Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες εκπεφρασμένες σε ισοδύναμα Γαλλικού οξέος των καρπών των ποικιλιών Λωτού FUYU, JIRO και KARALIOK.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο λωτός είναι το φρούτο που στην αρχαιότητα χαρακτηρίστηκε «τροφή των θεών». Ανήκει στα Εβеноειδή (Ebenaceae) και έχει περισσότερα από τετρακόσια (400) διαφορετικά είδη (Bibi et al., 2007). Ο καρπός του έχει σχεδόν σφαιρικό σχήμα, πορτοκαλί-κόκκινο χρώμα και όταν ωριμάσει είναι γλυκός και ζουμερός. Είναι ιδιαίτερα θρεπτικός με αντιοξειδωτικές ουσίες (καροτενοειδή, πολυφαινόλες κ.λπ.), ενώ έχει λίγες θερμίδες (Park et al., 2006).

Ο λωτός, αν και ήταν γνωστός καρπός στους Έλληνες από τους μυθικούς χρόνους του Ομήρου, δεν αποτελεί σήμερα στη χώρα μας ιδιαίτερα καταναλωτικό προϊόν. Η καλλιέργειά του δεν έχει μεγάλη ανάπτυξη, παρά τις προσπάθειες που έγιναν κατά το παρελθόν, λόγω των προβλημάτων διάθεσης της παραγωγής, των ποικιλιών με στυφούς καρπούς που καλλιεργούνταν, του μικρού χρόνου συντήρησης των καρπών και της μη εξοικείωσης των Ελλήνων στην κατανάλωσή του.

Ωστόσο, η εμπορική καλλιέργεια του λωτού στην Ελλάδα έχει μεγάλες προοπτικές. Η χώρα μας διαθέτει ιδανικές συνθήκες όσον αφορά στο κλίμα και το έδαφος για την εμπορική καλλιέργεια του λωτού και επιπλέον έχει το πλεονέκτημα ότι ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής των καρπών, θα μπορούσε να καταναλωθεί από τους τουρίστες που την επισκέπτονται κάθε χρόνο. Η εγκατάσταση καλλιεργειών λωτού αποτελεί μια νέα εναλλακτική λύση για τη χώρα μας.

Προκειμένου όμως, να γίνει σωστά η καλλιέργεια αυτή θα πρέπει αφενός να εξασφαλιστεί το αναγκαίο πιστοποιημένο πολλαπλασιαστικό υλικό, αφετέρου να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνικές καλλιέργειας και μεταποίησης της παραγωγής, στηριζόμενοι μεταξύ άλλων και στην τεχνογνωσία άλλων μεσογειακών χωρών, όπως της Ισπανίας και της Ιταλίας.

Παναγιώτης Κίτσιος – Ελπίδα Μπέκα

Ιούνιος 2022

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1.1. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Η πατρίδα του λωτού είναι η Ινδία από όπου εξαπλώθηκε στην Αίγυπτο και την Κίνα, όπου ονομαζόταν «μήλο της Ανατολής». Από την Κίνα εξαπλώθηκε στην Ιαπωνία, όπου σήμερα θεωρείται ως το εθνικό της φρούτο (γνωστό ως kaki) και την Ασία, όπου μέχρι και τις μέρες μας, θεωρείται εκλεκτό προϊόν. Στη Δύση τον διέδωσαν οι Ισπανοί θαλασσοπόροι και στη χώρα μας άρχισε τα τελευταία χρόνια ο λωτός να καλλιεργείται δειλά (Μπούζιος, 2016).

### 1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΥΘΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο λωτός φέρεται να ήταν γνωστός στους αρχαίους Ινδούς από τους οποίους και διαδόθηκε αρχικά στο Θιβέτ και την Κίνα και αργότερα στην Αίγυπτο και την Αρχαία Ελλάδα. Το ωραίο του άνθος διαδραμάτισε σπουδαίο θρησκευτικό σύμβολο αγνότητας και συμπεριελήφθη ομοίως στην αρχιτεκτονική, ζωγραφική και ποίηση όλων των ανωτέρω αρχαίων λαών. Επιπροσθέτως, για τον αραβικό κόσμο, ο λωτός θεωρούνταν φρούτο του παραδείσου (Μπούζιος, 2016).



Εικόνα 1. Μαζεύοντας λωτούς (Picking Persimmons Kaki – mogi), έργο του Kitagawa Utamaro, Ιαπωνία 1802

Οι αρχαίοι Έλληνες ονόμαζαν ως λωτούς πολλά είδη φυτών, ποώδη και δενδροειδή που κατά το Θεόφραστο δεν είχαν σχέση με τον πραγματικό λωτό. Ο δε Διοσκουρίδης αναφέρει τέσσερα είδη λωτού που μόνο το ένα είδος αντιστοιχεί με το

φυτικό γένος αυτού (Πασσάς, 1980, Γιαννίτσaros και συν., 1999). Έτσι το πρώτο είδος του Διοσκουρίδη, «ο λωτός ο ήρεμος», αντιστοιχεί κατά άλλους με το λωτό τον κερατιοφόρο και κατά άλλους με το φυτό μελίλωτος ο μεσσηνιακός που φύονταν γύρω από τη Σπάρτη και την Τροία, όπως αναφέρει και ο Όμηρος (Κακριδής, Καζαντζάκης, 2015), που ήταν ένα είδος τριφυλλίου, με το οποίο τάζαν τα άλογα. Το δεύτερο Διοσκουρίδειο είδος, ο «λωτός ο άγριος», πρόκειται για τον ίδιο που καλλιεργούνταν στην Αίγυπτο, το κηπευτικό τριφύλλι, το αλεξανδρινό. Ο «λωτός το δένδρο» είναι ο λωτός ο κυρηναϊκός, που αντιστοιχεί με τον ζίζυφο λωτό που φύτεται στην Αφρική και την Ελλάδα, του οποίου ο καρπός τρωγόταν όπως αναφέρει και ο Όμηρος (Μαρωνίτης, 2006). Ο μύθος λέει πως από αυτόν τον καρπό, που ήταν μαγεμένος, προσέφεραν στους τρεις συντρόφους του Οδυσσέα, που πήγαν να δουν τι άνθρωποι ζούσαν σε αυτή τη χώρα (ιστορικά τοποθετείται στη Βόρεια Αφρική και συγκεκριμένα στο νησί Τζέρμπα της Τυνησίας). Αυτοί με μιας ξέχασαν την πατρίδα τους και δεν ήθελαν να φύγουν από εκεί, με τον Οδυσσέα να τους παίρνει με τη βία στο πλοίο, όπου ξαναβρήκαν τη μνήμη τους και συνέχισαν το ταξίδι τους.



Εικόνα 2. Ο Οδυσσέας μεταξύ των Λωτοφάγων (σχέδιο του 18ου αιώνα)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 2.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ο λωτός (επιστημονικά Διόσπυρος, *Diospyros*) είναι φρούτο του ομώνυμου γένους φυτών που ανήκει στην οικογένεια των Εβνοειδών (Ebenaceae). Η λέξη διόσπυρος προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις, Διός και Πυρ (εξαιτίας του χρώματος του καρπού) και κατά άλλους από τις λέξεις Δίας και Πυρός, που σημαίνει σιτάρι και γενικότερα τροφή (Παστόπουλος και συν, 2017). Ευδοκίμουν σε όλα τα εδάφη, προτιμούν όμως τα ηλιόλουστα και ζεστά μέρη. Τα περισσότερα είδη είναι διακοσμητικά με εδώδιμο καρπό και κάποια εξ' αυτών, παρέχουν πολύτιμο ξύλο (έβενος), το οποίο είναι μαύρο και πολύ ανθεκτικό.

Υπάρχουν πολλά είδη και ποικιλίες αυτών ("*Diospyros*". The Plant List, 2014), γνωστότερα των οποίων είναι:

- Διόσπυρος ο κακί (*Diospyros kaki*), ιθαγενές της Κορέας και της Ιαπωνίας, ο οποίος τρώγεται υπερώριμος. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε μικρότερη κλίμακα, ιδίως στα Επτάνησα και την Κρήτη.
- Διόσπυρος ο βιργινιανός (*Diospyros virginiana*), ιθαγενές της Β. Αμερικής
- Διόσπυρος ο καυκάσιος (*Diospyros lotus*), ιθαγενές της υποτροπικής νοτιοδυτικής Ασίας και της νοτιοανατολικής Ευρώπης.
- Διόσπυρος ο έβενος (*Diospyros ebenum*), δασικό δέντρο, ιθαγενές της Σρι Λάνκα, το οποίο παρουσιάζει ενδιαφέρον για το πολύτιμο ξύλο του, τον έβενο.

Πίνακας 1: Συστηματική ταξινόμηση λωτού

Βασίλειο	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Τάξη	Ερεϊκώδη (Ericales)
Οικογένεια	Εβνοειδή (Ebenaceae)
Γένος	<b>Διόσπυρος (<i>Diospyros</i> sp L)</b> (G.R.I.N., 1998)



## 2.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΛΩΤΟΥ

### 2.2.1. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το μεγαλύτερο μέρος της ριζόσφαιρας των φυτών είναι συγκεντρωμένο στη ζώνη του εδάφους που περικλείεται ανάμεσα 60 και 80 cm, ενώ οριζοντίως ξεπερνάει την προέκταση της κόμης των δέντρων. Στη νεαρή ηλικία η ρίζα είναι πασσαλώδης, αλλά όσο το δέντρο αναπτύσσεται, απλώνεται οριζόντια και κυκλικά κάτω από την κόμη του δέντρου. Σε ενήλικα φυτά είναι συνηθισμένη η παρουσία επιφανειακών ριζών σε μακρινές αποστάσεις από τον κορμό, από τις οποίες εκφύονται συχνά πολυάριθμες παραφυάδες (ριζοβλαστήματα)



Εικόνα 3. Παραφυάδες ενήλικου δέντρου λωτού (ριζοβλαστήματα)

## 2.2.2. ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΩΤΟΥ

### ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Το δέντρο μπορεί να φτάσει το ύψος των δέκα (10) μέτρων, αλλά χαρακτηρίζεται από βραδεία ανάπτυξη και είναι μακρόβιο. Το φυσικό σχήμα που διαμορφώνει το δέντρο από μόνο του είναι το πυραμοειδές. (Παστόπουλος και συν., 2017)



Εικόνα 4: Δέντρο λωτού (Λούρος Πρέβεζας, Νοέμβριος 2021)

### Ο κορμός

Ο φλοιός του δέντρου είναι ανοιχτόχρωμος, ενώ έχει ξύλο σκληρό και βαρύ, που διακρίνεται από το ανοιχτόχρωμο χρώμα του, σε αντίθεση με τα είδη του εβένου, που το εσωτερικό ξύλο, έχει χαρακτηριστικό μαύρο χρώμα. Οι βραχίονες του φυτού είναι σχετικά ευαίσθητοι και σπάζουν εύκολα από τον άνεμο και το βάρος των καρπών τους. Ο λωτός καρποφορεί, επάνω στους ετήσιους βλαστούς.





Εικόνα 5. Βραχίονες δέντρου λωτού

#### **Τα κλαδιά:**

Εκτείνονται σε γενικές γραμμές όρθια, ενίοτε ωστόσο προσλαμβάνουν μια ελικοειδή, στριφτή και κυρτή ανάπτυξη. Έχουν κεραμιδί ή γκρι χρώμα και φέρουν πολυάριθμα φακίδια, που διακρίνονται εύκολα. Αναπτύσσονται από μικτούς οφθαλμούς και φέρουν στις μασχάλες των φύλλων τα άνθη, που συχνά απουσιάζουν από τα κατώτερα τμήματα. Απαραίτητο είναι η προστασία του δέντρου του λωτού από τον άνεμο, καθώς τα κλαδιά του σπάνε εύκολα, ιδίως όταν είναι φορτωμένα.



Εικόνα 6. Έκπτυξη οφθαλμών λωτού (Πλησιοί Άρτας, Απρίλιος 2022)

### **Οι οφθαλμοί:**

Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ξυλοφόρους και μικτούς καρποφόρους, έχουν σχήμα ωοειδές, φέρονται επάκρια ή πλάγια των βλαστών και διακρίνονται μακροσκοπικά δύσκολα. Οι ξυλοφόροι και οι μικτοί οφθαλμοί εκπτύσσονται την άνοιξη (Απρίλιο). Η διαφοροποίηση των οφθαλμών του λωτού γίνεται το καλοκαίρι και οι πρώτες καταβολές άνθων διαπιστώνονται κατά τον Ιούλιο μήνα. Ο λωτός μπαίνει σε αξιόλογη καρποφορία από τον 3ο-4ο χρόνο της ηλικίας του. Η παραγωγική ζωή του υπολογίζεται περίπου σε 40-50 χρόνια.





Εικόνα 7. Δέντρο λωτού - φυλλοβόλα μορφή (Πλησιοί Άρτας, Μάρτιος 2022)





Εικόνα 8: Δέντρο λωτού (Πλησιοί Άρτας, Μάιος 2022)

**Τα άνθη:**

Τα δέντρα του λωτού μπορούν να φέρουν θηλυκά (υπεροφόρα), αρσενικά (στημονοφόρα) και ερμαφρόδιτα άνθη. Έτσι, το είδος μπορεί να είναι μόνικο, δίοικο και πολύγαμο – δίοικο (Bhanoo, 2014).

Τα θηλυκά άνθη είναι μεγάλων διαστάσεων και διακρίνονται εύκολα κατά την ανθοφορία, λόγω του ογκώδους τους κάλυκα, που αποτελείται από τέσσερα (4) σέπαλα, χρώματος πράσινου. Η στεφάνη αποτελείται από τέσσερα (4) πέταλα, χρώματος ανοιχτού κίτρινου. Επίσης, έχει οχτώ (8) στήμονες, των οποίων οι ανθήρες είναι ατροφικοί.



Εικόνα 9. Θηλυκά άνθη δέντρου λωτού

Τα αρσενικά άνθη είναι πολύ μικρότερα από τα θηλυκά, έχουν είκοσι (20) στήμονες, με πολύ ανεπτυγμένους και πλούσιους σε γύρη ανθήρες, ιδιαίτερα περιζήτητους από τις μέλισσες.





Εικόνα 10. Αρσενικά άνθη λωτού

Τα ερμαφρόδιτα άνθη μπορεί να βρίσκονται μεμονωμένα ή σε ταξιανθίες, ενώ οι διαστάσεις τους και τα μορφολογικά τους στοιχεία είναι ενδιάμεσα στα θηλυκά και τα αρσενικά άνθη.





Εικόνα 11. Ερμαφρόδιτα άνθη λωτού

Οι περισσότερες ποικιλίες απαιτούν επικονιαστές, διότι έχουν μόνο θηλυκά άνθη (μόνοιες) ή έχουν ατελή άνθη. Ποικιλίες επικονίασης είναι η *Vanighlia* και η *Mercatelli* (Badenes et. al, 2002).



Εικόνα 12. Δέντρο λωτού, ποικιλίας Mercatelli (Λούρος Πρεβέζης, Νοέμβριος 2021)

**Τα φύλλα:**

Ο λωτός ανήκει στα φυλλοβόλα δέντρα και τα φύλλα του διαφοροποιούνται πολύ στο σχήμα και στις διαστάσεις, ανάλογα με την ηλικία του δέντρου, του τύπου του κλαδιού και της θέσης στην οποία έχουν εμφανιστεί. Σε γενικές γραμμές τα



φύλλα του λωτού είναι ελλειπτικά με οξεία κορυφή. Το χρώμα των φύλλων είναι έντονο γυαλιστερό πράσινο στην πάνω επιφάνειά τους και πιο ανοιχτό πράσινο ή και ασημί στην κάτω επιφάνειά τους. Σε ορισμένες ποικιλίες το φθινόπωρο το χρώμα των φύλλων, αλλάζει σε κοκκινωπό. Το έλασμα των φύλλων είναι ελαφρά κυματοειδές και το περιθώριο είναι ακέραιο.



Εικόνα 13. Φύλλα λωτού, ποικιλίας Jiro (Λούρος Πρέβεζας, Νοέμβριος 2021)

#### **Οι καρποί:**

Οι καρποί του λωτού παράγονται με γονιμοποίηση των άνθων, αλλά και παρθενοκαρπικά. Ο καρπός είναι ράγα που διακρίνεται τόσο στο σχήμα, όσο και τις διαστάσεις σε συνάρτηση με τις διάφορες ποικιλίες, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και την ηλικία του φυτού. Το σχήμα μπορεί να είναι σφαιρικό, πεπλατυσμένο ή και

κωνικό. Το βάρος του μπορεί να είναι από τα λίγα γραμμάρια που ζυγίζει ο καρπός του *Diospyros lotus*, μέχρι και να ξεπερνάει τα 500 γραμμάρια, όπως συμβαίνει στο *Diospyros kaki*.



Εικόνα 14. Καρποί *Diospyros lotus*

Κατά την ωρίμανση το χρώμα της φλούδας κυμαίνεται από κιτρινοπορτοκαλί, μέχρι και κοκκινωπό. Αποτελείται από οχτώ (8) χώρους που φέρουν σπόρους ή όχι, αν η γονιμοποίηση έγινε παρθενοκαρπικά. Το χρώμα της σάρκας είναι επίσης, από κιτρινοπορτοκαλί ως κοκκινωπό. Σε κάποιες ποικιλίες, ο καρπός είναι στυφός την κανονική εποχή της συλλογής και χρειάζεται να περιμένουμε την υπερωρίμανση της σάρκας για να μπορέσουμε να τον καταναλώσουμε. Ο καρπός μπορεί να συντηρηθεί για 2-4 μήνες σε 0-2 °C, με 90% σχετική υγρασία ή σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (Κυριακάκης, 2010).





Εικόνα 15. Καρποί *Diospyros kaki*

### 2.3. ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ ΚΑΙ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΛΩΤΟΥ

Η βιολογία του λωτού είναι σύνθετη μιας και εκτός του ότι μπορεί να εμφανίσει και τα τρία (3) είδη άνθεων είναι πιθανοί και όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί τους (μονόικα, δίοικα και πολυγαμο-δίοικα). Γενικά πάντως οι καλλιέργειες εμπορικού ενδιαφέροντος έχουν μόνο θηλυκά άνθη και συνήθως σχηματίζουν άσπερμους καρπούς. Η παραγωγή με μεθόδους παρθενοκαρπίας, χαρακτηρίζει τις

πιο ενδιαφέρουσες ποικιλίες με συνέπεια τη διαμόρφωση άσπερμων καρπών. Η επικονίαση βέβαια εγγυάται μια πιο κανονική ανάπτυξη του καρπού και ασκεί σημαντική επιρροή στις οργανοληπτικές ιδιότητες, ανάλογα με την ποικιλία. Εκτός του ότι μειώνει το ποσοστό πτώσης τόσο στα άνθη, όσο και τους καρπούς, εξασφαλίζει μεγαλύτερη παραγωγή (Κυριακάκης, 2010).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΛΩΤΟΥ

#### 3.1. ΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΛΩΤΟΥ

Οι κυριότερες ποικιλίες λωτού κατάγονται από την Ιαπωνία, την Κορέα, την Κίνα και το Ισραήλ, ενώ στις χώρες της Μεσογείου κυρίαρχη θέση παίζει η ποικιλία Rojo brillante, που έχει καταγωγή από την Ισπανία (Ποντίκης 1996, Κυριακάκης 2010). Επιγραμματικά αυτές είναι:

##### 1) Hachiya

Ο καρπός έχει μεγάλο μέγεθος και σχήμα κωνικό. Ο φλοιός έχει χρώμα κιτρινοπορτοκαλί. Η σάρκα είναι πορτοκαλί και γλυκιά. Ωριμάζει στις αρχές Νοεμβρίου. Ως δέντρο είναι πολύ ζωνηρή και καλής παραγωγικότητας.



Εικόνα 16. Καρποί ποικιλίας Hachiya

##### 2) Shakoku

Ο καρπός έχει μέτριο μέγεθος και σχήμα σφαιρικό. Ο φλοιός έχει χρώμα κοκκινοπορτοκαλί, σχεδόν κόκκινο. Η σάρκα είναι κοκκινοπορτοκαλί με εξαιρετική οργανοληπτική αξία. Ωριμάζει κατά τα μέσα Οκτωβρίου. Ως δέντρο είναι πολύ ζωνηρή και καλής παραγωγικότητας.



Εικόνα 17. Καρποί ποικιλίας Shakoku

### 3) Hana fuju:

Ο καρπός έχει μεγάλο μέγεθος και σχήμα σφαιρικό, ελαφρά πλακέ. Ο φλοιός έχει χρώμα κιτρινοπορτοκαλί. Η σάρκα είναι πορτοκαλί ή ελαφρά κόκκινη με εκλεκτή γεύση. Ωριμάζει κατά τα μέσα Οκτωβρίου. Ως δέντρο είναι μέτρια ζωνηρή και πολύ παραγωγική και είναι ανώτερης ποιότητας σε σχέση με την ποικιλία fuju.



Εικόνα 18. Καρποί ποικιλίας Hana fuju

### 4) Yemon

Ο καρπός έχει μεγάλο μέγεθος και σχήμα σφαιρικό, ελαφρά πλακέ. Ο φλοιός είναι ανοιχτοκίτρινος έως ανοιχτοκόκκινος. Η σάρκα είναι κίτρινη έως κόκκινη και γλυκιά, με ευχάριστη γεύση κατά τη πλήρη ωρίμανση. Ωριμάζει κατά το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου. Ως δέντρο είναι καλής ζωνηρότητας και παραγωγική.





Εικόνα 19. Καρποί ποικιλίας Yemon

### 5) Ο΄ Goshō

Ο καρπός έχει μέτριο μέγεθος και σχήμα σφαιροκωνικό, ελαφρά πλακέ. Ο φλοιός έχει χρώμα βαθύ πορτοκαλί. Η σάρκα είναι πορτοκαλί και γευστική. Ωριμάζει στις αρχές Νοεμβρίου. Ως δέντρο είναι πολύ ζωνηρή και αρκετά παραγωγική.



Εικόνα 20. Καρποί ποικιλίας Ο΄ Goshō

### 6) Dai dai maru

Ο καρπός έχει μικρό μέγεθος και σχήμα σφαιρικό. Ο φλοιός έχει χρώμα πορτοκαλί έως κόκκινο. Η σάρκα είναι μαλακή, πολύ γλυκιά και χυμώδης. Ωριμάζει στις αρχές Νοεμβρίου. Ως δέντρο είναι μέτρια ζωνηρή και σταθερά παραγωγική.



Εικόνα 21. Καρποί ποικιλίας Dai dai maru

### 7) Tanenashi

Ο καρπός έχει πολύ μεγάλο μέγεθος και σχήμα σφαιροκωνικό. Ο φλοιός είναι ανοιχτοκίτρινος έως ανοιχτοκόκκινος. Η σάρκα είναι κίτρινη και στυφή, πριν τη πλήρη ωρίμανση του καρπού. Ωριμάζει στις αρχές Νοεμβρίου και ως δέντρο είναι μέτρια ζωνηρή και παραγωγική.



Εικόνα 22. Καρποί ποικιλίας Tanenashi

### 8) Flat seedless

Ο καρπός έχει μέτριο έως μεγάλο μέγεθος και σχήμα σφαιρικό, ελαφρά πλακέ, με τέσσερις μικρές μαστοειδές αποφύσεις. Ωριμάζει περί τα μέσα Νοεμβρίου. Ως δέντρο είναι καλής ζωηρότητας και παραγωγική.



Εικόνα 23. Καρποί ποικιλίας Flat seedless

### 9) Fūju

Ο καρπός έχει μέτριο έως μεγάλο μέγεθος και σχήμα σφαιρικό, ελαφρά πλακέ. Ο φλοιός είναι σκληρός, με χρώμα κοκκινοπορτοκαλί. Η σάρκα είναι συνεκτική, πορτοκαλί και γλυκιά. Περιέχει λίγους μακρόστενους σπόρους. Ωριμάζει κατά το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου. Ως δέντρο είναι καλής ζωηρότητας και παραγωγική. Χαρακτηρίζεται ως παρθενοκαρπική. Είναι επιδεκτική στη συντήρηση και θεωρείται ποικιλία πολύ καλής ποιότητας.



Εικόνα 24. Καρπός ποικιλίας Fuyu

#### 10) Jiro

Ο καρπός έχει μέσο μέγεθος με ελαφρώς συμπιεσμένο σχήμα σε επιμήκη τομή και ελαφρά αυλακωμένο σχήμα σε εγκάρσια τομή. Η φλούδα του είναι χρώματος κίτρινο-πορτοκαλί κατά τη συγκομιδή και γίνεται βαθύ πορτοκαλί μετά την υπερωρίμανση (φυσιολογική ωρίμανση). Ο καρπός αφαιρείται όχι με μεγάλη ευκολία από το δέντρο. Η σάρκα του είναι κίτρινου χρώματος κατά την συγκομιδή που γίνεται κίτρινο - πορτοκαλί (πιο έντονο κοντά στις κόγχες της ωοθήκης) μετά την υπερωρίμανση. Η γεύση τους είναι άριστη κατά την συγκομιδή και ενδιάμεση κατά την υπερωρίμανση με μέση περιεκτικότητα σακχάρων 17%. Η ωρίμανση για συγκομιδή πραγματοποιείται το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου και συμπίπτει με την φυσιολογική ωρίμανση (κατανάλωσης). Το δέντρο είναι μέσης ζωηρότητας, με πλαγιο – ορθόκλαδη ανάπτυξη. Φέρει αποκλειστικά θηλυκά άνθη και παρουσιάζει μέση ανθοφορία, κατανεμημένη ομοιόμορφα επί της κόμης και αυξημένη παραγωγικότητα.





Εικόνα 25. Καρπός ποικιλίας Jiro

### 11) Atago

Ο καρπός έχει μέσες προς μικρές διαστάσεις (μέσο βάρος 125 gr), με κωνικό σχήμα σε επιμήκη τομή και στρογγυλό σχήμα σε εγκάρσια τομή. Η φλούδα του είναι χρώματος κίτρινο-πρασινωπό κατά τη συγκομιδή που γίνεται έντονο πορτοκαλί μετά την υπερωρίμανση (φυσιολογική ωρίμανση). Η συγκομιδή πραγματοποιείται στα μέσα Νοεμβρίου, ενώ η μεθωρίμανση (εμπορική ωρίμανση) στο τέλος Νοεμβρίου, με μέσα Δεκεμβρίου.



Εικόνα 26. Καρποί ποικιλίας Atago

### 12) Rojo brillante

Είναι κατάλληλη ποικιλία για καλλιέργεια στις κέντρο - νότιες και νότιες περιοχές των χωρών της Μεσογείου. Η εποχή της εμπορικής συγκομιδής και η εποχή της φυσιολογικής ωρίμανσης είναι όψιμες. Πολύ υψηλή παραγωγικότητα, πολύ μεγάλες διαστάσεις καρπού και άριστη γεύση σαν φρέσκο προϊόν.



Εικόνα 27. Καρποί και δέντρο ποικιλίας Rojo brillante

### 13) Tone wase

Ανήκει στις ευμετάβλητες, κατά τη γονιμοποίηση ποικιλίες με καρπούς ουσιαστικά στυπτικούς κατά την συγκομιδή. Το δέντρο είναι υψηλής ζωηρότητας, με ανοιχτόκλαδη ανάπτυξη και είναι υψηλής παραγωγικότητας.



Εικόνα 28. Καρποί ποικιλίας Tona wase

#### 14) Triumph

Ποικιλία που στο Ισραήλ λανσαρίστηκε και προωθήθηκε με το όνομα «Sharon fruit», λόγω της καλλιέργειας της κυρίως στην παράλια περιοχή της κοιλάδας Sharon. Είναι μέσης κατηγορίας αναφορικά με την σταθερότητα παραγωγής ανά έτος. Είναι όψιμη ποικιλία και ωριμάζει τέλη Οκτωβρίου με μέσα Νοεμβρίου.



Εικόνα 29. Καρποί ποικιλίας Triumph



### 15) Aizumi shirazu

Ανήκει στις ενδιάμεσες ποικιλίες σε ότι αφορά την εποχή ωρίμανσης για συγκομιδή, η οποία πραγματοποιείται τέλη Οκτωβρίου με αρχές Νοεμβρίου. ο δέντρο είναι πολύ υψηλής ζωηρότητας, με πλαγίοκλαδη ανάπτυξη και είναι υψηλής παραγωγικότητας.



Εικόνα 30. Καρπός ποικιλίας Aizumi shirazu

### 16) Karaliok

Ποικιλία με καρπό μεσαίου μεγέθους και σχήματος ελαφρώς επίμηκες. Το χρώμα του φλοιού είναι λαμπερό πορτοκαλί και της σάρκας περιφερειακά πορτοκαλί και στο κέντρο καφετί (σοκολατί). Ο καρπός είναι τραγανός, ζουμερός, μη στυφός, νόστιμος και γλυκός. Ορισμένοι καρποί περιέχουν μικρά κουκούτσια και αυτό οφείλεται στη γονιμοποίηση. Το δέντρο της ποικιλίας αυτής είναι ορθόκλαδης ανάπτυξης και ανθεκτικό στο κρύο. Η ποικιλία Καραλιόκ (Σοκολά) απαιτεί ως επικονιαστή την ποικιλία Μερκατέλι (Mercatelli) και ωριμάζει το 2ο δεκαήμερο του Οκτωβρίου.





Εικόνα 31. Καρπός ποικιλίας Karaliok

Στην Ελλάδα έχουν επιλεγεί ποικιλίες με κριτήρια την καλή ποιότητά τους, την παρουσία σπόρων και την εποχή ωρίμανσής τους, με κυριότερες εξ αυτών τις: Jiro, Hana fuju, Rojo brillante, Fuju και Karaliok. Βάσει στοιχείων οι συστηματικές φυτείες λωτού στην Ελλάδα είναι 700-1000 στρέμματα, ενώ παράλληλα καλλιεργούνται και αρκετά διάσπαρτα δέντρα σε φυτείες άλλων οπωροφόρων και σε αυλές και κήπους σπιτιών με μια μέση παραγωγή περίπου 2.000 τόνων/έτος (Κυριακάκης, 2010).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΛΩΤΟΥ

#### 4.1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

##### 4.1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Στην καλλιέργεια του λωτού οι κλιματικές συνθήκες που θα μπορούσαν να αποβούν ζημιογόνες είναι η εμφάνιση θερμοκρασιών μικρότερων των  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  κατά την περίοδο του λήθαργου, μικρότερων από  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  την καλοκαιρινή και εαρινή περίοδο σε βόρειες και ορεινές περιοχές,  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  για μια ώρα πριν το άνοιγμα των οφθαλμών, οι υπερβολικοί άνεμοι όπως και η πλήρης απουσία καλοκαιρινών βροχοπτώσεων (αν δεν αντισταθμίζονται με ανάλογα ποτίσματα). Λαμβάνοντας υπόψη μας το γεγονός ότι τα άνθη του φέρονται σε βλαστάρια που αναπτύσσονται την άνοιξη από μικτούς οφθαλμούς, όπως συμβαίνει και στο αμπέλι, η ανθοφορία αρχίζει πολύ αργά, κάτι που επιτρέπει στο φυτό την αποφυγή των κινδύνων από τις καθυστερημένες ανοιξιάτικες πάχγες. Οι δυνατοί άνεμοι, ιδιαίτερα τα καλοκαιρινά μελέμια, μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές στα δέντρα όταν είναι φορτωμένα προκαλώντας σπασίματα του κορμού και των κλαδιών, σκίσιμο των φύλλων και ελαττώματα στους καρπούς (Κυριακάκης, 2010).

##### 4.1.2 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Ο λωτός δείχνει μεγαλύτερη αντοχή στους διάφορους τύπους εδαφών, συμπεριλαμβανομένων και των σχετικά αργιλωδών, σε σχέση με τα περισσότερα καλλιεργούμενα καρποφόρα. Παρόλα αυτά, τα καλύτερα αποτελέσματα πετυχαίνονται καλλιεργώντας τον σε βαθιά εδάφη, γόνιμα, σταθερά εύφορα, μέσης σύστασης, ουδέτερου pH και καλά αποστραγγιζόμενα. Οι φυτείες λωτού σε πολύ αργιλώδη εδάφη μικρής διαπερατότητας και με κακή στράγγιση δεν αποδείχθηκαν προσοδοφόρες. Σε ό,τι αφορά τον παράγοντα pH, ο λωτός προσαρμόζεται το ίδιο καλά σε υπόξινα και υποαλκαλικά εδάφη (pH 6-8), αρκεί να μην είναι υπερβολικά συμπιεσμένα και άνυδρα. Αντέχει σε υψηλές περιεκτικότητες ασβεστίου. Υπερβολικές συγκεντρώσεις, μεγαλύτερες της τάξεως των 100ppm για το νάτριο, 1ppm για το βόριο και 10 ppm για το μαγγάνιο, καλό θα' ναι ν' αποφεύγονται δεδομένων των αρνητικών συνεπειών, στις καλλιέργειες λωτού (Κυριακάκης, 2010).

## 4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΩΤΕΩΝΑ

Μετά την επιλογή του κατάλληλου εδαφοκλιματικού περιβάλλοντος για την εγκατάσταση της φυτείας του λωτού ακολουθεί η προετοιμασία του εδάφους. Η πρώτη μας παρέμβαση έχει να κάνει με την ισοπέδωση του αγροτεμαχίου, εργασία που έχει τον διπλό σκοπό αφενός της εξάλειψης ενδεχομένων υψομετρικών διαφορών και αφετέρου την προετοιμασία για μια πιο γρήγορη αποστράγγιση του νερού της βροχής. Στην περίπτωση που η φυσικοχημική σύσταση του εδάφους το καθιστά απαραίτητο κάνουμε τις αναγκαίες ενέργειες για την δημιουργία ενός δικτύου αποστράγγισης και αυλακιών με τις κατάλληλες κλίσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η εύκολη απομάκρυνση των υδατικών πλεονασμάτων. Στην συνέχεια ακολουθεί το βαθύ όργωμα που είναι προτιμότερο να γίνει σε όλη την επιφάνεια της φυτείας και σε βάθος από 80-100cm. Αυτή η βαθιά κατεργασία έχει τον σκοπό να εξασφαλίσει τις άριστες συνθήκες για μια γρήγορη και επαρκή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

Ο λωτός δεν αντέχει την εγκατάσταση του χωρίς προηγούμενη αγρανάπαυση του εδάφους. Κατά την διάρκεια της βαθιάς άροσης θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα και η λίπανση σε βάθος. Σκοπός της αρχικής αυτής λίπανσης είναι να εμπλουτίσει το έδαφος με οργανικά θρεπτικά στοιχεία ώστε να βελτιωθούν τα φυσικοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του και να φτάσει σε ένα επαρκή βαθμό γονιμότητας, τέτοιας που να του προσδώσει μια άριστη απόδοση και στα όρια μιας συμφέρουσας οικονομικής προοπτικής. Η εφαρμογή λίπανσης μορφής ορυκτής οργανικής θα πρέπει να αφορά όλη την επιφάνεια φύτευσης και η ανάμιξη της θα πρέπει να εφαρμοστεί με ομογενή τρόπο στο επιφανειακό στρώμα και σε βάθος 40-50cm.

Σε μία εντατική καλλιέργεια λωτού (με όλη την έκταση να καταλαμβάνεται από αυτό το φυτό) μια προεπιλεγμένη γεωμετρική διάταξη παράλληλων γραμμών με σωστές αποστάσεις αραίωσης ανάμεσα τους θα επιτρέψει στα γεωργικά μηχανήματα την εύκολη κυκλοφορία για την εκτέλεση των διάφορων καλλιεργητικών εργασιών.

Σήμερα σε νέες φυτείες υπάρχει μια τάση αντικατάστασης των παλαιότερων πρακτικών (φύτευση κατά τετράγωνα, ορθογώνια, ρομβοειδής, κ.λπ.) στην πιο

ελαστική μορφή της συνεχούς φύτευσης σε γραμμές που παραλείπει την αυστηρή μορφή της ευθυγράμμισης προς όλες τις κατευθύνσεις, εστιάζοντας μονάχα κατά μήκος της γραμμής. Η επιλογή της μορφής της φυτείας εξαρτάται ανάλογα με την γονιμότητα του εδάφους, το σφρίγος των επιλεγμένων ποικιλιών και την προγραμματισμένη μορφή της καλλιέργειας. Σε αβαθή και άγονα εδάφη και σε ποικιλίες μέσης ή και ανεπαρκούς ζωνρότητας, μια μορφή εγκατάστασης 4,5×4 m δεν μας δημιουργεί ανησυχητικά προβλήματα στη βλάστηση λόγω της πυκνότητας φύτευσης. Όταν αντίθετα συμπίπτει η εγκατάσταση μιας ποικιλίας με μεγάλη ζωνρότητα και πλούσια κόμη, (όπως π.χ. Hachiya) σε εδάφη βαθιά, γόνιμα και καλά αποστραγγισμένα οφείλουμε να υιοθετήσουμε λιγότερο πυκνά σχήματα εγκατάστασης.

### 4.3. ΑΡΔΕΥΣΗ

Παρά την σχετική αντοχή του λωτού σε τυχόν ελλείψεις νερού ποτίσματος, το μέγεθος των καρπών του και η παραγωγικότητα του υποφέρουν, συχνά με σοβαρές επιπτώσεις, όταν η υδατική διαθεσιμότητα κατά την διάρκεια της νεανικής περιόδου είναι ανεπαρκής. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο τις πρώτες μέρες του Μαΐου, μειώνεται γρήγορα κατά το δεύτερο μισό του μήνα αυτού και εξαλείφεται στο ελάχιστο μετά την καρπόδεση. Βέβαια, η παροχή νερού άρδευσης είναι σημαντική και κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών του λωτού επειδή επιδρά τόσο στην αύξηση των διαστάσεων τους όσο και στην μείωση των ποσοστών των σακχάρων τους. Συμπερασματικά λοιπόν ο λωτός, όπως και τα υπόλοιπα καρποφόρα είδη, έχει σημαντικές ανάγκες σε νερό, και χρειάζεται τακτικά πότισμα, ώστε να αντληθούν σημαντικά πλεονεκτήματα με την κατάλληλη άρδευση.

### 4.4. ΛΙΠΑΝΣΗ

Οι διατροφικές ανάγκες του λωτού διαφοροποιούνται κατά τα διάφορα στάδια του ετήσιου κύκλου του. Η περίοδος με τις μεγαλύτερες θρεπτικές απαιτήσεις είναι εκείνη του σχηματισμού και βλάστησης των οφθαλμών. Κατά την διάρκεια αυτή υπάρχει ταχύς ρυθμός ανάπτυξης, έστω για μικρό χρονικό διάστημα, ενώ στην αρχή τα θρεπτικά στοιχεία αντλούνται από τα αποθέματα που έχουν συσσωρευτεί από την προηγούμενη χρονιά, δεδομένου ότι ο λωτός αργεί να

σχηματίζει φύλλα και να ξεκινήσει επαρκώς την φωτοσύνθεση (15 μέρες περίπου μετά την εκβλάστηση). Η παραγωγική περίοδος προϋποθέτει την επαρκή διαθεσιμότητα σε θρεπτικά συστατικά ώστε να επιτρέψει την ανάπτυξη των καρπών που ξεκινάει τον Ιούνιο και τελειώνει τον Οκτώβριο.

Η απορρόφηση αζώτου αυξάνει σταδιακά μέχρι τον Ιούλιο και μειώνεται γρήγορα τους επόμενους μήνες. Η περίοδος με την μεγαλύτερη κατανάλωση είναι μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου, όπου ο λωτός προσλαμβάνει το 68% των ετήσιων αναγκών του. Η περίοδος αιχμής για την απορρόφηση φωσφόρου είναι τον Ιούλιο, ενώ μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου προσλαμβάνει το 70% των ετησίων αναγκών του. Για το κάλιο και το ασβέστιο η μέγιστη απορρόφηση συμβαίνει τον Ιούνιο ενώ μεταξύ Μαΐου και Ιουλίου προσλαμβάνονται αντίστοιχα το 78% και το 70% των ετησίων αναγκών του λωτού στα στοιχεία αυτά. Κατά προσέγγιση το 90% του συνολικού μαγνησίου προσλαμβάνεται μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου.

Σε εδάφη με επαρκές περιεχόμενο σε θρεπτικές ουσίες και που να έχουν υποστεί σωστή βασική λίπανση, ετήσιες δόσεις των 100-150 kg N, 50-70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 70-100 kg K<sub>2</sub>O είναι ικανές για την επαρκή υποστήριξη του λωτού. Για αποφυγή ελλείψεων Mg, 40 μονάδες MgO κάθε δύο χρόνια επαρκούν. Η προσθήκη οργανικής ουσίας είναι η σημαντικότερη λίπανση στα πρώτα χρόνια μιας φυτείας λωτού. Γενικά, εφαρμόζεται με την χορήγηση κοπριάς και χλωρής λίπανσης (Κυριακάκης, 2010).

## **4.5. ΚΛΑΔΕΜΑ**

### **4.5.1. ΚΛΑΔΕΜΑ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΚΥΠΕΛΛΟΥ**

Η πιο διαδεδομένη μορφή κλαδέματος είναι το κύπελλο στις διάφορες εκδοχές του. Αυτή η ογκώδης μορφή εφαρμόζεται στις κοινές μορφές καλλιέργειας λωτού. Ανάμεσα στους διάφορους τύπους σκελετικής διαμόρφωσης του κυπέλλου (χαμηλή, μέση, υψηλή) την υπεροχή καταλαμβάνει η μορφή του «κυπέλλου με μέση σκελετική διαμόρφωση» στην οποία οι (τρεις ως επί το πλείστον) κύριοι βραχίονες εκφύονται στα 100-120 cm από το έδαφος. Για να έχουμε άριστα αποτελέσματα είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε υποκείμενα από το φυτώριο εμβολιασμένα σε μεγάλο ύψος, δηλαδή στο ύψος απ' όπου θα πρέπει να αρχίσει η ανάπτυξη των

κεντρικών βραχιόνων. Οι σύγχρονες πρακτικές κλαδέματος του λωτού σε μορφή κυπέλλου προσανατολίζονται στο σκελετικό σχηματισμό με μόνο τρία επίπεδα δευτερευόντων βραχιόνων.

#### **4.5.2. ΚΛΑΔΕΜΑ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ**

Ένας άλλος τρόπος κλαδέματος διαμόρφωσης του λωτού είναι η πυραμίδα. Τα φυτά που αναπτύσσονται κατά αυτόν τον τρόπο φτάνουν σε αξιοσημείωτα ύψη που ξεπερνούν καμιά φορά τα 6-8m. Για την επίτευξη αυτής της μορφής χρησιμοποιούμε φυτά από φυτώρια εμβολιασμένα στην κορυφή και σε ύψος 100-120cm, εφοδιασμένα με εύρωστους βραχίονες που διευκολύνουν την κατασκευή του κατάλληλου σκελετού.

#### **4.5.3. ΚΛΑΔΕΜΑ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΠΑΛΜΕΤΑΣ**

Ο τελευταίος τρόπος κλαδέματος διαμόρφωσης του λωτού είναι με τη μορφή παλμέτας. Για τον λωτό έχει υιοθετηθεί η μορφή με τους λοξούς βραχίονες. Για αυτή τη μορφή απαιτείται ειδικός εξοπλισμός υποστήριξης που αποτελείται από κατακόρυφους πασσάλους πάνω στους οποίους είναι συνδεδεμένα σύρματα τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο που να υποστηρίζει κάθε ένα τους και από ένα επίπεδο ανάπτυξης των βραχιόνων. Τα σύρματα αυτά διατρέχουν το μήκος των γραμμών της καλλιέργειας.



Εικόνα 32. Δέντρο λωτού πριν το κλάδεμα



Εικόνα 33. Δέντρο λωτού μετά το κλάδεμα



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### 5.1. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΛΩΤΟΥ

Οι ποικιλίες του είδους *Diospyros virginiana* πολλαπλασιάζονται με ενοφθαλμισμό ή εγκεντρισμό σε σπορόφυτα του ίδιου είδους. Επίσης μπορεί εύκολα να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα ριζών.

Οι ποικιλίες του είδους *Diospyros kaki* πολλαπλασιάζονται με εγκεντρισμό σε σπορόφυτα υποκείμενα. Συνιστάται ο αγγλικός εμβολιασμός νωρίς την άνοιξη, όταν το υποκείμενο και το εμβόλιο βρίσκονται σε λήθαργο (Ποντίκης, 1996).

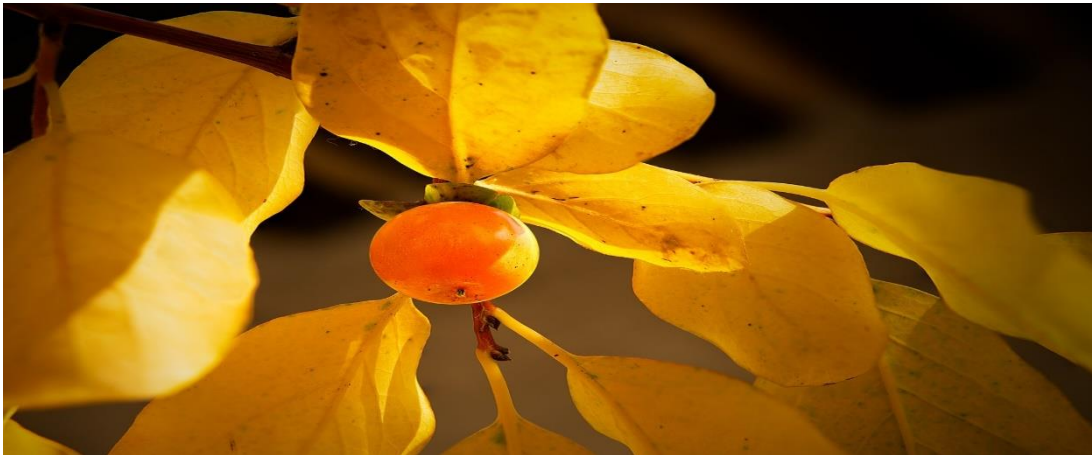
### 5.2. ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ ΛΩΤΟΥ

Ως υποκείμενα του λωτού χρησιμοποιούνται τα σπορόφυτα των ειδών *Diospyros lotus*, *Diospyros kaki* και *Diospyros virginiana* (Κυριακάκης, 2010).

Αναλυτικά:

#### 1) *Diospyros lotus*

Είναι στην παρούσα περίοδο το πιο διαδεδομένο υποκείμενο. Μας παρέχει σποριόφυτα σημαντικής ομοιομορφίας και ανάπτυξης. Παρουσιάζει ένα ριζικό σύστημα που δεν είναι πασσαλοειδές με ελάχιστα ή καθόλου ριζοβλαστήματα.



Εικόνα 34. *Diospyros lotus*

#### 2) *Diospyros kaki*

Είναι Ιαπωνικής καταγωγής και θεωρείται το παλιότερο και πιο καθαρό υποκείμενο του λωτού καθότι τα σποριόφυτα προέρχονται από σπόρους ποικιλιών που καλλιεργήθηκαν κατά τον κανονικό παραδοσιακό τρόπο. Το βασικό του



μειονέκτημα είναι η ανεπαρκής αντοχή του στο κρύο και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται στις νότιες κυρίως περιοχές και για τις μη στυφές ποικιλίες.



Εικόνα 35. *Diospyros kaki*

### 3) *Diospyros virginiana*

Είναι υποκείμενο αμερικάνικης καταγωγής, χώρα στην οποία διαδόθηκε ευρέως στις αρχές του προηγούμενου αιώνα για την προσαρμοστικότητα του στα διάφορα εδαφικά και κλιματικά περιβάλλοντα έστω και αν φαίνεται να προτιμά τα υπόξινα εδάφη. Αναπαράγεται πολύ εύκολα και έχει αυξημένη σφριγηλότητα και η ανθεκτικότητα του στον πάγο του χειμώνα είναι ανώτερη του *Diospyros lotus*. Εξαιτίας της μικρότερης ευπάθειας και ευαισθησίας των ριζών του αντέχει καλύτερα απ' ό,τι τα άλλα δύο είδη την μεταφύτευση και την μεταφορά του ακόμα και σε μακρινές αποστάσεις. Έχει όμως το ελάττωμα ότι βγάζει ριζικά εκβλαστήματα σε σημαντική απόσταση από τον κεντρικό κορμό που οδηγεί σε ασυμφωνία σε ό, τι αφορά το σφρίγος, τις διαστάσεις και την εποχή εισόδου στην καρποφορία του φυτού.



Εικόνα 36. *Diospyros virginiana*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΛΩΤΟΥ

Το βακτηριακό έλκος, οι σηψηρριζίες, ο καρκίνος, η αποφύλλωση και η κεφαλοσπορίωση είναι οι κυριότερες ασθένειες που προσβάλλουν τους κλάδους, τις ρίζες, τα φύλλα και τον κορμό των δέντρων. Στους καρπούς οι κυριότερες προσβολές είναι η γκρι μούχλα και το μελάνωμα. Επιγραμματικά:

#### 1) Βακτηριακό έλκος

Ο λωτός περιλαμβάνεται στους πολυάριθμους ξενιστές του *Agrobacterium tumefaciens* και παρουσιάζει συμπτώματα της λοίμωξης, όπως σχετικά έντονους νεοπλασματικούς σχηματισμούς στο επίπεδο των ριζών και του λαιμού. (Γραβάνης, 2018).

#### 2) Σηψηρριζίες

Η ινώδη σηψηρριζία προκαλείται από τον μύκητα *Armillaria mellea* και συναντάται σε σχετική συχνότητα στα ενήλικα φυτά του λωτού, ενώ είναι λιγότερο επιδεκτικά στις επιμολύνσεις του τα σποριόφυτα που χρησιμοποιούνται σαν υποκείμενα εμβολιασμών. (Γραβάνης, 2018).



Εικόνα 37. Σηψηρριζίες στο λαιμό δέντρου λωτού

### 3) Κεφαλοσπορίωση

Ασθένεια που παράγεται από τον *Cephalosporium diospyri*. Τα συμπτώματα της ασθένειας αυτής αντιστοιχούν με εκείνα των αγγειακών ασθενειών, με κιτρίνισμα της κόμης της οποίας τα φύλλα ζαρώνουν προσλαμβάνοντας μια χαρακτηριστική διάταξη σαν σημαία. Ακολουθεί κατά συνέπεια η πλήρη αποφύλλωση και σε διάστημα μερικών μηνών από την λοίμωξη ο θάνατος ολοκλήρου του φυτού (Κυριακάκης, 2010).



Εικόνα 38. Κεφαλοσπορίωση στο λωτό

### 4) Καρκίνος

Ανακαλύφθηκε πρώτη φορά στο Άστυ και την Αλεσάνδρεια τους Βόρειας Ιταλίας και στην περιοχή της Άκουιλα και αποδόθηκε στο μύκητα *Phomopsis diospyri*. Τα προσβεβλημένα στελέχη και βλαστάρια κατά κανόνα ξεραίνονται τελείως, ενώ τους μεγάλους βραχίονες και στον κορμό παρατηρούνται σκισίματα του φλοιού με έκθεση του υποκείμενου ξύλου που εμφανίζεται και αυτό το ίδιο νεκρωμένο. Γενικά το φυτό αντιδρά στην προσβολή δημιουργώντας φελλοποιημένα εξογκώματα στα περιθώρια τους πληγής και τα οποία μετεξελίσσονται σε τυπικούς ανοικτούς καρκίνους. (Γραβάνης, 2018).

### 5) Αποφύλλωση



Η ασθένεια εκδηλώνεται με διάχυτο κιτρίνισμα του ελάσματος των φύλλων αλλά το πιο φανερό σύμπτωμα είναι η έντονη νέκρωση των νευρώσεων. Αποτέλεσμα αυτής της φυτοπάθειας είναι η πρόωρη φυλλόπτωση που συνεπάγεται και την καρπόπτωση (Κυριακάκης, 2010).

#### **6) Γκρι μούχλα**

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα αναφέρθηκαν σημαντικής σοβαρότητας προσβολές της γκρι μούχλας των καρπών λωτού με ταυτοποίηση του παθογενούς αιτίου με τον *Botrytis diospyri*. Στην συνέχεια ανήγαγαν αυτό το είδος στον *Botrytis cinerea*. Ο μύκητας διεισδύει συνήθως διαμέσου τραυμάτων και σχηματίζει σήψεις που παρουσιάζουν κυκλικές σκαμμένες αλλοιώσεις μελανώδους χρώματος και που μπορεί να καλύπτουν όλο το φρούτο ή περιοχές του μονάχα (Κυριακάκης, 2010).

#### **7) Μελάνωμα καρπού**

Η ασθένεια αυτή των καρπών μπορεί να παρουσιάσει δύο μορφές: το ράγισμα κορυφής (kachorekka) ή αποκόλληση του κάλυκα (hetasukki) και προκαλεί μια σοβαρή αλλοίωση που καθιστά μη εμπορεύσιμους επίσης καρπούς λόγω των προαναφερθέντων συμπτωμάτων (Κυριακάκης, 2010).

#### **8) Ωίδιο**

Προέρχεται από μύκητα που διαχειμάζει στους οφθαλμούς, στο φύλλωμα και στους βλαστούς ή στα πεσμένα στο έδαφος φύλλα. Προσβάλλει τα φύλλα, τους νεαρούς βλαστούς, τα άνθη, τους οφθαλμούς και τους καρπούς. Προκαλεί κηλίδες σε διάφορους βαθμούς χλωρώσεως, από λευκό έως κίτρινο χρώμα και τα προσβαλλόμενα όργανα εμφανίζουν, επιφανειακά, ένα τεφρόλευκο αλευρώδες επίχρισμα. (Γραβάνης, 2018).



Εικόνα 39. Ωίδιο στο λωτό

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> ΕΧΘΡΟΙ ΛΩΤΟΥ

Η μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*), ο ερυθρός ξυλοφάγος ή σαράκι (*Cossus cossus*), ο Τόρτυξ (*Clepsis semialbana*), ο φλοιοφάγος (*Synanthedon tipuliformis*) και τα ψευδοκοκκοειδή (*Pseudococcus*) είναι οι κυριότεροι εχθροί του λωτού. Αναλυτικά:

### 1) Μύγα της Μεσογείου

Αυτό το έντομο θεωρείται από τα πλέον βλαβερά για τον λωτό και είναι ευρέως διαδεδομένο σε όλες τις χώρες της Μεσογείου καθώς και της Αφρικής και της κεντρικής και νοτίου Αμερικής, που προσβάλλει κάθε είδους φρούτου με περιεκτικότητα σε σάκχαρα. (Ναβροζίδης, Ανδρεάδης, 2012).



Εικόνα 40. Μύγα της Μεσογείου

### 2) Σαράκι

Ο ερυθρός (*Cossus cossus*) και ο κίτρινος ξυλοφάγος (*Zeuzera pyrina*) προσβάλλουν συνήθως αραιά και πού το λωτό. Σε σπάνιες περιπτώσεις έχουμε σπασίματα κλαδιών και σε πολύ σοβαρές προσβολές μέχρι και ολοκληρωτική κατάρρευση του κεντρικού βλαστού κάτω και από την επίδραση του ανέμου (Ναβροζίδης, Ανδρεάδης, 2012).



Εικόνα 41. Ερυθρός ξυλοφάγος (σαράκι)



Εικόνα 42. Κίτρινος ξυλοφάγος (σαράκι)

### 3) Τόρτυξ

Ο τόρτυξ είναι ένα πολυφάγο είδος λεπιδόπτερου (*Clepsis semialbana*) που προσβάλλει τόσο ποώδη όσο και ξυλώδη φυτά. Στο λωτό οι μεγαλύτερες ζημιές προκαλούνται στους καρπούς από προνύμφες δεύτερης γενιάς. Οι ράγες στην πορεία όμως για την ωρίμανση παρουσιάζονται φαγωμένες επιφανειακά και κατά συνέπεια καθίστανται μη εμπορεύσιμες (Κυριακάκης, 2010).





Εικόνα 43. Τόρτυξ

#### 4) Ψευδοκοκκοειδή

Διάφορα είδη της ομάδας των ψευδοκοκκοειδών, κοινότερα γνωστά σαν «λυχνίες» μπορεί να προσβάλλουν τον λωτό. Τα πιο συνηθισμένα είδη είναι *Pseudococcus adonidum*, *Pseudococcus calceolarie*, *Pseudococcus obscurus*, *Planococcus citri*. (Ναβροζίδης, Ανδρεάδης, 2012)



Εικόνα 44. Προσβολή καρπών λωτού από το ψευδοκοκκοειδές *Planococcus citri*

### 5) Φλοιοφάγος

Αυτό το λεπιδόπτερο (*Synanthedon tipuliformis*) της οικογένειας Sesiidae είναι γνωστό κυρίως σαν φλοιοφάγος του φραγκοστάφυλου και την τελευταία εικοσαετία αποτελεί ένα από τα κυριότερα φυτοφάγα έντομα του λωτού (Ναβροζίδης, Ανδρεάκης, 2012).



Εικόνα 45. Φλοιοφάγος

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

### ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ – ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ ΛΩΤΟΥ

#### 8.1. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΛΩΤΟΥ

Η επιλογή της πιο κατάλληλης στιγμής για την συγκομιδή βασίζεται αποκλειστικά στην αλλαγή του χρώματος του φλοιού των καρπών (Parfitt et. al, 2015). Βάση αυτής της παραμέτρου μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρία στάδια: πράσινο, κίτρινο και πορτοκαλί.

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με τα χέρια και συνυπολογίζοντας την κλιμάκωση της ωρίμανσης στο ίδιο το δέντρο, είναι χρήσιμο να γίνουν περισσότερες από μία συλλογές καρπών. Ωστόσο, σημαντική βοήθεια στη διαδικασία της συγκομιδής προσφέρει το ψαλίδι αραιώματος και συγκομιδής. Μοιάζει με αυτό που χρησιμοποιείται στην αραιώση των μήλων αλλά έχει και μια κλίση στη μύτη που το καθιστά πιο εύχρηστο στη λωτοκαλλιέργεια. Η συγκομιδή γίνεται με το κόψιμο του ποδίσκου εις διπλούν, μία φορά για την απόσπαση του καρπού από το δένδρο και μια φορά για τη σύρριζα απομάκρυνση του ποδίσκου από τον καρπό, ώστε να μην τραυματίζονται μεταξύ τους οι λωτοί μέσα στον κουβά ή στην κλούβα συλλογής. Τα φρούτα πρέπει να αποσπαστούν με τον κάλυκα και να τοποθετηθούν σε κατάλληλα κιβώτια προσεχτικά για αποφυγή ζημιών (Παστόπουλος και συν, 2017). Αν τα φρούτα συγκομιστούν πολύ πρώιμα, όταν βρίσκονται στο πρώτο στάδιο (πράσινο), δεν αποκτούν κατά την υπερωρίμανση τους ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και χρώμα, ενώ δεν προσφέρονται και για συντήρηση σε ψυγεία. Συνεπώς η συλλογή πρέπει να γίνεται κατά το στάδιο της αλλαγής του χρώματος τους (κίτρινο-πορτοκαλί), όταν το χρώμα του φλοιού τους έχει χάσει τελείως την πράσινη απόχρωση της χλωροφύλλης που έχει δώσει την θέση της στις καρωτενοειδείς χρωστικές. Η συγκομιδή του λωτού συμπίπτει με την επίτευξη του μέγιστου μεγέθους των φρούτων και την εξαφάνιση της χλωροφύλλης (Κυριακάκης, 2010).

Οι καρποί του λωτού ωριμάζουν επίσης και μετά την συγκομιδή τους με διάφορους μεθόδους, όπως είναι με την χρησιμοποίηση επιταχυντών ωρίμανσης όπως είναι το CEPA (διχλωροφωσφορικό οξύ). Επίσης μπορεί να γίνει η ωρίμανση μετά την συγκομιδή μέσα σε θαλάμους σε θερμοκρασία 29 °C για 24-36 ώρες και

στην συνέχεια σε θερμοκρασία 15 °C μέχρι την αλλαγή του χρώματος. Η ατμόσφαιρα του θαλάμου περιέχει 50% οξυγόνο και ένα μίγμα αζώτου και αιθυλενίου (1-2%). Η σχετική υγρασία είναι 60-65% (Κυριακάκης, 2010).



Εικόνα 46. Συγκομιδή λωτού

## 8.2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΛΩΤΟΥ

Η συντήρηση των λωτών μπορεί να γίνει με διάφορες μεθοδολογίες. Σε ψυκτικούς θαλάμους με θερμοκρασίες -1,1 έως 0 °C και σχετική υγρασία 85-90%, σε σακούλες πολυαιθυλενίου στους 0 °C, καθώς και σε θαλάμους τροποποιημένης ατμόσφαιρας με θερμοκρασίες 0 έως 1 °C, 8-10% διοξείδιο του άνθρακα, 2-5% οξυγόνο και σχετική υγρασία 90-100% (Παστόπουλος και συν, 2017).

Γενικά, ο λωτός δεν προσφέρεται για μακρόχρονη συντήρηση ούτε και σε συνθήκες κατάψυξης. Είναι κατά συνέπεια ένας καρπός που μπορεί να συντηρηθεί με ψύχος για σύντομο χρονικό διάστημα και μόνο ορισμένες ποικιλίες έχουν την δυνατότητα μιας μέσης χρονικής συντήρησης. Αυτό εξηγεί γιατί έχει μια εποχική κίνηση στην αγορά και συνεπώς γιατί καλλιεργείται σε περιορισμένη κλίμακα (Παστόπουλος και συν. 2017).

## 8.3. ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ ΛΩΤΟΥ

Η χρησιμοποίηση του λωτού προς απόκτηση μεταποιημένων προϊόντων υπήρξε πολύ περιορισμένη. Στο παραπάνω γεγονός συνέβαλαν η δομή και η σύσταση του ώριμου φρούτου, που αν και είναι πλούσιο σε σάκχαρα, είναι αντιθέτως φτωχό σε οργανικά οξέα (εκφρασμένα κυρίως σαν μηλικό οξύ που κυμαίνεται από 0,08-0,16%). Παρά όλα αυτά τα προβλήματα, τελευταία μετά από



χρόνια άκαρπων προσπαθειών και χάρις στις πιο μοντέρνες τεχνολογίες που διαθέτει η βιομηχανία, πραγματοποιήθηκε στο Παλέρμο της Ιταλίας, για πρώτη φορά από μία εταιρεία, η παρουσίαση μαρμελάδας από λωτό, που συνάντησε μια ευρεία αποδοχή από τους καταναλωτές. Επιπλέον, κυκλοφορεί ένας χυμός με βάση τον λωτό, όπως και κάποια είδη αλκοολούχων ποτών κυρίως στην Ιαπωνία. Επιπροσθέτως, από λωτό παράγεται ένα είδος ξιδιού με ιδιαίτερη γεύση. Ακόμη, παράγεται από τον λωτό ένα λάδι που έχει διάφορες χρήσεις βιομηχανικές ή φαρμακευτικές, αλλά και χρήσεις στην παραγωγή καλλυντικών, ενώ από τα φύλλα του λωτού παράγεται ένα αφέψημα που περιέχει μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C. Τέλος, το ξύλο του λωτού χρησιμοποιείται στην επιπλοποιία αλλά και για παραγωγή μαστουνιών γκολφ. (Παστόπουλος και συν, 2017)



Εικόνα 47. Ξύδι παράγωγο λωτών, ενός έτους αριστερά και δύο ετών δεξιά (περιοχή Γιαννιτσών Πέλλας)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>

### ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ - ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΛΩΤΟΥ

Ο λωτός είναι μια ισχυρή πηγή θρεπτικών αντιοξειδωτικών στοιχείων, όπως είναι τα καροτινοειδή και οι πολυφαινόλες (Yokozawa et al., 2007) και μας εφοδιάζει με τα απαραίτητα αυτά στοιχεία, αλλά και με πολύ περισσότερα, όπως βιταμίνες C, B1, B2 και B6, κάλιο, μαγγάνιο, φώσφορο και χαλκό (Ozen et al., 2004; Ercisli et al., 2007.) Δεν είναι τυχαίο, λοιπόν, το γεγονός που το συνιστούν τόσο συχνά οι διατροφολόγοι. Μάλιστα, σύμφωνα με τελευταίες έρευνες έχει αποδειχθεί πως είναι πλούσιος σε αντιοξειδωτικά, που συμβάλλουν στην ανάπτυξη των κυττάρων του δέρματος (De Tullio MC, 2010). Μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του κολλαγόνου του δέρματος, διατηρώντας την επιδερμίδα μας νεανική και απαλή περιέχει φυτικές ίνες σε υψηλή περιεκτικότητα, αλλά και μόλις 73 θερμίδες/100g και γι' αυτό οι διαιτολόγοι το συνιστούν ως ιδανικό σνακ, που χορταίνει εφοδιάζοντας τον οργανισμό με πολύτιμα συστατικά. Βοηθάει ιδιαίτερα στη διαδικασία της πέψης, ενώ η ζεαξανθίνη που περιέχει ο καρπός, η οποία ανήκει στα καροτινοειδή, είναι ένας εξαιρετικός διατροφικός σύμμαχος στην πρόληψη και αντιμετώπιση της ωχράς κηλίδας, ιδιαίτερα σοβαρής πάθησης του ματιού (Martins; Ferreira, 2017). Ένας καρπός μπορεί να μας προσφέρει το 95% της συνιστώμενης ημερήσιας ποσότητας από τις συγκεκριμένες βιταμίνες. Τέλος, τα πολλά σάκχαρα που περιέχει χαρίζουν αμέσως ενέργεια, απαραίτητη σε άτομα με αυξημένη φυσική δραστηριότητα (Κυριακάκης, 2010).

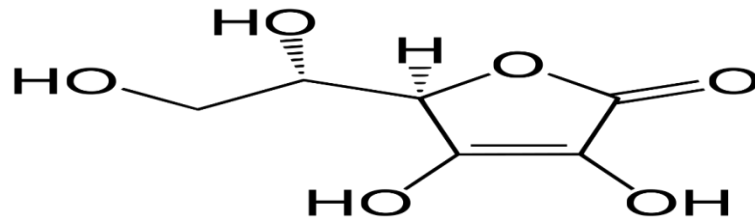
#### 9.1. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που προστατεύουν τα κύτταρα του οργανισμού μας από τις επιδράσεις των ελεύθερων ριζών και συμβάλλουν στην πρόληψη ασθενειών (Aguoma, 1994). Οι ελεύθερες ρίζες αποτελούν επιβλαβή μόρια, τα οποία, μέσα από μια σειρά χημικών αντιδράσεων, μπορούν να προκαλέσουν οξειδωτικό στρες στον οργανισμό, με συνέπεια την καταστροφή των μεμβρανών των κυττάρων, του μορίου DNA του κυττάρου και συνεπώς των ίδιων των κυττάρων. Με αυτόν τον τρόπο φαίνεται να συμβάλλουν στις καρδιαγγειακές παθήσεις, τον καρκίνο και σε άλλες χρόνιες ασθένειες (Kromhout et al., 2002; Park

et al., 2006). Οι ελεύθερες ρίζες παράγονται από τον οργανισμό μας μέσω της διαδικασίας του μεταβολισμού, ωστόσο φαίνεται να πραγματοποιείται παραγωγή μεγαλύτερων ποσοτήτων ελευθέρων ριζών σε συνθήκες έντονου άγχους, κατά τη διάρκεια του καπνίσματος, αλλά και λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ακτινοβολίας. Το σώμα μας διαθέτει μηχανισμούς εξουδετέρωσης των ελευθέρων ριζών, ωστόσο και οι τροφές φαίνεται ότι μπορούν να συμβάλουν σε αυτό μέσω διαφόρων συστατικών. Τα πιο γνωστά και ισχυρά αντιοξειδωτικά των τροφών περιλαμβάνουν τη βιταμίνη C, τη βιταμίνη E και τα καροτενοειδή (Hanasaki et al., 1994; Fiedor, Burda, 2014), όπως το β-καροτένιο, το λυκοπένιο και τη λουτεΐνη. Άλλες αντιοξειδωτικές ουσίες είναι το σελήνιο, οι φαινόλες (Naczka, 2004), οι τανίνες και οι λιγνάνες.

## 9.2. BITAMINH C

Η Βιταμίνη C (ή αλλιώς L-ασκορβικό οξύ) είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, απαραίτητη για την υγεία του οργανισμού, καθώς δε μπορεί να τη συνθέσει από μόνος του και ιδιαίτερα σημαντική για τη διατήρηση του υγιούς δέρματος. Καταπολεμά τη γήρανση, μιας και ευθύνεται για τη σύνθεση του κολλαγόνου και της ελαστίνης της επιδερμίδας, καθώς, επίσης, η ισχυρή αντιοξειδωτική δράση της προστατεύει την επιδερμίδα από τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου. Έτσι, η βιταμίνη C λειαίνει τις ρυτίδες, ενισχύοντας την ελαστικότητα και χαρίζοντας φροντίδα και λάμψη στην επιδερμίδα (De Tullio MC, 2010). Αποτελεί απαραίτητο συστατικό για την αποτελεσματική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, διεγείροντας τα αντισώματα και ενισχύοντας τα φαγοκύτταρα (κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος), ενώ παράλληλα παίζει σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση των μολύνσεων, στην προστασία ενάντια στους παθογόνους οργανισμούς, καταστρέφοντας βακτήρια και ξένους εισβολείς στον οργανισμό. Παρουσιάζει αντιφλεγμονώδεις και αντιαλλεργικές επιδράσεις καθώς βοηθά στη μείωση των συνεπειών πολλών αλλεργιογόνων ουσιών που ευθύνονται για την εμφάνιση αλλεργιών και ενδεχομένως άσθματος (Englard, Seifter, 1986; Mandl et. al., 2009).



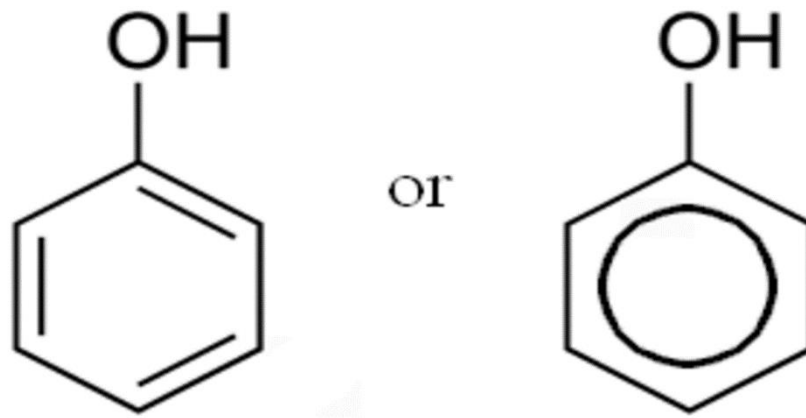
Εικόνα 48. Η χημική δομή του L- ασκορβικού οξέος (Βιταμίνη C)

### 9.3. ΦΑΙΝΟΛΕΣ

Φαινόλες ή πολυφαινόλες ονομάζονται οι ενώσεις που έχουν στο μόριό τους, τουλάχιστον ένα αρωματικό δακτύλιο και ένα ή περισσότερα υδροξύλια, ενώ δρουν ως δότες υδρογόνου απενεργοποιώντας τις ελεύθερες λιπιδικές ρίζες, με συνέπεια να δεσμεύουν το μοριακό οξυγόνο, τα μέταλλα, καθώς και τις πολύ επικίνδυνες ελεύθερες ρίζες. Οι φαινόλες που βρίσκονται στα τρόφιμα φαίνεται ότι έχουν σημαντικές βιολογικές ιδιότητες, με σημαντικότερη την αντιοξειδωτική τους δράση, προστατεύοντας τον οργανισμό από την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων και καρκίνου. Άλλες βιολογικές ιδιότητές τους είναι οι αντιφλεγμονώδεις και οι θρομβολυτικές δράσεις τους (Manach et. al., 2007).

Οι φαινόλες παράγονται από τα φυτά όταν εκείνα βρίσκονται σε κατάσταση στρες ή έχουν υποστεί κάποια φθορά. Αυτά τα σημάδια στρες παράγουν κάποια μόρια με σακχαρώδη υφή που ελκύουν τα μικρόβια στις ρίζες του φυτού. Στη συνέχεια τα μικρόβια δίνουν το ερέθισμα στα φυτά να παράγουν τις φαινόλες, το «φάρμακο» των φυτών. Αυτές αλλά και όλες οι υπόλοιπες θρεπτικές ουσίες που περιέχουν αλληλεπιδρούν με τα δικά μας μικρόβια παράγοντας ευεργετικά για τον οργανισμό μας μόρια. Καταναλώνουμε τα φυτά και στη συνέχεια εκείνα «εξουδετερώνουν» τα δικά μας μικρόβια (Αϊναλίδου, 2008, Καραμπουρνιώτης, 2003).





Εικόνα 49. Χημικός τύπος της φαινόλης, της πιο απλής από τις φαινόλες

Πίνακας 2. Θρεπτική αξία λωτού

<b>Θρεπτική αξία λωτού ανά 100g</b>
Θερμίδες <b>73</b>
Νερό <b>79,9</b>
Υδατάνθρακες <b>15,3</b>
Φυτικές ίνες <b>3,9</b>
Μαγνήσιο <b>2%</b>
Ασβέστιο <b>1%</b>
Σίδηρος <b>1%</b>
Βιταμίνη A <b>1%</b>
Βιταμίνη C <b>8%</b>

Πηγή: Nutrition Data.com

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>ο</sup>**  
**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**  
**10.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας και είχε ως σκοπό τη συγκριτική αξιολόγηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας και περιεκτικότητας σε βιταμίνη C και ολικές φαινόλες των καρπών τριών (3) εμπορικών ποικιλιών λωτού ( Fuji, Jiro και Karaliok).



Εικόνα 50. Αίθουσα εργαστηρίου Τμήματος Γεωπονίας, όπου έλαβε χώρα το πείραμα (Νοέμβριος 2021)

**10.2. ΥΛΙΚΑ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ**

- 1) Δείγματα τριών (3) ποικιλιών λωτού
- 2) Αναλυτικός ζυγός
- 3) Φασματοφωτόμετρο

- 4) Σιφώνια
- 5) Χωνί
- 6) Διηθητικό χαρτί Wattman 2
- 7) Πλαστικό φιλμ (parafilm)
- 8) Προχοϊδα
- 9) Πιπέτες
- 10) Κυψελίδες
- 11) Ποτήρι ζέσεως
- 12) Μύλος άλεσης
- 13) Μαγνητικός αναδευτήρας
- 14) Διάλυμα αμύλου
- 15) Διάλυμα ιωδίου
- 16) Διάλυμα ανθρακικού νατρίου
- 17) Νερό
- 18) Μεθανόλη
- 19) Αντιδραστήριο Folin Ciocalteu
- 20) Αντιδραστήριο DDPH
- 21) Αντιοξειδωτικό αναφοράς (trolox)
- 22) Γαλλικό οξύ

Οι καρποί του λωτού προέρχονταν από τρεις εμπορικές ποικιλίες, FUYU, JIRO και KARALIOK. Βρίσκονταν σε στάδιο πλήρους ωρίμανσης και η προμήθειά τους έγινε από λωτεώνα της περιοχής του Λούρου Πρεβέζης. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν δέκα (10) καρποί από κάθε ποικιλία και προσδιορίστηκαν η περιεκτικότητά τους σε ασκορβικό οξύ και ολικές φαινόλες και η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) της σάρκας των καρπών. Χρησιμοποιήθηκαν οι εξής μέθοδοι: Α. Τιτλοδότηση με διάλυμα Ιωδίου για τον προσδιορισμό Βιταμίνης C (Helmenstine, 2019), Β. Μέθοδος του 1,1-Διφαινυλ-2-Πικρυλυδραζυλίου (DDPH) για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (Kedare; Singh, 2011) και Γ. Μέθοδος Folin – Ciocalteu για τον προσδιορισμό ολικών φαινόλων (Folin; Ciocalteu, 1927).



Εικόνα 51. Δείγματα λωτού, αναλυτικός ζυγός και μαγνητικός αναδευτήρας

#### Διαδικασία εκχύλισης

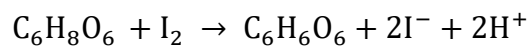
Από κάθε καρπό ελήφθη ποσότητα σάρκας (>30 g), μετά την αφαίρεση του φλοιού (περικάρπιο), η οποία πολτοποιήθηκε σε μύλο άλεσης **μαζί με ίση ποσότητα νερού**. Ακολούθησε παραλαβή του εκχυλίσματος μετά από διήθηση του πολτού με διηθητικό χαρτί Wattman 2.



**A. Προσδιορισμός ασκορβικού οξέος με τιτλοδότηση (ιωδιομετρική μέθοδος)**

Η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ  $C_6H_8O_6$ ) είναι αντιοξειδωτική (αναγωγική) ουσία. Μία κατάλληλη μέθοδος για τον «ποσοτικό» προσδιορισμό της συγκέντρωσης της είναι να χρησιμοποιήσουμε μια οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση με διάλυμα ιωδίου  $I_2$  (δεν χρησιμοποιούμε οξεοβασική ογκομέτρηση λόγω των επιπλέον οξέων που υπάρχουν στους χυμούς).

Όταν σε ένα διάλυμα που περιέχει βιταμίνη C, προσθέσουμε σταγόνα-σταγόνα διάλυμα ιωδίου, το μόριο της Βιταμίνης C χάνει ηλεκτρόνια, τα οποία μεταφέρονται στο μόριο του ιωδίου. Το ασκορβικό οξύ ( $C_6H_8O_6$ ) οξειδώνεται σε δεϋδροασκορβικό οξύ ( $C_6H_6O_6$ ) και το ιώδιο ανάγεται σε ιόντα ιωδίου (οξειδοαναγωγική αντίδραση).



Αν στο διάλυμα της βιταμίνης C προσθέσουμε διάλυμα αμύλου, μόλις η βιταμίνη C εξαντληθεί, το ιώδιο θα είναι ελεύθερο και το διάλυμα θα αντιδράσει με το άμυλο σχηματίζοντας σύμπλοκο εγκλεισμού ιωδίου με ιώδες χρώμα.

Η ποσότητα της βιταμίνης C θα είναι ανάλογη με την ποσότητα του διαλύματος ιωδίου που απαιτείται μέχρι την εμφάνιση του ιώδους χρώματος. Αν διαθέτουμε πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης βιταμίνης C, τότε μπορούμε να προσδιορίσουμε την ποσότητα της βιταμίνης C σε άγνωστα διαλύματα, αντιστοιχώντας την ποσότητα της βιταμίνης C με τον απαιτούμενο όγκο του διαλύματος ιωδίου για την πλήρη εξουδετέρωσή της.

Αυτή η διαδικασία τιτλοδότησης είναι κατάλληλη για τον έλεγχο της ποσότητας της βιταμίνης C σε χυμούς φρούτων και λαχανικών κ.α.



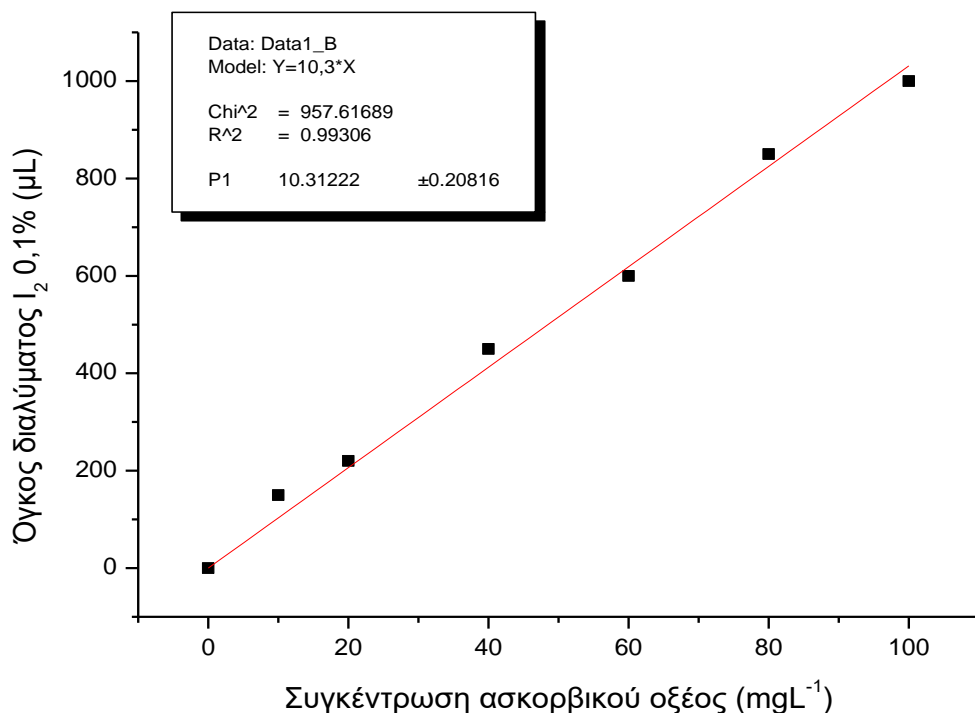
**Δημιουργία πρότυπων διαλυμάτων βιταμίνης C και κατάρτιση πρότυπης  
καμπύλης αναφοράς.**

**Αντιδραστήρια:**

- Αρχικά φτιάχνουμε διαλύματα βιταμίνης C με περιεκτικότητα από 0,1 έως 1 mg/mL με κλιμάκωση ανά 0,1 mg.
- Διαλύουμε 10 mL εμπορικού βάμματος Ιωδίου, συγκέντρωσης 2% σε I<sub>2</sub>, με 190 mL H<sub>2</sub>O. Προκύπτει διάλυμα βάμματος ιωδίου 0,1 % σε I<sub>2</sub>.
- Σε ποτήρι ζέσεως διαλύουμε 100 mg αμύλου σε 10 mL H<sub>2</sub>O με συνεχή ανάδευση και θέρμανση, μέχρι πλήρους διάλυσης του αμύλου. Προκύπτει διάλυμα αμύλου 1%.

**Διαδικασία τιτλοδότησης-Κατάρτιση καμπύλης αναφοράς για το ασκορβικό  
οξύ**

Σε ποτήρι ζέσεως προσθέτουμε ακριβώς 1 mL από τα γνωστής συγκέντρωσης διαλύματα ασκορβικού οξέος και 100 μL διαλύματος αμύλου 1%. Προσθέτουμε επιπλέον 9 mL H<sub>2</sub>O. Ακολουθεί η σταδιακή προσθήκη, με την χρήση προχοΐδας, υδατικού διαλύματος βάμματος ιωδίου συγκέντρωσης 0,1 % σε Iodine (I<sub>2</sub>), υπό συνεχή ανάδευση με την χρήση μαγνητικού αναδευτήρα, μέχρι την ανάπτυξη ιώδους-κυανού χρώματος που να παραμένει σταθερό για τουλάχιστον 30 sec. Για την κάθε γνωστή ποσότητα ασκορβικού οξέος καταγραφούμε την απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος ιωδίου και σε σύστημα αξόνων υλοποιούμε την καμπύλη αναφοράς όπου Y: ο απαιτούμενος όγκος ιωδιούχου διαλύματος και X: η γνωστή ποσότητα ασκορβικού οξέος.



Εικόνα 53. Καμπύλη αναφοράς που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και καταναλισκόμενου όγκου ιωδιούχου διαλύματος 0,1% σε I<sub>2</sub>

Δεδομένου ότι κατά την τιτλοδότηση χρησιμοποιήθηκαν 10 mL από το εκάστοτε διάλυμα ασκορβικού οξέος, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση γραμμική παλινδρόμησης ( $Y=10,3 \cdot X$ ) του απαιτούμενου όγκου (Y) ιωδιούχου διαλύματος συγκέντρωσης 0,1% σε I<sub>2</sub>, πάνω στις τιμές της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος (X), σε κάθε mL καταναλισκόμενου ιωδιούχου διαλύματος αντιστοιχεί 1 mg ασκορβικού οξέος (το οποίο περιέχεται στα 10 mL διαλύματος ασκορβικού οξέος με συγκέντρωση 100 mg L<sup>-1</sup>).

### **Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό του ασκορβικού οξέος στα δείγματα των καρπών**

Από το κάθε εκχύλισμα με την χρήση αυτόματης πιπέτας λαμβάνονται με ακρίβεια 2 mL (ήτοι 1 g χυμού από την σάρκα των καρπών) και προστίθενται σε δοχείο ζέσεως των 50 mL. Ακολουθεί προσθήκη 8 mL περίπου H<sub>2</sub>O και 100 μL διαλύματος 1% αμύλου. Η τιτλοδότηση γίνεται με σταδιακή προσθήκη, με την χρήση προχοΐδας, υδατικού διαλύματος βάμματος ιωδίου συγκέντρωσης 0,1 % σε Iodine (I<sub>2</sub>), μέχρι την ανάπτυξη ιώδους-κυανού χρώματος που να παραμένει σταθερό

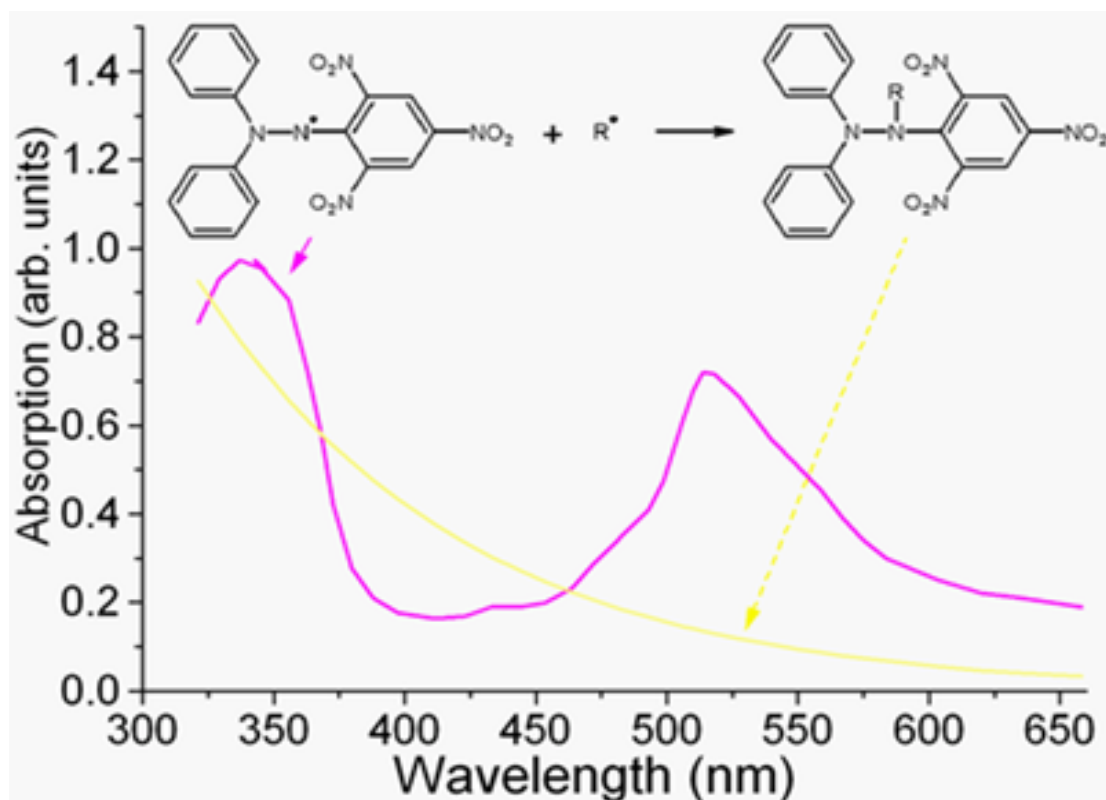
για τουλάχιστον 30 sec, και η οποία σηματοδοτεί το τέλος της εξουδετέρωσης του ασκορβικού οξέος στο εκάστοτε δείγμα. Η όλη διαδικασία διευκολύνεται με την χρήση μαγνητικού αναδευτήρα.

Η κατανάλωση του όγκου του ιωδιούχου διαλύματος που απαιτήθηκε καταγράφεται και σύμφωνα με την καμπύλη αναφοράς (Εικόνα 54) για την βιταμίνη C, για κάθε mL ιωδιούχου αντιδραστηρίου, αντιστοιχούν 100 mg ασκορβικού οξέος ανά 100 g σάρκας καρπού.

## **B. Προσδιορισμός Ολικής Αντιοξειδωτικής Ικανότητας (TAC) με την μέθοδο DPPH**

Για τον προσδιορισμό της TAC των καρπών των τριών ποικιλιών λωτού που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκε η μέθοδος του Διφαινυλοπικρυλυδραζυλίου (DPPH).

Η μέθοδος βασίζεται στη βαθμιαία εξαφάνιση της ιώδους απόχρωσης της σταθερής DPPH ρίζας λόγω της δέσμευσής της από αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες έχουν ισχυρή ικανότητα αδρανοποίησης ελευθέρων ριζών. Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση των διαφόρων αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχονται στα υπό μελέτη δείγματα καρπών, με μεθανολικό (MeOH) ή αιθανολικό (EtOH) διάλυμα της σταθερής 1,1-διφαινυλ-2-πικρυλυδραζυλικής 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.



Εικόνα 54. 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.

Η μεταβολή αυτή (μείωση της απορρόφησης) είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας και έχει σαν αποτέλεσμα την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 515nm.

Η κινητική συμπεριφορά των αντιοξειδωτικών εξαρτάται από το χρόνο αντίδρασης τους και κατηγοριοποιείται ως ταχεία (για χρόνο αντίδρασης <5 min), ενδιάμεση (για χρόνο αντίδρασης 5-30 min) και αργή (για χρόνο αντίδρασης >30 min). Σαν γενικός κανόνας ο χρόνος των 30 min θεωρείται επαρκής για την ολοκλήρωση της αντίδρασης αντιοξειδωτικών που περιέχονται σε κάποιο δείγμα με το αντιδραστήριο DPPH.

Η μεταβολή της απορρόφησης προσδιορίζεται φωτομετρικά και δεν αποδίδεται σε άμεση αντιστοιχία με την ποσότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών που αντέδρασαν με το DPPH, αλλά έμμεσα ως το ποσοστό του DPPH ( $\Delta A\%$ ) που

απομένει στο δείγμα και είναι αντιστρόφως ανάλογο με την συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών. Το ποσοστό υπολογίζεται ως :

$$\Delta A_{\%} = \left( \frac{A_0 - A_{30}}{A_0} \right) \times 100$$

Όπου :

$\Delta A_{\%}$ : Ποσοστό μείωση της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH.

$A_0$ : Αρχική τιμή απορρόφησης του διαλύματος DPPH (μάρτυρας) ή αλλιώς απορρόφηση σε χρόνο 0.

$A_{30}$ : Τιμή απορρόφησης του DPPH μετά από την προσθήκη ποσότητας αντιοξειδωτικών, μετά από 30 min ( $A_0 \geq A_{30}$ ).

### **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  $\mu$ Mol) 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.

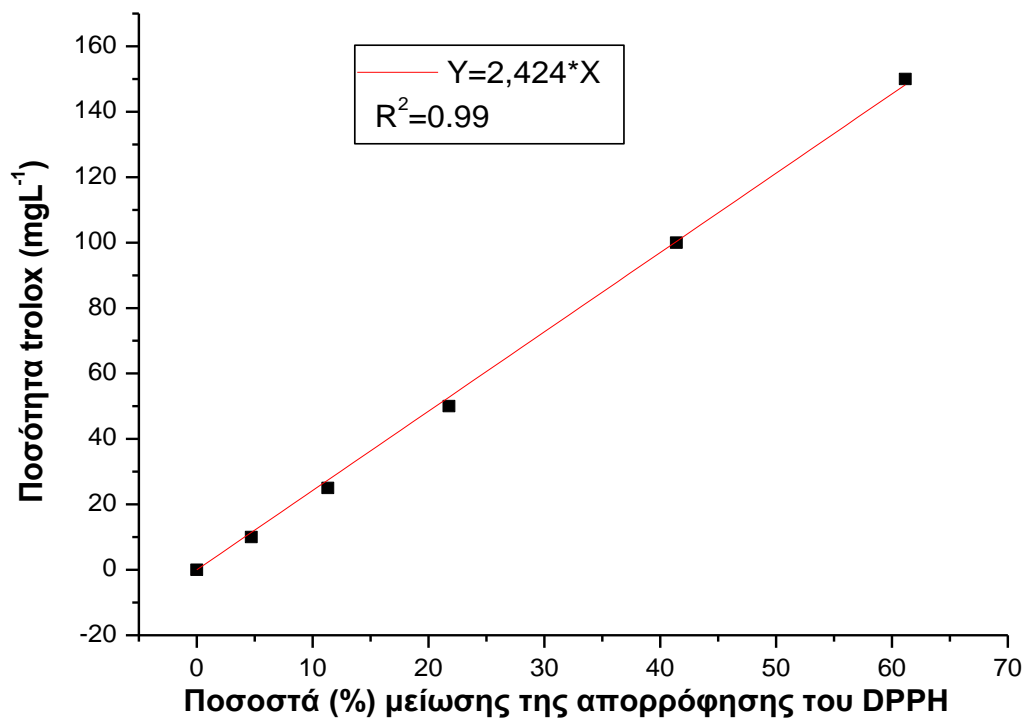
### **Κατασκευή καμπύλης αναφοράς σε ισοδύναμα trolox για τον προσδιορισμό της TAC**

Οι τιμές των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του αρχικού αντιδραστηρίου, 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 σαν αποτέλεσμα το αντίστοιχο ποσοστό % ( $\Delta A_{\%}$ ) αποχρωματισμού του βασικού διαλύματος του DPPH.

Στην παρούσα εργασία ως αντιοξειδωτικό αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το trolox, μέσω του οποίου καταρτίστηκε καμπύλη αναφοράς που σχετίζει τα ποσοστά μείωσης της απορρόφησης του DPPH (λόγω των αντιοξειδωτικών ουσιών στο κάθε δείγμα) με τις συγκεντρώσεις του trolox.



Για την κατάρτιση της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις trolox της τάξεως των 0, 12½, 25, 50, 100 και 150 mgL<sup>-1</sup> (χιλιοστογραμμάρια ανά λίτρο ή ppm). Από τα ανωτέρω διαλύματα trolox ελήφθησαν ποσότητες των 50 μL, οι οποίες αντέδρασαν με 1950 μL από το βασικό διάλυμα των 60 μΜol του DPPH. Η καμπύλη αναφοράς που προέκυψε από τις μετρήσεις αυτές παρουσιάζεται στο γράφημα της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 55: Σχέση μεταξύ ποσότητας αντιοξειδωτικού αναφοράς (trolox) και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60 μΜol του DPPH

Η εξίσωση παλινδρόμησης,

$$Y = 2,424 * X \quad (R^2=0,99)$$

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

Κατά την αξιοποίηση της παραπάνω μαθηματικής σχέσης και δεδομένου ότι πολλές φορές πριν τη μέτρηση των δειγμάτων (εκχυλίσματα φυτικών ιστών) προηγείται κάποιος βαθμός αραίωσης του αρχικού εκχυλίσματος, έτσι ώστε μετά την αραίωση να είναι δυνατή η μέτρηση της απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο

ορατού-υπεριώδους, η προσδιοριζόμενη από την ανωτέρω μαθηματική σχέση ισοδύναμης ποσότητας trolox πολλαπλασιάζεται με την αντίστοιχη αραίωση για να προκύψει η TAC του εκάστοτε δείγματος.

### **Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό της TAC στα δείγματα των καρπών**

Λαμβάνεται ποσότητα 50 μl από το κάθε δείγμα (διάφορου βαθμού αραίωσης) 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 δείγμα 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 ουσιαστικά αφορά την τιμή απορρόφησης σε χρόνο 0 min:  $A_0$ .

Οι μετρήσεις εκφράζονταν σε ποσοστό % ( $\Delta A\%$ ) μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH (λόγω της παρουσίας των αντιοξειδωτικών) και σύμφωνα με την καμπύλη αναφοράς (Εικόνα 56) και την αλγεβρική σχέση που προκύπτει από αυτή, αποδίδονται σε ισοδύναμη ποσότητα trolox ανά 100g σάρκας, μετά από πολλαπλασιασμό της αρχικής τιμής με τον βαθμό αραίωσης του εκάστοτε δείγματος.

### **Γ. Προσδιορισμός περιεχομένου σε ολικές φαινόλες με την μέθοδο Folin-Ciocalteu**

Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό του ολικού περιεχομένου των καρπών του λωτού σε φαινολικές ουσίες εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu. Πρόκειται για φωτομετρική μέθοδο που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Χρησιμοποιείται για την μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ μονομερών,

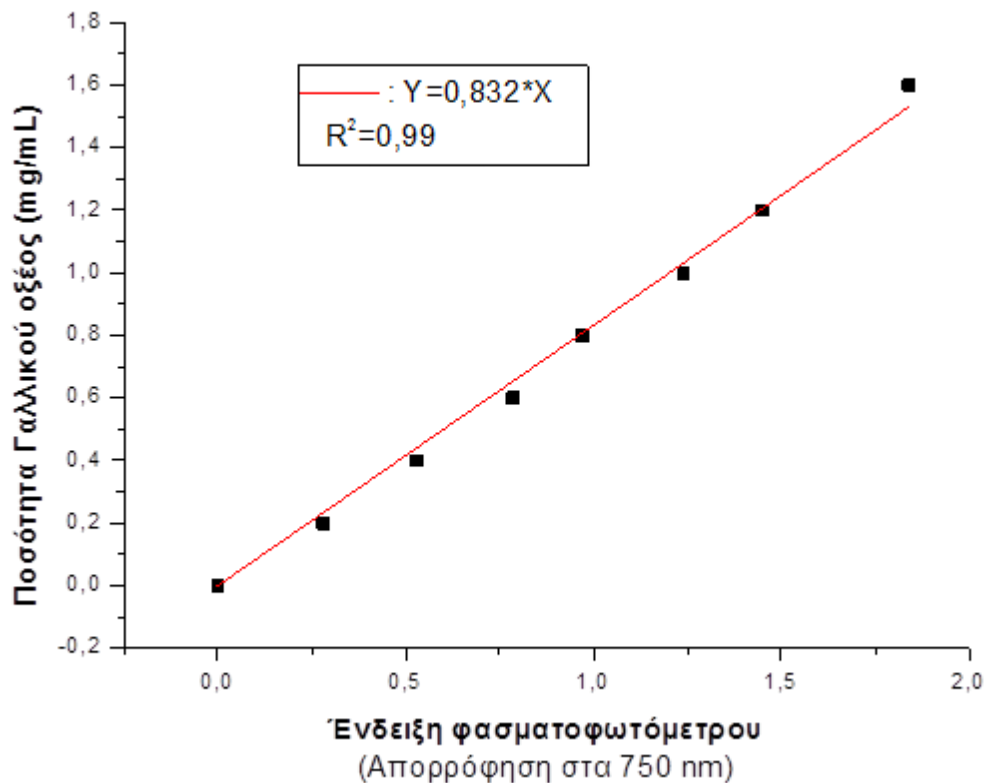
διμερών ή μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το κύριο αντιδραστήριο της μεθόδου, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά ( $\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) και φωσφοβολφραμικά ( $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) ετεροπολυμερή οξέα. Σε αλκαλικό περιβάλλον, οι φαινολικές ενώσεις οξειδώνονται με ταυτόχρονη αναγωγή των οξέων προς μείγμα οξειδίων του βολφραμίου ( $\text{W}_8\text{O}_{23}$ ) και του μολυβδαινίου ( $\text{Mo}_8\text{O}_{23}$ ), με χαρακτηριστικό κυανό χρώμα.

Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση περίπου στα 750 nm και είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων. Οι φαινολικές ουσίες εκφράζονται σε ισοδύναμα γαλλικού ή καφεϊκού οξέος.

Οι φαινολικές ουσίες αντιδρούν με το αντιδραστήριο FC μόνο σε βασικό περιβάλλον, για το λόγο αυτό πριν από την προσθήκη του αντιδραστηρίου FC, το pH του δείγματος γίνεται βασικό (pH 10) με προσθήκη διαλύματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20%.

#### **Κατασκευή καμπύλης αναφοράς ισοδύναμης ποσότητας Γαλλικού οξέος για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών**

Οι τιμές απορρόφησης που καταγράφονται στο φασματοφωτόμετρο από τα διάφορα δείγματα, αντιστοιχίζονται σε ισοδύναμη ποσότητα γαλλικού οξέος (ποσότητα σε γαλλικό οξύ που έχει την ίδια τιμή απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 750 nm με το εκάστοτε δείγμα). Για τον σκοπό αυτό καταρτίστηκε μια καμπύλη αναφοράς με την απορρόφηση γνωστών συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος στο μήκος κύματος των 750 nm, μετά την αντίδρασή τους με τα παραπάνω αντιδραστήρια. Οι συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος που χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό αυτό ήταν 0 - 0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8 - 1 - 1,2 - 1,4 - 1,6 mg/mL. Η καμπύλη αναφοράς που προκύπτει παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 56: Καμπύλη αναφοράς που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας γαλλικού οξέος και απορρόφησης φωτός σε μήκος κύματος 750nm, μετά την αντίδραση με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu.

Η εξίσωση παλινδρόμησης,

$$Y = 0,832 \cdot X \quad (R^2=0,99)$$

αποδίδει την μαθηματική σχέση μεταξύ των τιμών (ενδείξεων) της απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου και των τιμών της ποσότητας του Γαλλικού Οξέος που αντιστοιχούν σε αυτές. Σε περιπτώσεις όπου τα δείγματα πριν την μέτρησή τους έχουν υποστεί αραίωση, οι τιμές που προκύπτουν από την ανωτέρω σχέση πολλαπλασιάζονται με τον βαθμό αραίωσης του δείγματος.

### **Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολών στα δείγματα των καρπών**

Σε πλαστική κυψελίδα ωφέλιμου όγκου 2 ml (ονομαστική 4ml), προσθέτουμε 20  $\mu$ L από το υπό εξέταση δείγμα (διάφορου βαθμού αραίωσης). Συμπληρώνουμε με 1580  $\mu$ L απεσταγμένο νερό (σύνολο όγκου δείγματος και νερού: 1600  $\mu$ L). Ακολουθεί η προσθήκη 100  $\mu$ L από το αντιδραστήριο FC και αμέσως γίνεται

ανάδευση. Μετά από παρέλευση 1 min προστίθενται 300  $\mu\text{L}$  διαλύματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20%, σφραγίζονται οι κυψελίδες με πλαστικό φιλμ (parafilm) και τοποθετούνται σε σκοτεινό μέρος για 2 h.

Μετά την παρέλευση του παραπάνω χρονικού διαστήματος προσδιορίζεται η απορρόφηση του εκάστοτε δείγματος σε φασματοφωτόμετρο στα 750 nm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με τα ίδια αντιδραστήρια χωρίς την προσθήκη δείγματος (μόνο με προσθήκη απεσταγμένου νερού όγκου 1600  $\mu\text{L}$ , 100  $\mu\text{L}$  αντιδραστηρίου FC και 300  $\mu\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20%).

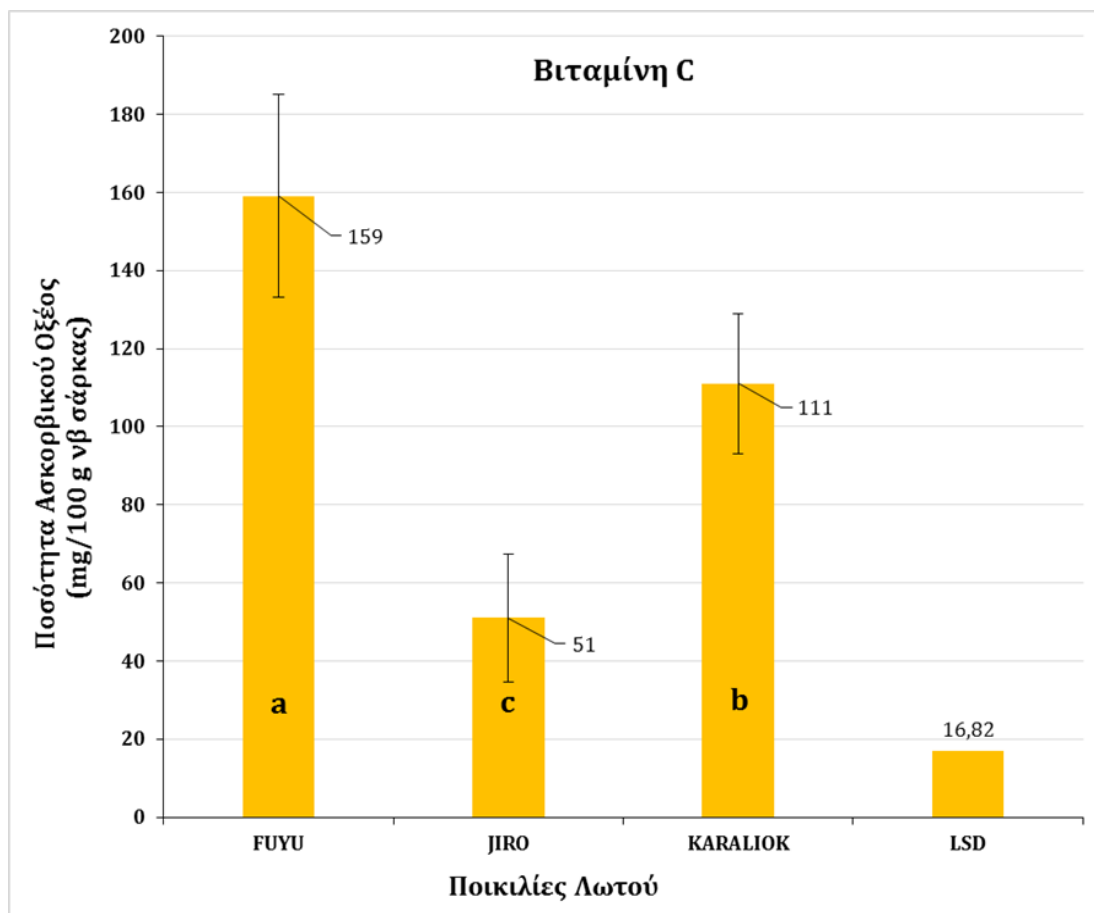
Οι τιμές απορρόφησης που καταγράφονται στο φασματοφωτόμετρο από τα διάφορα δείγματα, αντιστοιχίζονται σε ισοδύναμη ποσότητα γαλλικού οξέος (ποσότητα σε γαλλικό οξύ που έχει την ίδια τιμή απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 750 nm με το εκάστοτε δείγμα) σύμφωνα με την πρότυπη καμπύλη (εικόνα 57) και την αλγεβρική σχέση μεταξύ απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου και ισοδύναμης ποσότητας γαλλικού οξέος, μετά από πολλαπλασιασμό της αρχική τιμής με τον εκάστοτε βαθμό αραιώσης.



### 10.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### Α. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της περιεκτικότητας των καρπών των τριών ποικιλιών λωτού που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία σε ασκορβικό οξύ. Οι τιμές αποδίδονται σε mg/ 100 g νωπής σάρκας.



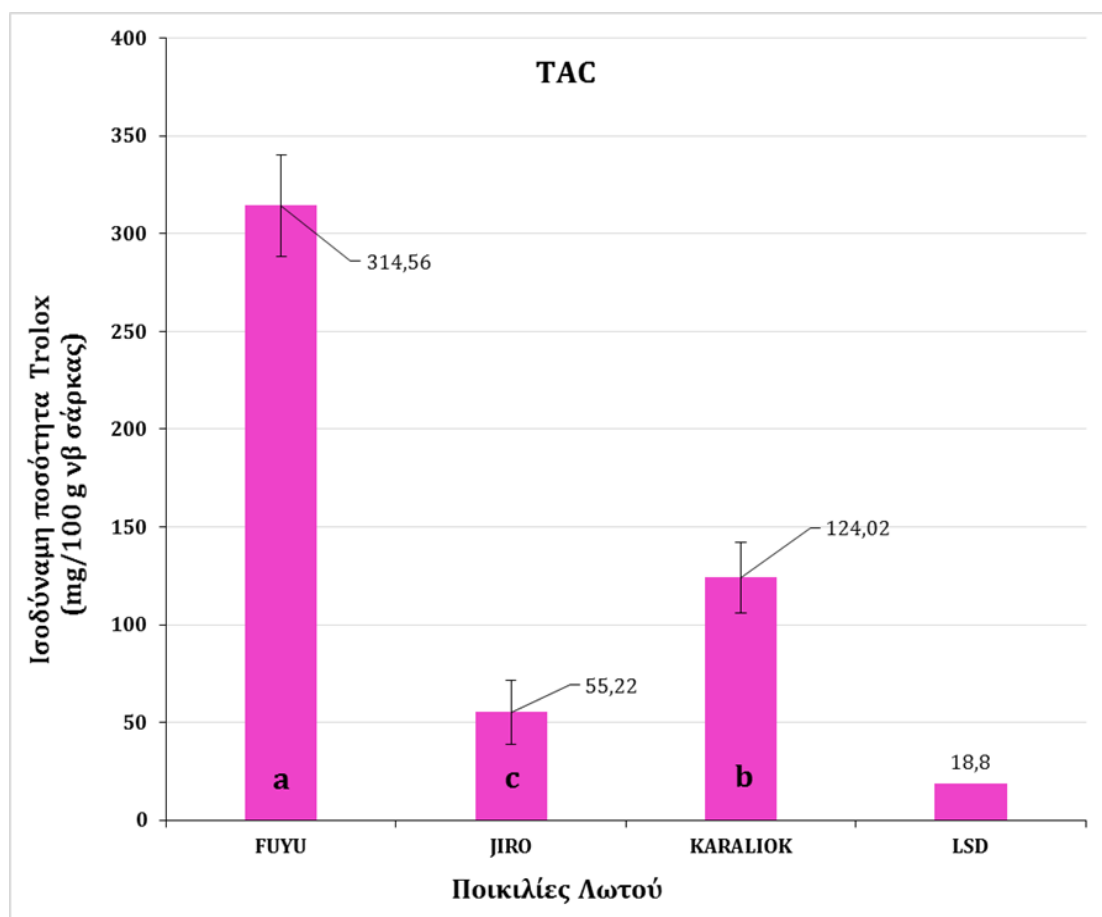
Εικόνα 57: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της ποσότητας (mg) ασκορβικού οξέος ανά 100 g νωπής σάρκας των καρπών των ποικιλιών Λωτού FUYU, JIRO και KARALIOK. Οι μέσοι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμασία SNK ( $\alpha=0,05$ )

Η ανάλυση της διασποράς (διακύμανσης) (ANOVA) (βλέπε παράρτημα) των τιμών της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ, φανερώνει ότι μεταξύ των τριών ποικιλιών λωτού (πειραματικές μεταχειρίσεις) υπάρχουν στατιστικά πολύ σημαντικές διαφορές ( $F=87,16$  για 2 και 27 βαθμούς ελευθερίας,  $P<0,001$ ). Την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ παρουσίασε η ποικιλία FUYU, με μέση τιμή τα 160 mg ανά 100 g νωπής σάρκας. Η τιμή αυτή ήταν αξιόλογα

μεγαλύτερη τόσο από την τιμή των 110 mg/100 g που παρουσίασε η ποικιλία KARALIOK αλλά και ιδιαίτερα από την τιμή των 50 mg/100 g που προσδιορίστηκαν στην ποικιλία JIRO.

## B. ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (TAC)

Τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της TAC των καρπών των τριών ποικιλιών λωτού, εκπεφρασμένα σε ισοδύναμα trolox (σε mg/ 100 g νωπής σάρκας), παρουσιάζονται στην εικόνα 59.



Εικόνα 58: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της ολικής αντιοξειδωτική ικανότητας σε ισοδύναμα trolox των καρπών των ποικιλιών Λωτού FUYU, JIRO και KARALIOK. Οι μέσοι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμασία SNK ( $\alpha=0,05$ )

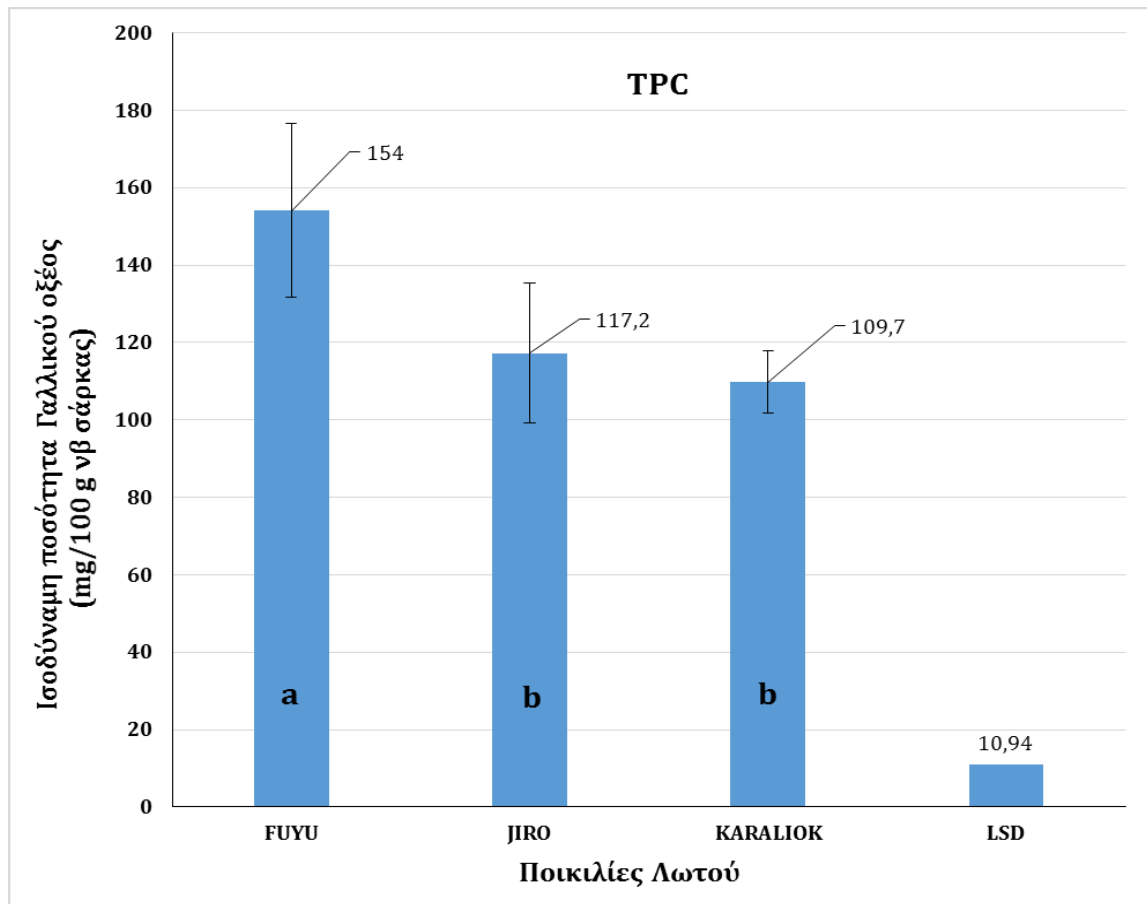
Είναι προφανές ότι οι τιμές της TAC είναι αντίστοιχες με της τιμές της περιεκτικότητας των καρπών σε ασκορβικό οξύ. Πράγματι η ανάλυση της διασποράς (βλέπε παράρτημα) των τιμών της TAC, φανερώνει ότι και σε αυτό το

χαρακτηριστικό της σύνθεσης των καρπών του λωτού υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=87,16$  για 2 και 57 βαθμούς ελευθερίας,  $P<0,001$ ) μεταξύ των τριών ποικιλιών και οι οποίες είναι αντίστοιχες με την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ. Η μεγαλύτερη TAC προσδιορίστηκε στην ποικιλία FUYU, με μέση τιμή τα 314 mg σε ισοδύναμο trolox ανά 100 g νωπής σάρκας. Ακολούθησε η ποικιλία KARALIOK στην οποία η TAC προσδιορίστηκε στα 124 mg ισοδύναμου trolox ανά 100 g νωπής σάρκας και τέλος η ποικιλία JIRO με σημαντικά μικρότερη τιμή TAC της οποίας η μέση τιμή ήταν 55 mg ισοδύναμου trolox ανά 100 g νωπής σάρκας.

### **Γ. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΛΙΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ.**

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των καρπών σε ολικές φαινολικές ουσίες (TPC), τα αποτελέσματα δεν ακολούθησαν το ίδιο πρότυπο με την περιεκτικότητά τους σε ασκορβικό οξύ και την ολική τους αντιοξειδωτική ικανότητα (Εικόνα 59).

Αν και η ανάλυση τα διασποράς και η γενική δοκιμασία του F για το ολικό περιεχόμενο των καρπών σε φαινόλες (βλέπε παράρτημα) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ποικιλιών λωτού ( $F=87,16$  για 2 και 57 βαθμούς ελευθερίας,  $P<0,001$ ), αυτή οφείλεται μόνο στις μεγαλύτερες τιμές TPC της ποικιλίας FUYU, στην οποία η μέση τιμή της TPC ήταν 154 mg σε ισοδύναμο Γαλλικού οξέος ανά 100 g νωπής σάρκας. Μεταξύ των ποικιλιών JIRO και KARALIOK δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ολική τους περιεκτικότητα σε φαινόλες, η οποία προσδιορίστηκε αντίστοιχα στα 117 και 110 mg σε ισοδύναμο Γαλλικού οξέος ανά 100 g νωπής σάρκας.



Εικόνα 59. Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες εκπεφρασμένες σε ισοδύναμα Γαλλικού οξέος των καρπών των ποικιλιών Λωτού FUYU, JIRO και KARALIOK. Οι μέσοι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμασία SNK ( $\alpha=0,05$ )

#### 10.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα προηγούμενα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την επικρατούσα άποψη για την υψηλή διατροφική αξία των καρπών του Λωτού, ιδιαίτερα ως πηγή ασκορβικού οξέος και γενικά σε ουσίες με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Παράλληλα όμως φανερώνουν ότι μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών υπάρχουν πολύ σημαντικές διαφορές ως προς την σύσταση των καρπών αναφορικά με την περιεκτικότητά τους στις διάφορες ουσίες με υψηλή διατροφική αξία, όπως η βιταμίνη C, οι διάφορες φαινολικές ουσίες και γενικά ουσίες με αντιοξειδωτικές ικανότητες. Οι διαφορές αυτές αφορούν τόσο στις ποσότητες που προσδιορίστηκαν, όσο και στην αναλογία των ουσιών αυτών στους καρπούς της εκάστοτε ποικιλίας.

Πιο συγκεκριμένα την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα παρουσίασε η ποικιλία Fuyu, κατά πολύ μεγαλύτερη και από τις άλλες δύο, την Karaliok και ιδιαίτερα από την ποικιλία Jiro. Επιπλέον και η ποικιλία Karaliok παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με την ποικιλία Jiro.

Από την άλλη μεριά, οι διαφορές στην περιεκτικότητα των καρπών των τριών ποικιλιών λωτού σε ασκορβικό οξύ παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο διαφορών που παρουσίασε η ολική αντιοξειδωτική τους ικανότητα. Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικές φαινόλες, αν και η ποικιλία Fuyu παρουσίασε υψηλότερες τιμές σε ολικές φαινόλες, μεταξύ των ποικιλιών Jiro και Karaliok δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές. Όμως η αναλογία στην περιεκτικότητα της ποικιλίας Fuyu σε ολικές φαινόλες σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες δεν ήταν τόσο έντονη όσο η αναλογία της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ και ολικά αντιοξειδωτικά.

Οι προηγούμενες παρατηρήσεις μπορεί να μας οδηγήσουν στο συμπέρασμα ότι οι διαφορές στην αντιοξειδωτική ικανότητα μεταξύ των ποικιλιών λωτού που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, πρέπει να οφείλονται κυρίως σε ουσίες που δεν έχουν φαινολικό χαρακτήρα και ιδιαίτερα στην διαφορετική περιεκτικότητά τους σε ασκορβικό οξύ.



## 10.5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς των τιμών της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C του χυμού τριών (3) ποικιλιών λωτού.

Προέλευση διακύμανσης	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F (πειράματος)	τιμή-P	κριτήριο F
Μεταχειρίσεις (Ποικιλίες Λωτού)	58560	2	29280	87,16	<0,001	3,35
Πειραματικό σφάλμα	9070	27	335,9259			
Σύνολο	67630	29				

$$\bar{Y}_{..} = 107$$

$$CV_{\text{πειρ}} = 17,13 \%$$

$$LSD = 16,82$$

Β. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς των τιμών της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) του χυμού τριών (3) ποικιλιών λωτού.

Προέλευση διακύμανσης	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F (πειράματος)	τιμή-P	κριτήριο F
Μεταχειρίσεις (Ποικιλίες Λωτού)	721945,6	2	360972,8	409,664	<0,001	3,158843
Πειραματικό σφάλμα	50225,19	57	881,1436			
Σύνολο	772170,8	59				

$$\bar{Y}_{..} = 164$$

$$CV_{\text{πειρ}} = 18,03 \%$$

$$LSD = 18,8$$

Γ. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς των τιμών της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες (TPC) του χυμού τριών (3) ποικιλιών λωτού.

Προέλευση διακύμανσης	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F (πειράματος)	τιμή-P	κριτήριο F
Μεταχειρίσεις (Ποικιλίες Λωτού)	22463,86	2	11231,93	37,66401	<0,001	3,158843
Πειραματικό σφάλμα	16998,19	57	298,2138			
Σύνολο	39462,04	59				

$$\bar{Y}_{..} = 126,98$$

$$CV_{\text{πειρ}} = 13,6 \%$$

$$LSD = 10,93$$

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγελική Αϊναλίδου: "Δευτερογενείς μεταβολίτες από φυτά της ελληνικής χλωρίδας με επίδραση στην ανάπτυξη φυτοπαθογόνων βακτηρίων". Μεταπτυχιακή διατριβή, 2008. Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας, Σχολή Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Αρτέμης Γιαννίταρος, Γεράσιμος Κουσούνης, Παναγιώτα Κυριακοπούλου, Εύα Οικονομίδου, Μαρία Παντίδου, Αικατερίνη Παρασκευοπούλου, Μαρία Ρουσομουστακάκη - Θεοδωράκη, Διονύσιος Σωτηρόπουλος, Φωτεινή Τσακίρη, Δημήτριος Φοίτος, Σάββας Χαριτωνίδης, Αικατερίνη Χατζοπούλου - Μπέλμπα, Γεώργιος Ψαράς: "Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια, Φυτολογία", εκδ. Εκδοτική Αθηνών, 1999: 185

Γεώργιος Α. Καραμπουρνιώτης: "Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών, οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες", εκδ. Έμβρυο, 2003.

Γεώργιος Κυριακάκης: "Καλλιεργητική τεχνική και αξιοποίηση των καρπών του λωτού", Πτυχιακή εργασία, 2010, Χανιά

Δημήτριος Ν. Μαρωνίτης, Μτφ: "Ομήρου Οδύσσεια", εκδ. Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών (Ίδρυμα Μανώλη Τριανταφυλλίδη), 2006: 9.82-9.151

Εμμανουήλ Ι. Ναβροζίδης, Στέφανος Ε. Ανδρεάδης: "Ειδική Γεωργική Εντομολογία", εκδ. Copy City I.K.E., 2012, ISBN: 978-960-9551-02-1:123-126, 128, 137-140, 172-174, 191-194

Ιωάννης – Μαρίνος Μπούζιος: "Η καλλιέργεια του λωτού στην Ελλάδα", Πτυχιακή εργασία, 2016, Άρτα

Ιωάννης Πασσάς: "Νεώτερον Εγκυκλοπαιδικόν Λεξικόν Ηλίου, εκδ. Ήλιος, 1980, τόμος 12<sup>ος</sup>: 679

Κωνσταντίνος Ποντίκης: 'Ειδική Δενδροκομία (Δεύτερος Τόμος), Ακρόδρυα-Πυρηνόκαρπα-Λοιπά Καρποφόρα', εκδ. Σταμούλης, 1996, ISBN: 978-618-5304-652

Μήνος Ε. Τζανακάκης, Δημήτρης Σ. Κωβαίος: 'Έντομολογία', εκδ. University Studios Press, 2018, ISBN: 978-960-12-2406-0

Νικόλαος Καζαντζάκης, Ιωάννης Κακριδής, Μτφ: 'Όμηρου Ιλιάδα', εκδ. εκδ. Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών (Ίδρυμα Μανώλη Τριανταφυλλίδη), 2015: Β-776

Σάββας Παστόπουλος, Κωνσταντίνος Καζαντζής, Συμέων Μαρνασίδης: Γεωργία - Κτηνοτροφία: 'Η καλλιέργεια του λωτού στην περιοχή των Γιαννιτσών', εκδ. Αγρότυπος, 2017, τεύχος 10: 41-47

Φώτιος Θ. Γραβάνης: 'Ειδική Φυτοπαθολογία Νοσολογία Καλλιεργούμενων Φυτών', εκδ. CCITY PUBLISH, 2018, ISBN: 978-960-9551-39-7: 1-4, 16, 29, 72-73

Aruoma OI.: 'Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food Chem Toxicol*'. 1994; 32: 671–83

Badenes M.L., Garcés A., Romero C., Llácer G., Romero M., Clavé J., Rovira M: 'Genetic diversity of persimmon accessions introduced and surveyed in Spain', in Bellini E. (ed.), Giordani E. (ed.). First Mediterranean symposium on persimmon, 2002: 71-73

Bhanoo N. Sindya: 'Plants: What Determines the Sex of a Persimmon', New York Times, 2014: 4

Bibi N, Khattak AB, Mehmood Z. Quality improvement and shelf-life extension of persimmon fruit *Diospyros kaki*. *J Food Eng.* 2007;79: 1359–63

Dan E. Parfitt, Keizo Yonemori, Chitose Honsho, Mitsunori Nozaka, Shinya Kanzaki, Akihiko Sato, Masahiko Yamada: 'Relationships among Asian persimmon cultivars, astringent and non-astringent types', 2015: 1

De Tullio MC: "The Mystery of Vitamin C", Nature Education 3(9):48, 2010

"*Diospyros*". The Plant List. Retrieved 30 July 2014

Englard S, Seifter S: "The biochemical functions of ascorbic acid", Annu Rev Nutr. 1986, 6:365-406

Ercisli, S., Akbulut, M., Ozdemir, O., Sengul, M., Orhan, E., 2007. Phenolic and antioxidant diversity among persimmon (*Diospyrus kaki* L.) genotypes in Turkey. International Journal of Food Sciences and Nutrition, vol. 59 (6): 477-482

Fiedor J, Burda K.: Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. Nutrients. 2014; 6:466-88

Folin, O. and Ciocalteu, V., 1927. On Tyrosine and Tryptophane Determinations in Proteins. Journal of Biological Chemistry, 73, 627-650

"Genus: *Diospyros* L." Germplasm Resources Information Network (G.R.I.N.) [Online Database]. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, Beltsville, Maryland. 28 Apr 1998. Retrieved 15 Sep 2016

Hanasaki Y, Ogawa S, Fukui S. The correlation between active oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoids. Free Radic Biol Med. 1994;16: 845-50

Helmenstine A., 2019. Vitamin C Determination by Iodine Titration. University of Tennessee at Knoxville B.A. <https://www.thoughtco.com/anne-marie-helmenstine-ph-d-601916>

Kedare, S.B.; Singh, R.P., 2011. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. J. Food Sci. Technol. 48: 412–422.

Kromhout D, Menotti A, Kesteloot H, Sans S. Prevention of coronary heart disease by diet and lifestyle evidence from prospective cross-cultural, cohort, and intervention studies. Circulation. 2002; 105:893-8

Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. Am J Clin Nutr. 2004; 79:727–4

Mandl J, Szarka A, Bánhegyi G: "Vitamin C update on physiology and pharmacology", 2009, 157 (7): 1097-1110

Martins N., Ferreira I.C.F.R., 2017. Wastes and by-products: Upcoming sources of carotenoids for biotechnological purposes and health-related applications. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 33-48

Naczki M., Shahidi F., 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography*. 1054, Issues 1–2: 95–111.

Ozen A, Colak A, Dincer B, Guner S.: "A diphenolase from persimmon fruits" (*Diospyros kaki* L, Ebenaceae). *Food Chem*. 2004; 85:431–7

Park YS, Jung ST, Kang SG, Delgado-Licon E, Ayala ALM, Tapia MS. Drying of persimmons (*Diospyros kaki* L.) and the following changes in the studied bioactive compounds and the total radical scavenging activities. *LWT-Food Sci Technol*. 2006; 39:748-55

Yokozawa T, Kim YA, Kim HY, Lee YA, Nonaka G. Protective effect of persimmon peels polyphenol against high glucose-induced oxidative stress in LLCPK1 cells. *Food Chem Toxicol*. 2007; 45:1979–87