



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

«Αξιολόγηση της απόδοσης ποικιλιών καρότου με έγχρωμη σάρκα ρίζας»



**ΠΑΣΧΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΒΟΛΟΣ 2023**

«Αξιολόγηση της απόδοσης ποικιλιών καρότου με έγχρωμη σάρκα ρίζας»

«Yield evaluation of carrot cultivars with colored root flesh»

**ΠΑΣΧΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Σπυρίδων Πετρόπουλος** Επιβλέπων Καθηγητής, Αναπληρωτής Καθηγητής Λαχανοκομίας,  
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

**Ανέστης Καρκάνης** Μέλος, Αναπληρωτής Καθηγητής Ζιζανιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας  
Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

**Ουρανία Παυλή** Μέλος, Επίκουρος Καθηγήτρια Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα  
Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ»

Copyright © ΠΑΣΧΟΥ ΜΑΡΙΑ, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Προπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρωτίστως, τον επιβλέποντα της πτυχιακής μου διατριβής, Αναπληρωτή Καθηγητή Λαχανοκομίας κ. Σ. Πετρόπουλο, που με εμπιστεύτηκε αναθέτοντάς μου αυτή τη μελέτη και την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, αλλά κυρίως για την πολύτιμη βοήθειά του ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Ο. Παυλή και τον κ. Α. Καρκάνη Επ. Καθηγήτρια και Αν. Καθηγητή αντίστοιχα, για τον χρόνο που διέθεσαν ώστε να διορθώσουν και να εκφράσουν τις παρατηρήσεις τους για την πτυχιακή μου εργασία. Ακόμη, θα ήταν σημαντική παράλειψη να μην ευχαριστήσω τη φίλη μου Βαγγελιώ για την πολύτιμη βοήθεια και χρόνο που διέθεσε για την εκπόνηση των εργαστηριακών μετρήσεων της διατριβής μου.

Τέλος, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη συμπαράσταση που μου έδειξαν κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής και κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	viii
SUMMARY.....	ix
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Βοτανικά Χαρακτηριστικά καρότου.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Ταξινόμικά χαρακτηριστικά.....	1
1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	1
1.1.3 Χαρακτηριστικά της ρίζας.....	1
1.1.4 Ανθοφορία.....	2
1.1.5 Χαρακτηριστικά του καρπού .....	2
<b>1.2 Καλλιεργητικές και κλιματολογικές απαιτήσεις .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Θερμοκρασία.....	3
1.2.2 Αρδευτικές απαιτήσεις .....	3
1.2.3 Έδαφος .....	3
1.2.4 Λίπανση.....	4
1.2.5 Συγκομιδή .....	4
<b>1.3 Προέλευση και Παγκόσμια Παραγωγή .....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Γεωγραφική προέλευση και εξάπλωση .....	5
1.3.2 Παγκόσμια παραγωγή .....	6
<b>1.4 Διατροφικά χαρακτηριστικά και χρήσεις του καρότου .....</b>	<b>6</b>
1.4.1 Σημαντικά διατροφικά οφέλη .....	6
1.4.2 Χρήσεις του καρότου .....	7
1.4.3 Καροτενοειδή .....	7
1.4.4 Ανθοκυάνες .....	8
<b>1.5 Σκοπός .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Φυτικό υλικό.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Λίπανση .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Συγκομιδή και επιλογή των κατάλληλων καρότων.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Αγρονομικές μετρήσεις .....</b>	<b>16</b>
2.4.1 Συνολικό και ατομικό βάρος .....	16

2.4.2	Απεικόνιση της εξωτερικής μορφολογίας του καρότου και μέτρηση του μήκους της ρίζας του .....	19
2.4.3	Χαρακτηρισμός του χρώματος της επιδερμίδας της ρίζας .....	23
2.4.4	Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου δύο σημείων της ρίζας .....	23
2.4.5	Χαρακτηρισμός της κατανομής του χρώματος του πυρήνα της ρίζας .....	26
2.4.6	Κατηγορίες φύλλων .....	28
2.4.7	Εγκόλπωση των φύλλων .....	28
2.4.8	Χρωματισμός των φύλλων .....	30
2.4.9	Προσδιορισμός του μήκους της διαμέτρου και του σχήματος του μίσχου των φύλλων .....	32
2.4.10	Ξηρό βάρος.....	35
<b>2.5</b>	<b>Στατιστική ανάλυση.....</b>	<b>38</b>
<b>3.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>39</b>
3.1	Συνολικό βάρος και συνολικός αριθμός καρότων.....	39
3.2	Ατομικό βάρος των καρότων με και χωρίς φύλλα.....	39
3.3	Μήκος της ρίζας .....	41
3.4	Χαρακτηρισμός του χρώματος της επιδερμίδας της ρίζας .....	41
3.5	Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου δύο σημείων της ρίζας .....	41
3.6	Χαρακτηρισμός της κατανομής του χρώματος του πυρήνα της ρίζας.....	43
3.7	Κατηγορίες των φύλλων .....	43
3.8	Εγκόλπωση των φύλλων .....	43
3.9	Χρωματισμός των φύλλων .....	44
3.10	Μήκος διαμέτρου του μίσχου των φύλλων.....	44
3.11	Σχήμα διαμέτρου του μίσχου των φύλλων .....	44
3.12	Ξηρό βάρος.....	45
<b>4.</b>	<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>46</b>
4.1	Συνολικός αριθμός και βάρος καρότων .....	46
4.2	Ατομικό βάρος καρότων .....	46
4.3	Μήκος ρίζας .....	46

<b>4.4 Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου δύο σημείων της ρίζας .....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Εγκόλπωση των φύλλων .....</b>	<b>47</b>
<b>4.6 Χρωματισμός των φύλλων.....</b>	<b>47</b>
<b>4.7 Ξηρό βάρος.....</b>	<b>47</b>
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>48</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>49</b>



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το καρότο θεωρείται ως μία από τις σημαντικότερες οικονομικά καλλιέργειες λαχανικών σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό οφείλεται στην δυνατότητα του πλέον να καλλιεργείται σε κλίματα θερμότερα και ξηρότερα και να μην έχει γενικότερα ιδιαίτερες καλλιεργητικές απαιτήσεις. Επίσης το καρότο λόγω της υψηλής διατροφικής και φαρμακευτικής του αξίας αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής και υγείας. Πρόσφατα, έχει αρχίσει να επεκτείνεται η κατανάλωση σε παγκόσμιο επίπεδο, διαφορετικών χρωματικών αποχρώσεων καθώς έχει αποδειχθεί ότι αρκετές έγχρωμες ποικιλίες περιέχουν διαφορετικές χημικές ιδιότητες σε σύγκριση με το πορτοκαλί καρότο, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν πρόσθετα οφέλη στην ανθρώπινη διατροφή και υγεία. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η αξιολόγηση της απόδοσης έξι ποικιλιών καρότου με έγχρωμη σάρκα ρίζας. Η καλλιέργεια των καρότων πραγματοποιήθηκε σε γλάστρες στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και ύστερα από μερικές εβδομάδες μετά την σπορά έγιναν λιπάνσεις σε εβδομαδιαία βάση. Μετά την συγκομιδή των καρότων αξιολογήθηκαν αγρονομικά χαρακτηριστικά όπως το ατομικό βάρος, το μήκος, το χρώμα, η διάμετρος και το ξηρό βάρος της ρίζας του καρότου καθώς και η εγκόλπωση, το σχήμα και το χρώμα των φύλλων και τέλος το ξηρό βάρος της ρίζας. Στις μετρήσεις αυτές παρατηρήθηκε ότι υπήρξαν διακριτές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στο συνολικό και ατομικό βάρος και στον αριθμό των συγκομισμένων καρότων, επίσης στο χρώμα της επιδερμίδας της ρίζας αλλά και στην κατανομή του χρώματος του πυρήνα της ρίζας, όμως στις υπόλοιπες μετρήσεις οι διαφορές τους ήταν από μηδαμινές έως ελάχιστες. Συμπερασματικά διαπιστώνεται ότι όλες οι διαφορετικές αυτές ποικιλίες μπορεί να διέφεραν σε ορισμένα αγρονομικά τους χαρακτηριστικά, ωστόσο είχαν παρόμοια δυναμική παραγωγικότητα επομένως υπάρχει η δυνατότητα να επεκταθεί η καλλιέργεια των ποικιλιών έγχρωμης σάρκας καρότου στον Ελλαδικό χώρο.

**Λέξεις κλειδιά:** ποικιλίες, ρίζες, χρώμα, απόδοση παραγωγής

## **SUMMARY**

The carrot is regarded as one of the most economically important vegetable cultivations in the world, due to its capability now to be cultivated in warmer and drier climates while overall it doesn't require particular cultivation needs. Furthermore, the carrot is considered to be an important part of the human diet and medicine due to its high nutritional and medicinal value. Recently, consumption of differently colored root varieties has begun to expand worldwide as several colored varieties have been shown to contain different chemical properties from the orange carrot, thus provide additional benefits to human nutrition and health. The purpose of this study was to evaluate the yield of six carrot varieties with colored root flesh. The carrots were cultivated in pots which were located at the farm of the University of Thessaly in Velestino and a few weeks after sowing, fertilizers were applied on a weekly basis. After harvesting the carrots, agronomic characteristics such as the individual weight, length, color, diameter and dry weight of the carrot root were evaluated as well as the dissection, shape and color of the leaves and finally the root dry weight. In these measurements it was observed that there were distinct differences between the varieties in the total and individual weight and number of harvested carrots, also in the color of the root skin and in the distribution of the color of the root core, but in the rest of the measurements their differences were negligible to minimal. In conclusion, it is determined that all these different varieties may have differed in some of their agronomic characteristics, however they had similar dynamic productivity, so the possibility for the cultivation of the colored carrot varieties in Greece can be possible.

**Key Words:** varieties, roots, color, yield

## **1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά καρότου**

#### **1.1.1 Ταξινομικά χαρακτηριστικά**

Το καρότο ανήκει στην οικογένεια Apiaceae (συνωνυμο: Umbelliferae), η οποία είναι μια μεγάλη οικογένεια και περιλαμβάνει 250 γένη και 2500 είδη μέσα στα οποία περιλαμβάνονται άλλα λαχανοκομικά είδη όπως το σέλινο. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της οικογένειας αυτής είναι το σχήμα της ταξιανθίας το οποίο μοιάζει με ομπρέλα (σκιάδιο) και η μορφολογία των σχιζοκαρπικών καρπών τους οι οποίοι αποτελούνται από δύο ραβδωτά προσαρτημένα καρπόφυλλα, με το κάθε ένα να περιέχει ένα μεσοκάρπιο (σπόρο) (Davis and Raid, 2002).

#### **1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά**

Το καρότο είναι ένα φυτό διετές το οποίο καλλιεργείται ως ετήσιο (Χα & Πετρόπουλος, 2014). Κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης του παρατηρείται μια ευδιάκριτη οριοθέτηση μεταξύ της ρίζας και του υποκοτυλίου. Το υποκοτύλιο σταδιακά ενσωματώνεται στις ενωμένες βάσεις των κοτυληδόνων, οι οποίες αργότερα θα απομακρυνθούν μεταξύ τους κατά το στάδιο ανάπτυξης του άξονα στην βάση του βλαστού, από τον οποίο θα αρχίσει να σχηματίζεται η ροζέτα των φύλλων. Από τους κόμβους του στελέχους προκύπτουν τα επόμενα φύλλα. (Rubatzky et al., 1999) Τα φύλλα στη βάση της ροζέτας είναι λεπιδωτά, σύνθετα και εναλλασσόμενα. Οι λεπίδες των φύλλων είναι δύο έως τρεις, πτεροειδής και τα φυλλάρια διαχωρίζονται επανειλημμένα σε μικρά τμήματα που έχουν μεγάλο λοβό και τα οποία είναι επιμήκη έως γραμμικά και οξεία (Rubatzky et al., 1999). Τα νέα φύλλα αναπτύσσονται σπειροειδώς μέσα στις συγκρατητικές βάσεις των προηγούμενων μίσχων (Davis and Raid, 2002).

#### **1.1.3 Χαρακτηριστικά της ρίζας**

Το όργανο αποθήκευσης καρότου θεωρείται άξονας ρίζας και αποτελείται από το υποκοτύλιο και τους ιστούς ρίζας (Davis and Raid, 2002). Σε ανατομικό επίπεδο η ρίζα ενός καρότου αποτελείται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από παρεγχυματικό φλοιώμα και ξύλο το οποίο διαπερνάτε από αγγειακούς ιστούς με τμήματα του καμβίου να ενώνονται μεταξύ τους σε ένα κύλινδρο. Σε πολλές ποικιλίες καρότου το σχήμα της αποθηκευτικής ρίζας είναι κωνικό, αλλά η έκταση της διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών. Μερικές ποικιλίες μπορεί να έχουν κυλινδρικά, στρογγυλά ή διάφορα άλλα

σχήματα. Σε ορισμένες ποικιλίες η διάμετρος της ρίζας μπορεί να είναι μόνο 1 ή 2 cm, ενώ για άλλες, η διάμετρος μπορεί να είναι 10 cm στο ευρύτερο τμήμα. Το μήκος της ρίζας στις περισσότερες περιπτώσεις κυμαίνεται μεταξύ 10 και 25 cm, αλλά σε ορισμένες ποικιλίες μπορεί να κυμαίνεται από 5 μέχρι και τα 50 cm σε μήκος. Εκτός από τις πορτοκαλί ρίζες, καλλιεργούνται επίσης ποικιλίες με σάρκα ρίζας χρώματος κίτρινου, κόκκινου, μωβ και λευκού (Rubatzky et al., 1999). Υψηλής ποιότητας για το χώρο της αγοράς θεωρούνται τα καρότα εκείνα που έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φλοίομα σε σχέση με αυτή του τμήματος του ξηλώματος (πυρήνας) (Davis and Raid, 2002).

#### **1.1.4 Ανθοφορία**

Κατά το στάδιο σχηματισμού της ταξιανθίας το καρότο έχει αναπτύξει έναν πολύμισχο βλαστό ο οποίος φέρει την ταξιανθία με ύψος συνήθως στα 60 cm αλλά μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να φτάσει μέχρι και τα 2 m. Η κύρια ταξιανθία-σκιάδιο προκύπτει από το άκρο του κύριου ανθικού στελέχους. Από τις άκρες των τμημάτων της κύριας ταξιανθίας εκφύονται οι δευτερεύοντες ταξιανθίες και ανάλογα με την περαιτέρω ανάπτυξη και διακλάδωση του στελέχους τους μπορεί να δημιουργηθούν διακλαδώσεις τρίτου, τετάρτου και παραπάνω βαθμού των υποταξιανθιών, να φτάσουν μέχρι και τις 50 σε μία κύρια ταξιανθία και με την κάθε μια να περιέχει μέχρι και 50 άνθη. Τα σκιάδια αυτά προοδευτικά μειώνονται σε μέγεθος, αναπτύσσονται αργότερα και μπορούν να απλωθούν με τη βοήθεια ενός έλικα αποτελούμενου από επιμήκη βράκτια φύλλα (Davis and Raid, 2002).

#### **1.1.5 Χαρακτηριστικά του καρπού**

Ο καρπός του καρότου είναι σχιζόκαρπος αποτελούμενος από δύο μερικάρπια, το καθένα από ένα αχάινιο ή αληθινό σπόρο. Κατά την ξήρανση τα ενωμένα μερικάρπια μπορούν εύκολα να διαχωριστούν. Ο πρόωρος διαχωρισμός (θρυμματισμός) πριν από τη συγκομιδή είναι ανεπιθύμητος, διότι οδηγεί σε απώλεια σπόρων. Οι σπόροι καρότου είναι ραβδωτοί και αγκαθωτοί και η διακύμανση του μεγέθους των σπόρων από 500-1000 σπόρους ανά g είναι κοινή. Οι ώριμοι καρποί είναι πεπλατυσμένοι προς την μία πλευρά των σέπτα της ωσθήκης. Η αντίθετη πλευρά περιέχει πέντε διαμήκεις νευρώσεις. Σε μερικά από αυτά προεξέχουν κάποια αγκάθια. Οι σπόροι αυτοί επίσης περιέχουν ελαιαγωγούς και κανάλια (Rubatzky et al., 1999).

### **1.2 Καλλιεργητικές και κλιματολογικές απαιτήσεις**

### **1.2.1 Θερμοκρασία**

Το καρότο ανήκει στις χειμερινές καλλιέργειες με τις θερμοκρασίες να κυμαίνονται μεταξύ 15 με 21° C προκειμένου να υπάρχει ικανοποιητική ανάπτυξη τόσο του φυλλώματος και της ρίζας όσο και του σχήματος και χρώματος της (Rubatzky et al., 1999; Pretorius and Engelbrecht, 2009). Σε περιοχές όπου επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες δεν συνίσταται η καλλιέργεια του καρότου διότι μειώνεται η ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής εκτός και αν χρησιμοποιηθούν ποικιλίες για εαρινές καλλιέργειες (Gomes et al., 2021), οπότε η καλλιέργεια του καρότου καθίσταται βιώσιμη.

Οι θερμοκρασίες σε γενικές γραμμές επηρεάζουν την καλλιέργεια του καρότου καθ' όλη την διάρκεια του βιολογικού του κύκλου. Προκειμένου να υπάρξει γρήγορη και ομοιόμορφη ανάπτυξη, το ιδανικό εύρος των θερμοκρασιών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 20 με 30° C. Γενικά, θερμοκρασίες υψηλότερες των 30° C μπορεί να συντομεύσουν την διάρκεια του βλαστικού κύκλου, επηρεάζοντας την ανάπτυξη και την απόδοση των ριζών. Οι μέσες θερμοκρασίες μεταξύ 10° και 15°C ωφελούν την επιμήκυνση της ρίζας και την ανάπτυξη επιθυμητών χαρακτηριστικών του χρώματος του καρότου, ενώ θερμοκρασίες πάνω από 21°C προκαλούν το σχηματισμό κοντών και φτωχών χρωματισμών των ριζών (Vieira & Pessoa, 2008; Gomes et al., 2021).

### **1.2.2 Άρδευτικές απαιτήσεις**

Για την ομαλή ανάπτυξη του καρότου είναι πολύ σημαντικό να υπάρχουν επαρκή επίπεδα υγρασίας τα οποία θα εξασφαλίζουν τη βέλτιστη ανάπτυξη και υψηλή ποιότητα της ρίζας. Οι ανάγκες του καρότου σε νερό κυμαίνονται από 450 έως 900 mm, συμπεριλαμβανομένης και της βροχόπτωσης. Περιορισμοί στην άρδευση οδηγούν πάντα στην δημιουργία ριζών με πικάντικη γεύση. Αντίθετα, η υπερβολική υγρασία του εδάφους και τα πλημμυρισμένα εδάφη οδηγούν στην ανάπτυξη ριζών με ανεπαρκή χρωματισμό (Yamaguchi, 1983; Pretorius and Engelbrecht, 2009). Η μείωση στον τυπικό ρυθμό άρδευσης μπορεί να μειώσει την βιομάζα και το συνολικό ποσοστό της εμπορεύσιμης ρίζας του καρότου. Η μείωση της παραγωγικότητας του καρότου υπό περιορισμένη άρδευση οφείλεται κυρίως σε μείωση της ανάπτυξης της μάζας των φύλλων το οποίο με την σειρά του οδηγεί σε μειωμένη επιφάνεια του φύλλου (Gibberd et al., 2003; Pretorius and Engelbrecht, 2009).

### **1.2.3 Έδαφος**

Το καρότο μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορους τύπους εδαφών αλλά ιδανικά εδάφη θεωρούνται εκείνα τα οποία θα πρέπει να έχουν βάθος, καλή στράγγιση, αργιλώδη υφή (Yamaguchi, 1983; Rubatzky et al., 1999; Pretorius and Engelbrecht, 2009) και με το χρώμα να είναι μεσαίου μεγέθους σε μεσαίο εδαφικό ορίζοντα με pH μεταξύ 6.0-7.5. Η περιεκτικότητα σε χούμο δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1,5 % για τη σωστή ανάπτυξη του καρότου. Η περίσσεια ποσότητα χούμου περιέχει αρκετό άζωτο το οποίο παρέχει ιδανικές συνθήκες για τα παράσιτα και για αυτό το λόγο τα πλούσια οργανικά εδάφη δεν αποτελούν ιδανική επιλογή για την καλλιέργεια του καρότου. Ιδανικά εδάφη για την ανάπτυξη ωραίων και λείων ριζών θεωρούνται τα αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη. Σε ξηρά κλίματα τα συγκεκριμένα εδάφη μπορούν να οδηγήσουν σε προβλήματα άρδευσης και έντασης του χρώματος της ρίζας (Maslovsky et al., 2016; Garplayev, 2011; Bolkunov et al., 2019). Τα εδάφη με βαριά υφή, προκαλούν την ανάπτυξη διχαλωτών και κωνικού σχήματος ριζών (Yamaguchi, 1983; Rubatzky et al., 1999; Pretorius and Engelbrecht, 2009), μειώνοντας επίσης το μήκος τους αλλά ταυτόχρονα παρέχοντας έντονο χρώμα και υψηλή ποιότητα. Δυσμενής για την καλλιέργεια του καρότου είναι τα βαριά εδάφη που τείνουν να σχηματίζουν τον φλοιό, τα βραχώδη εδάφη και εκείνα που βρίσκονται κοντά σε υπόγεια ύδατα (Bolkunov et al., 2019).

#### **1.2.4 Λίπανση**

Είναι σημαντικό πριν από την έναρξη εφαρμοσμένου προγράμματος λίπανσης να προηγηθούν τα αποτελέσματα εδαφολογικών αναλύσεων διότι οι ποσότητες N που υπερβαίνουν τις ανάγκες της καλλιέργειας μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα στην ανάπτυξη της ρίζας (Ολύμπιος, 2015; Καραγεώργου, 2020). Για την αποδοτική ανάπτυξη της καλλιέργειας του καρότου εφαρμόζονται 3 κύρια θρεπτικά στοιχεία. Το N σε 7-12 kg, ο P σε 3-5 kg και το K σε 3-6 kg. Τα δύο τελευταία στοιχεία προστίθενται στις αναφερθέντες ποσότητες πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ενώ το για το N τα 2/3 της ποσότητας του προστίθενται στην αρχή της καλλιέργειας και η υπόλοιπη ποσότητα όταν το ύψος του φυλλώματος των φυτών φτάσει τα 15 cm (Θανόπουλος, 2008; Καραγεώργου, 2020). Η μορφή του εφαρμοζόμενου N σε τέτοιου είδους λιπάσματα, είναι η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0), η κρυσταλλική νιτρική αμμωνία (33,5-0-0) ή ουρία (Ολύμπιος, 2015, Καραγεώργου, 2020).

#### **1.2.5 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή του καρότου μπορεί να γίνει όταν η διάμετρος του ώμου φτάσει τα 2,5 με 3,5 cm. Ανάλογα την ποικιλία και τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, η συγκομιδή πραγματοποιείται 80-150 μέρες μετά την σπορά. Προκειμένου οι γογγυλόριζες να είναι τρυφερές και τραγανές, η συγκομιδή τους πραγματοποιείται πριν την πλήρη ανάπτυξη και σκλήρυνσή τους. Εάν τα καρότα πρόκειται να μεταποιηθούν, αφήνονται στο έδαφος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ώστε να αυξηθεί το ποσοστό της ξηράς ουσίας και του χρώματος κατά την ωρίμανση τους. Η μέση απόδοση είναι 4-5 t/στρ. (Ολύμπιος, 2015; Καραγεώργου, 2020). Τα καρότα συνήθως συγκομίζονται με μηχανή αυτοκινούμενη ή παρελκόμενη όταν το φυτό έχει φύλλα, ενώ όταν δεν έχει γίνεται χειρωνακτικά. Μετά την συγκομιδή τα καρότα τοποθετούνται σε παλετοκιβώτια και μεταφέρονται σε πλυντήριο όπου γίνεται πλύσιμο, διαλογή και συσκευασία (Βυλλιώτης, 2008).

### **1.3 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ**

#### **1.3.1 Γεωγραφική προέλευση και εξάπλωση**

Το καρότο προέρχεται από την Ασία. Αρχικά οι ρίζες ήταν λεπτές και μακριές χρώματος μωβ ή κίτρινου (Hernandez, 1991; Abbas, 2017). Οι πρώτες αναφορές των μωβ και κίτρινων καρότων προέρχονται από το Ιράν και τη Βόρεια Αραβία κατά τον 10<sup>ο</sup> αιώνα (Simon, 2000; Arscott and Tanumihardjo, 2010). Από τα μέσα του 15<sup>ου</sup> αιώνα η εξάπλωσή τους έγινε ανατολικά και δυτικά από το κέντρο αυτό για να γίνουν γνωστά σε όλη τη Μέση Ανατολή, τη Βόρεια Αφρική, την Ευρώπη και την Κίνα. Στην Βόρεια Ευρώπη προτίμησαν τα κίτρινα καρότα μέχρι να αναπτυχθούν τα πορτοκαλί καρότα στις Κάτω Χώρες τον 18ο αιώνα. Τα λευκά καρότα παρατηρήθηκαν στην Ευρώπη και τα κόκκινα πιθανόν να προήλθαν από την Κίνα εκείνη την εποχή. Μπορεί τα πορτοκαλί καρότα να έχουν αντικαταστήσει τα άλλα χρώματα στη δύση, αλλά τα μωβ και κίτρινα συνεχίζουν να καλλιεργούνται σε μεγάλο βαθμό στην Τουρκία, Ινδία και Κίνα και τα κόκκινα καρότα στην Ιαπωνία (Rubatzky et al., 1999; Simon, 2000; Arscott and Tanumihardjo, 2010).

Παρόλο που οι πορτοκαλί ποικιλίες καρότου είναι κοινές, τον τελευταίο καιρό έχει αρχίσει να αυξάνεται η κατανάλωση του "μαύρου ή μωβ καρότου" (*Daucus carota L.ssp. sativus var. Atrorubens Alef.*) στην Δυτική Ευρώπη. Αυτά τα τελευταία προέρχονται από την Κεντρική Ασία αλλά εισήχθησαν στην Ευρώπη και καλλιεργήθηκαν αρχικά από τους Ολλανδούς (Algarra, 2014). Το καλλιεργούμενο είδος καρότου (*Daucus carota L. ssp. Sativus*) γενετικά διακρίνεται σε 2 ξεχωριστές ομάδες: το Ανατολικό (Ασία) και το Δυτικό (Ευρώπη και Αμερική) καρότο. Το

Ανατολικό καρότο (*D. carota L. ssp. Sativus var. atroburens*) έχει ποικιλίες με χρωματικό εύρος από κίτρινο μέχρι σκούρο μωβ (μαύρο καρότο) το οποίο συσσωρεύει σε μεγάλο βαθμό ανθοκυανίνες, ενώ στο Δυτικό καρότο, οι ποικιλίες είναι χρώματος λευκού μέχρι πορτοκαλί λόγω της σύνθεσης των καροτενοειδών (Iorizzo et al., 2016; Bolton et al., 2020; Acosta-Motos et al., 2021).

### **1.3.2 Παγκόσμια παραγωγή**

Σε παγκόσμιο επίπεδο, χρησιμοποιούνται περίπου 1,2 εκατομμύρια εκτάρια γης για την καλλιέργεια του καρότου, με το κόστος να ανέρχεται στα περίπου 14 δισεκατομμύρια δολάρια. Τα τελευταία 50 χρόνια, το καρότο, το οποίο θεωρείται φυτό χειμερινής καλλιέργειας, καλλιεργείται κυρίως στην Ευρώπη και Ασία (Bolton et al., 2020; Boadi et al., 2021).

Τα τελευταία 40 χρόνια τετραπλασιάστηκε η παγκόσμια παραγωγή του καρότου, κυρίως για τις πορτοκαλί ποικιλίες, φτάνοντας τους 40 εκατομμύρια τόνους, καθιστώντας το καρότο ως μία από τις 10 πιο σημαντικές οικονομικά καλλιέργειες λαχανικών και την κύρια πηγή της προβιταμίνης Α παγκοσμίως. Η κύρια αύξηση της παραγωγής του καταγράφηκε στην Ασία πράγμα το οποίο συνεπάγεται ότι μεγαλύτερη παραγωγή καρότου τώρα δύναται να καλλιεργηθεί σε θερμότερα και ξηρότερα κλίματα απ' ό,τι συνέβαινε στο παρελθόν (Simon, 2019; Acosta-Motos et al., 2021). Το 2018, η μεγαλύτερη ποσότητα παραγωγής καρότου στον κόσμο καταγράφηκε στην Κίνα με 20.274.393 t, ακολουθεί το Ουζμπεκιστάν με 2.249.733 t και η Ρωσία με 1.805.787 t. (Faostat, 2019; Karakan et al., 2019)

## **1.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΡΟΤΟΥ**

### **1.4.1 Σημαντικά διατροφικά οφέλη**

Στην υγιεινή διατροφή, οι κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες υποστηρίζονται σε παγκόσμιο επίπεδο, κατέστησαν δημοφιλή την κατανάλωση φρέσκων λαχανικών και φρούτων. Το καρότο ανήκει στα πιο δημοφιλή καταναλισκόμενα φρέσκα λαχανικά χάρη στην ευχάριστη του γεύση (Stahl and Sies, 1999; Pretorius and Engelbrecht 2009), στην υψηλή διατροφική (Heinonen, 1990; Boskovic-Rakocevic et al., 2012) και φαρμακευτική του αξία και στον ρόλο που διαδραματίζει στην πρόληψη των ασθενειών (Gallichio et al., 2008; Zhang et al., 2009; Arscott and Tanumihardjo, 2010; Boskovic-Rakocevic et al., 2012).



Η κατανάλωση του καρότου συνιστάται ιδιαίτερα λόγω της άφθονης περιεκτικότητάς του σε φυτοχημικές ενώσεις. Εκτός από την υψηλή περιεκτικότητα σε β-καροτίνη (καροτένιο), το καρότο αποτελεί και αξιόπιστη πηγή βιταμίνης C (Lesperance, 2009; Leong and Oey, 2012). Το ανθρώπινο σώμα αδυνατεί να συνθέσει την βιταμίνη C λόγω έλλειψης του ενζύμου L-γλουνολακτονικής οξειδάσης (Kawai et al., 1992; Leong and Oey, 2012). Η βιταμίνη C βοηθά στη πρόληψη κατά του σκορβούτου, μειώνει τον κίνδυνο του καρκίνου και των καρδιαγγειακών παθήσεων, (Byers and Perry, 1992; Leong and Oey, 2012) και ενισχύει την απορρόφηση σιδήρου για την πρόληψη της αναιμίας (Hallberg et al., 1987; Leong and Oey, 2012). Το καρότο είναι επίσης ευεργετικό για την υγεία των ματιών, λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε καροτενοειδή, μια κατηγορία φυτοχημικών πρόδρομων ουσιών της βιταμίνης A και ως εκ τούτου, βοηθά στη μείωση του κινδύνου ανεπάρκειας βιταμίνης A (Kopsell and Kopsell, 2006; Agbede, 2021) και επίσης περιέχει αξιόλογες ποσότητες θρεπτικών συστατικών όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, φυτικές ίνες, θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, σίδηρο, ασβέστιο, φώσφορο και βιταμίνη C, K, B1, B2 και B6 (Pant and Manandhar, 2007; Arscott and Tanumihardjo, 2010; Sharma et al., 2012; Agbede, 2021).

#### **1.4.2 Χρήσεις του καρότου**

Η διάρκεια ζωής του καρότου είναι σχετικά μικρή, γι' αυτό και η μεταποίηση του περιλαμβάνει διαδικασίες θέρμανσης και κονσερβοποίησης, κατάψυξης, αφυδάτωσης, παραγωγής και συμπύκνωσης του χυμού, προκειμένου να επεκταθεί η δυνατότητα του για εξαγωγές και εμπόριο μεγάλων αποστάσεων (Kawai et al., 1992; Leong and Oey, 2012). Μπορεί να καταναλωθεί ωμό (σε σαλάτα), ψιλοκομμένο, βραστό ή μαγειρεμένο σε στιφάδο, σούπες, κάρυ κλπ., αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην παρασκευή τουρσιών, μαρμελάδας και πολλών άλλων γλυκών συνταγών. Πέραν της διατροφικής του αξίας, στον τομέα της φαρμακευτικής, διάφορα μέρη του καρότου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενός ευρέως φάσματος αναφερόμενων φαρμακευτικών ιδιοτήτων (Pant and Manandhar, 2007; Rossi et al., 2007; Tavares et al., 2008; Agbede, 2021).

#### **1.4.3 Καροτενοειδή**

Τα καροτενοειδή είναι μια ομάδα φυτοχημικών ουσιών τα οποία περιλαμβάνουν μια οικογένεια με πάνω από 700 ενώσεις στη φύση (Britton et al., 2004; Arscott and Tanumihardjo, 2010) και είναι υπεύθυνα για τους χρωματισμούς

πολλών φρούτων και λαχανικών. Αυτά που κυριαρχούν και συχνά ποσοτικοποιούνται στον ανθρώπινο ορό περιλαμβάνουν τη ξανθοφύλλη, ζεαξανθίνη, β-κρυπτοξανθίνη, λυκοπαίνιο και α- και β-καροτένιο. Η σύνθεσή τους λαμβάνει χώρα αποκλειστικά στα φυτά και αποτελούν πηγές για όλα τα ζωικά καροτενοειδή (Gross, 1991; Arscott and Tanumihardjo, 2010).

Τα καροτενοειδή είναι υπεύθυνα για τους χρωματισμούς των κίτρινων, πορτοκαλί και κόκκινων καρότων ενώ οι ανθοκυανίνες είναι υπεύθυνες για τον χρωματισμό των μωβ καρότων. Όλες αυτές οι χρωστικές έχουν εκτενώς μελετηθεί για τα οφέλη τους στην υγεία συμπεριλαμβανομένης της προστασίας που παρέχουν από συγκεκριμένους καρκίνους και καρδιαγγειακές παθήσεις και το ενδιαφέρον του καταναλωτή για ολόκληρα φυσικά τρόφιμα πλούσια με αυτές τις ενώσεις, που συχνά αναφέρονται ως “λειτουργικά τρόφιμα” το οποίο αυξάνεται (Hasler and Brown, 2009; Arscott and Tanumihardjo, 2010). Τα κυρίαρχα καροτενοειδή είναι η προβιταμίνη Α καροτίνη, δηλαδή η α- και β-καροτίνη, που αντιπροσωπεύουν το 13% με 40% και το 45% έως 80% των καροτενοειδών στα πορτοκαλί καρότα αντίστοιχα (Simon and Wolff, 1987; Gross 1991; Arscott and Tanumihardjo, 2010).

Στα κόκκινα καρότα το κυρίαρχο καροτενοειδές είναι το λυκοπένιο, το οποίο είναι υπεύθυνο για τον ερυθρό αυτό χρωματισμό. Ενώ το λυκοπένιο δεν έχει την δραστηριότητα της προβιταμίνης Α, παρόλο που είναι υδρογονάνθρακας, είναι το πιο ισχυρό αντιοξειδωτικό *in vitro* από όλα τα καροτενοειδή που βρίσκονται σε ικανοποιητικές ποσότητες στον άνθρωπο (Di Mascio et al., 1989; Arscott and Tanumihardjo, 2010) και εμπλέκεται στην προστασία από ορισμένα είδη καρκίνου (Giovannucci, 2002; Arscott and Tanumihardjo, 2010).

#### **1.4.4 Ανθοκυάνες**

Ανθοκυάνες είναι πολυφαινολικές ενώσεις που αποτελούνται από ένα δίκτυο (ή ραχοκοκαλιά) ανθοκυανιδίνης, το 2-φαινυλοβενζοπυρήλιο, το οποίο αναφέρεται επίσης ως κατιόν φλαβυλίου. Οι 6 κοινές ραχοκοκαλιές μιας θοκυανιδίνης είναι η κυανιδίνη, η μαλβιδίνη, η δελφινιδίνη, η πεονιδίνη, η πετουνιδίνη και η πελαργονιδίνη. (Kammerer et al., 2003; Arscott and Tanumihardjo, 2010).

Στα μωβ καρότα οι κύριες ανθοκυάνες που έχουν εντοπιστεί είναι με βάση την κυανιδίνη: κυανιδιν-3-ξυλοσυλ-γλυκοσυλγαλακτοσιδη, κυανιδιν-3-ξυλοσυλ-γαλακτοσίδη και τα παράγωγα των σιναπικών, φερουλικών και κουμαρικών οξέων του 3-ξυλοσυλο-γλυκοζίτη κυανιδίνης (Wallace and Giusti, 2008; Montilla et al., 2011; Garcia-Herrera et al., 2016; Kamiloglou et al., 2017). Τα μωβ καρότα έχουν ένα

ελκυστικό μπλε-μωβ χρωματισμό με υψηλές συγκεντρώσεις ανθοκυανών οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μια φυσική χρωστική τροφίμων λόγω της υψηλής ανθεκτικότητας τους στην θέρμανση, το φωτισμό αλλά και λόγω του σταθερού τους pH. Επίσης, χάρη στην εξαιρετική φωτεινή κόκκινη απόχρωση της φράουλας σε όξινες τιμές pH, τα καρότα αυτά χρησιμοποιούνται και ως θρεπτικό/λειτουργικό συστατικό διαφόρων μητρικών τροφίμων, όπως τους χυμούς φρούτων, το νέκταρ, τα αναψυκτικά, τις κονσέρβες, το ζελέ και την ζαχαροπλαστική (Khandare et al., 2011; Murali et al., 2015; Kamiloglou et al., 2017). Οι ανθοκυάνες των μωβ καρότων δεν έχουν άμεση επίδραση στην γεύση (Simon, 2000; Surles et al., 2004; Arscott and Tanumihardjo, 2010).

### **1.5 Σκοπός**

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η αξιολόγηση των αγρονομικών χαρακτηριστικών 6 ποικιλιών καρότου με έγχρωμη σάρκα ρίζας.

## 2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Φυτικό υλικό

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο από τις 3/9/2021 έως τις 15/3/2022. Στις 3 Σεπτεμβρίου του 2021 πραγματοποιήθηκε η σπορά των 6 ποικιλιών καρότου. Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν σπόροι από διαφορετικά υβρίδια καρότου τα οποία ήταν τα εξής:

1. Carrot Flakee της εταιρείας Decorato Semehti (Εικ. 1)
2. Carrot F1 Creampak, της εταιρείας Suttons (Εικ. 2)
3. Carrot F1 Purple Sun, της εταιρείας Suttons (Εικ. 3)
4. Carrot F1 Night Bird, της εταιρείας Suttons (Εικ. 4)
5. Carrot F1 Gold Nugget, της εταιρείας Suttons (Εικ. 5)
6. Carrot Samurai, της εταιρείας Suttons (Εικ. 6)

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 90 γλάστρες των 10 L, όπου σε κάθε ποικιλία αντιστοιχούσαν 15 γλάστρες (Εικ. 7 και 8). Η σύσταση του υποστρώματος κάθε γλάστρας αποτελούνταν από αναλογία τύρφη/περλίτη 1:1. Κατά την σπορά, σε κάθε γλάστρα τοποθετήθηκαν 2-4 σπόροι σε δύο θέσεις, δηλ. 6-8 σπόροι ανά γλάστρα. Η άρδευση γινόταν με σύστημα μπεκ κάθε 2 μέρες.

Σε εβδομαδιαία βάση κατά τις πρωινές ώρες, παρατηρούνταν το ποσοστό φυτρωτικότητας των καρότων. Επειδή σε αρκετές γλάστρες δεν φύτρωναν καρότα και στις 2 θέσεις, πραγματοποιήθηκαν μερικές μεταφυτεύσεις καρότων από γλάστρες στις οποίες υπήρχαν περισσότερα από 2 καρότα. Όταν άρχισαν να μειώνονται σταδιακά οι θερμοκρασίες, στις 15/10/2021 οι γλάστρες μεταφέρθηκαν μέσα σε ένα από τα πειραματικά θερμοκήπια του Αγροκτήματος στο Βελεστίνο προκειμένου να προστατευτούν τα νεαρά καρότα από τις έντονες βροχοπτώσεις και τις χαμηλές θερμοκρασίες και να μπορέσουν έτσι να αναπτυχθούν κανονικά (Εικ. 9).



**Εικόνες 1 και 2.** Συσκευασίες σπόρων καρότων των ποικιλιών Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 3 και 4.** Συσκευασίες σπόρων καρότων των ποικιλιών F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 5 και 6.** Συσκευασίες σπόρων καρότων των ποικιλιών F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 7 και 8.** Διάταξη των γλαστρών δίπλα από το θερμοκήπιο του αγροκτήματος του Βελεστίνου (προσωπικό αρχείο, 2021).



**Εικόνα 9.** Διάταξη των γλαστρών μέσα στο θερμοκήπιο του αγροκτήματος του Βελεστίνου (προσωπικό αρχείο, 2021).

## 2.2 Λίπανση

Η πρώτη λίπανση πραγματοποιήθηκε όταν τα καρότα είχαν αποκτήσει αρκετό αριθμό φύλλων και η ροζέτα τους είχε μεγαλώσει αρκετά σε διάμετρο (Εικ. 10). Συγκεκριμένα, η πρώτη λίπανση πραγματοποιήθηκε στις 19/10/2021. Εφαρμόστηκε βασική λίπανση 200-200-200 (Active Plus) (Εικ. 11) σε μορφή υδρολίπανσης χειρωνακτικά, δοσολογίας των 150 mL/γλάστρα. Πραγματοποιήθηκε λίπανση σε εβδομαδιαία βάση τις πρωινές ώρες μέχρι και την τελευταία εβδομάδα πριν τις συγκομιδές (Πίν. 1). Η ημερήσια δόση της λίπανσης για το σύνολο των γλαστρών ήταν συνολικά 13.500 mL (13,5 L) και για τις 19 ημέρες χρησιμοποιήθηκαν 256,5 L. Σε κάθε γλάστρα χορηγήθηκαν (για 19 μέρες) συνολικά 2,85 L.

Η κάθε γλάστρα είχε ύψος 30 cm, το οποίο ισοδυναμεί με 0,3 m<sup>3</sup>. Σε έκταση ενός στρέμματος ισούται με 300 m<sup>3</sup>, δηλ. 300.000 L. Σε 1 L λιπάσματος περιέχονταν 200 mg N, στα 2,85 L → 570 mg N για την κάθε γλάστρα. Επομένως, για τα 300.000 L συνολικά, θα προκύψουν 17,1 μονάδες N ή 17,1 kg N/ στρ.

**Πίνακας 1.** Ημερομηνίες εφαρμογής της βασικής αζωτούχου λίπανσης στις ποικιλίες καρότου

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ ΛΙΠΑΝΣΕΩΝ					
<b>1</b>	19/10/21	8	30/11/21	15	21/1/22
<b>2</b>	21/10/21	9	7/12/21	16	26/1/22

3	26/10/21	10	13/12/21	17	4/2/22
4	2/11/21	11	21/12/21	18	10/2/22
5	9/11/21	12	30/12/21	19	18/2/22
6	17/11/21	13	5/1/22		
7	23/11/21	14	11/1/22		



Εικόνα 10. Συσκευασία αζωτούχου λίπανσης (προσωπικό αρχείο, 2022).



Εικόνα 11. Αναπτυσσόμενο καρότο της ποικιλίας F1 Gold Nugget (προσωπικό αρχείο, 2021).



### 2.3 Συγκομιδή και επιλογή των κατάλληλων καρότων

Στις 24/2/2022 πραγματοποιήθηκε συγκομιδή των ποικιλιών Flakkee, F1 Creampak, F1 Purple Sun και F1 Night Bird και στις 15/3/2022 συγκομίστηκαν οι ποικιλίες F1 Gold Nugget και Samurai. Αμέσως μετά την συγκομιδή, τα καρότα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο του αγροκτήματος προκειμένου να καταγραφούν οι παράμετροι των χαρακτηριστικών ανάπτυξης τους (Εικ. 12, 13, 14, 15, 16 και 17). Για τις αγρονομικές μετρήσεις, εκτός από το συνολικό βάρος, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα καρότων ανά ποικιλία τα οποία είχαν μήκος ρίζας μεγαλύτερο των 10 cm ενώ όσα είχαν μικρότερο μήκος, απορρίφθηκαν.



**Εικόνες 12 και 13.** Συγκομιδή καρότων της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 14 και 15.** Συγκομιδή καρότων της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 16 και 17.** Συγκομιδή καρότων της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

## 2.4 Αγρονομικές μετρήσεις

### 2.4.1 Συνολικό και ατομικό βάρος

Αρχικά, σε μια ζυγαριά (ADAM-LUNA) καταγράφηκε το συνολικό βάρος όλων των καρότων της κάθε ποικιλίας σε g (Εικ. 18, 19, 20, 21 και 22). Στην συνέχεια, για το κάθε καρότο ατομικά καταγράφηκε το βάρος της ρίζας μαζί με τα φύλλα του επίσης σε g (Εικ. 23, 24, 25, 26, 27 και 28). Έπειτα αφαιρέθηκαν όλα τα φύλλα και η κάθε ρίζα ζυγίστηκε ξεχωριστά (Εικ. 29, 30, 31, 32, 33 και 34).



**Εικόνες 18 και 19.** Καταγραφή του συνολικού βάρους καρότων της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνα 20.** Καταγραφή του συνολικού βάρους καρότων της ποικιλίας F1 Night Bird (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 21 και 22.** Καταγραφή του συνολικού βάρους καρότων της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 23 και 24.** Καταγραφή του ατομικού βάρους καρότων με τα φύλλα της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 25 και 26.** Καταγραφή του ατομικού βάρους καρότων με τα φύλλα της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 27 και 28.** Καταγραφή του ατομικού βάρους καρότων με τα φύλλα της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 29 και 30.** Καταγραφή του ατομικού βάρους καρότων χωρίς τα φύλλα της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 31 και 32.** Καταγραφή του ατομικού βάρους καρότων χωρίς τα φύλλα της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 33 και 34.** Καταγραφή του ατομικού βάρους καρότων χωρίς τα φύλλα της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### **2.4.2. Απεικόνιση της εξωτερικής μορφολογίας του καρότου και μέτρηση του μήκους της ρίζας του.**

Μετά το ζύγισμα όλων των καρότων, απομακρύνθηκε κάθε καρότο ατομικά και ακολούθως έγινε ατομικό ζύγισμα του κάθε καρότου και στην συνέχεια απομακρύνθηκαν 3 εξωτερικά φύλλα (Εικ. 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 και 46). Η διαδικασία αυτή έγινε προκειμένου να γίνει αναπαράσταση της εξωτερικής μορφολογίας της ρίζας και των 3 εξωτερικών φύλλων του καρότου. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια ενός χάρακα, επιτεύχθηκε η μέτρηση του μήκους της ρίζας του καρότου σε cm (Εικ. 47, 48, 49 και 50).



**Εικόνες 35 και 36.** Μορφολογία καρότου της ποικιλίας Flakkee και τριών εξωτερικών του φύλλων (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 37 και 38** Μορφολογία καρότου της ποικιλίας F1 Creampak και τριών εξωτερικών του φύλλων (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 39 και 40.** Μορφολογία καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun και τριών εξωτερικών του φύλλων (προσωπικό αρχείο, 2022).



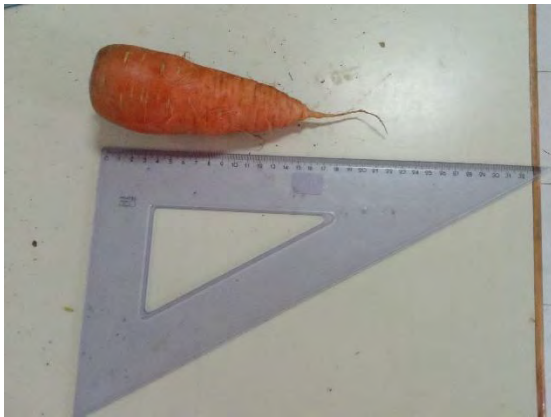
**Εικόνες 41 και 42.** Μορφολογία καρότου της ποικιλίας F1 Night Bird και τριών εξωτερικών του φύλλων (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 43 και 44.** Μορφολογία καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget και τριών εξωτερικών του φύλλων (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 45 και 46.** Μορφολογία καρότου της ποικιλίας Samurai και ενός εξωτερικού του φύλλου (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 47 και 48.** Μέτρηση του μήκους της ρίζας καρότου της ποικιλίας Flakkee και F1 Creamrak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).





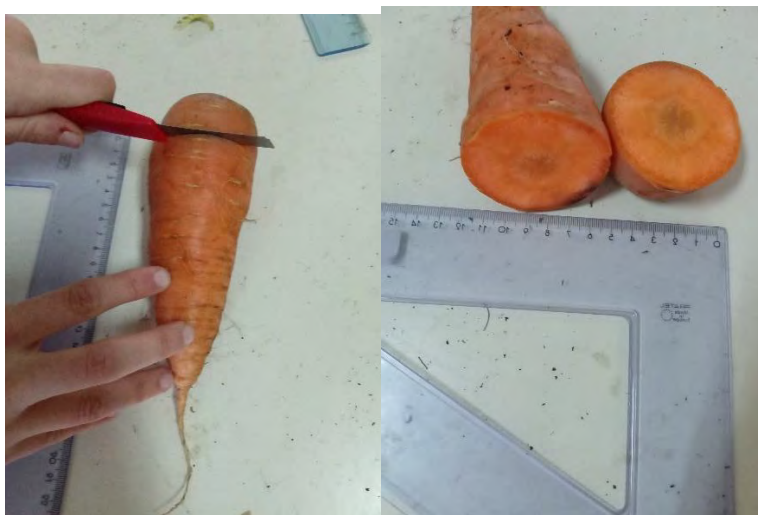
**Εικόνες 49 και 50.** Μέτρηση του μήκους της ρίζας καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### **2.4.3 Χαρακτηρισμός του χρώματος της επιδερμίδας της ρίζας**

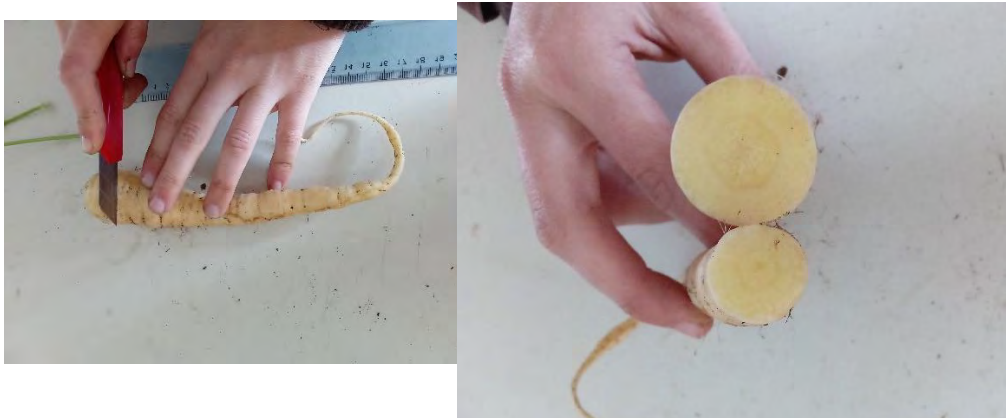
Ο προσδιορισμός του χρώματος της επιδερμίδας της ρίζας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές όπως αναφέρονται στο IPGRI 1998 όπου οι κλείδες είναι ως εξής: ο αριθμός 1 αντιστοιχεί στο άσπρο χρώμα της επιδερμίδας της ρίζας, ο αριθμός 2 στο κίτρινο χρώμα, ο αριθμός 3 στο πορτοκαλί χρώμα, ο αριθμός 4 στο κόκκινο χρώμα, ο αριθμός 5 στο μωβ χρώμα και ο αριθμός 99 σε άλλους προσδιορισμούς χρωμάτων.

#### **2.4.4 Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου δύο σημείων της ρίζας**

Μετά την μέτρηση του μήκους της ρίζας, με την βοήθεια ενός ξυραφιού (Εικ. 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 και 60) πραγματοποιήθηκαν δύο εγκάρσιες τομές, η μία σε σημείο με την μεγαλύτερη διάμετρο και η δεύτερη σε σημείο με μικρότερη διάμετρο. Στην συνέχεια με έναν χάρακα έγινε μέτρηση του μήκους της διαμέτρου των δύο εγκάρσιων τομών της ρίζας σε cm (Εικ. 61, 62, 63 και 64).



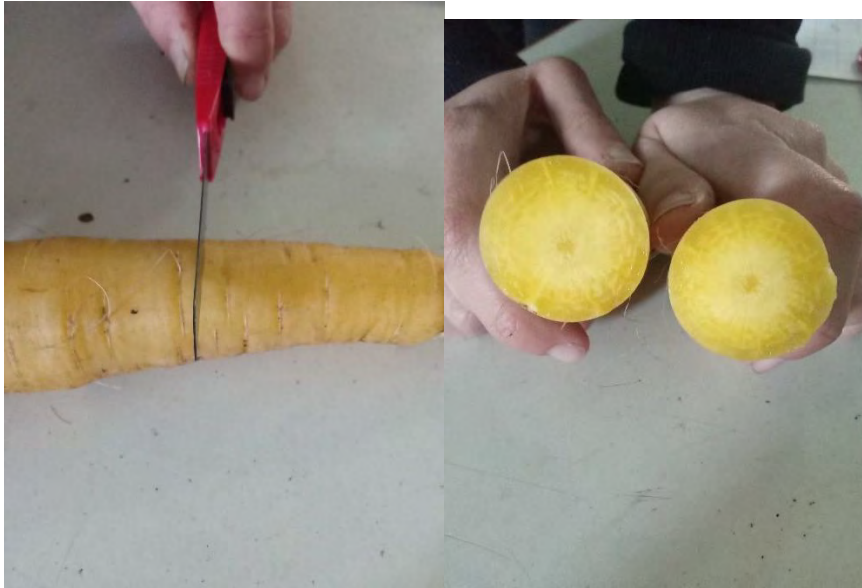
**Εικόνες 51 και 52.** Εγκάρσια τομή της ρίζα καρότου της ποικιλίας Flakkee σε 2 σημεία (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 53 και 54.** Εγκάρσια τομή της ρίζα καρότου της ποικιλίας F1 Creampak σε 2 σημεία (προσωπικό αρχείο, 2022).



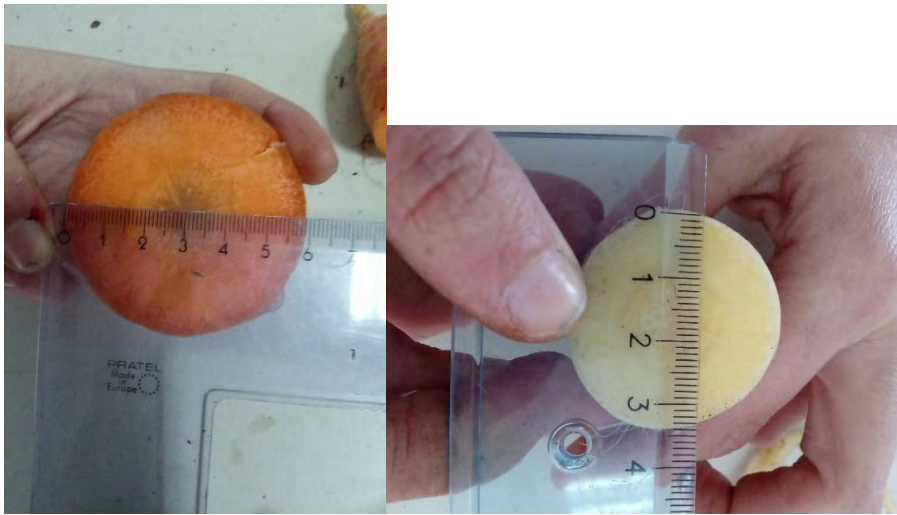
**Εικόνες 55 και 56.** Εγκάρσια τομή της ρίζα καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun σε 2 σημεία (προσωπικό αρχείο, 2022).



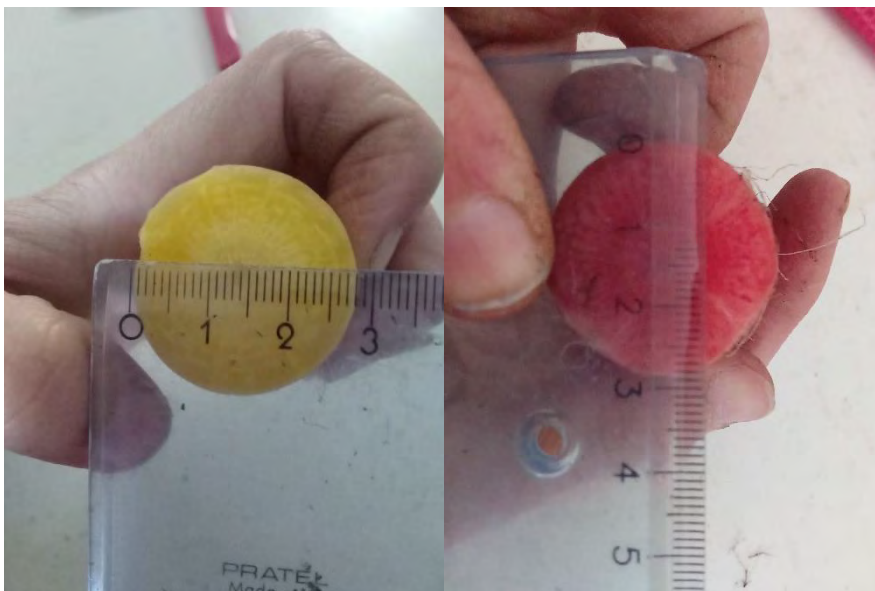
**Εικόνες 57 και 58.** Εγκάρσια τομή της ρίζα καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget σε 2 σημεία (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 59 και 60.** Εγκάρσια τομή της ρίζα καρότου της ποικιλίας Samurai σε 2 σημεία (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 61 και 62.** Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου της ρίζας καρότου της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 63 και 64.** Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου της ρίζας καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### **2.4.5. Χαρακτηρισμός της κατανομής του χρώματος του πυρήνα της ρίζας**

Ο προσδιορισμός της κατανομής του χρώματος της σάρκας του πυρήνα της ρίζας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές όπως αναφέρονται στο IPGRI 1998 όπου οι κλειδες είναι ως εξής: ο αριθμός 1 αντιστοιχεί σε κατανομή του χρώματος της σάρκας μη ευκρινώς, ο αριθμός 2 αντιστοιχεί σε κατανομή του χρώματος σε δύο διακριτούς εξωτερικούς και εσωτερικούς πυρήνες, ο αριθμός 3

αντιστοιχεί σε ακτινική κατανομή χρώματος σε αστεροειδούς σχηματισμούς, ο αριθμός 4 αντιστοιχεί σε ακτινική κατανομή χρώματος και ο αριθμός 99 σε άλλους προσδιορισμούς κατανομής χρώματος (Εικ. 65, 66, 67, 68, 69, 70).



**Εικόνες 65 και 66.** Αναπαράσταση του χρώματος του πυρήνα της ρίζας της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 67 και 68.** Αναπαράσταση του χρώματος του πυρήνα της ρίζας της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 69 και 70.** Αναπαράσταση του χρώματος του πυρήνα της ρίζας της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### **2.4.6 Κατηγορίες των φύλλων**

Ο προσδιορισμός της κατηγορίας στην οποία ανήκει το φύλλο της κάθε ποικιλίας καρότου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές όπως αναφέρονται στο IPGRI 1998 όπου οι κλειδες είναι ως εξής: ο αριθμός 1 αντιστοιχεί σε φύλλα σέλινου, ο αριθμός 2 αντιστοιχεί σε κανονικά φύλλα και ο αριθμός 3 αντιστοιχεί σε φύλλα μαϊντανού ή φτέρης.

#### **2.4.7 Εγκόλπωση των φύλλων**

Ο προσδιορισμός της εγκόλπωσης των φύλλων της κάθε ποικιλίας καρότου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές όπως αναφέρονται στο IPGRI 1998 όπου οι κλειδες είναι ως εξής: ο αριθμός 3 αντιστοιχεί σε φύλλα με ελαφριά εγκόλπωση, ο αριθμός 5 αντιστοιχεί σε φύλλα με μέση εγκόλπωση και ο αριθμός 7 αντιστοιχεί σε φύλλα με έντονη εγκόλπωση (Εικ. 71, 72, 73, 74, 75 και 76).



**Εικόνες 71 και 72.** Αναπαράσταση της μορφολογίας και του βαθμού εγκόλπωσης εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 73 και 74.** Αναπαράσταση της μορφολογίας και του βαθμού εγκόλπωσης εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 75 και 76.** Αναπαράσταση της μορφολογίας και του βαθμού εγκόλπωσης εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### **2.4.8 Χρωματισμός των φύλλων**

Ο προσδιορισμός του χρωματισμού των φύλλων της κάθε ποικιλίας καρότου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές όπως αναφέρονται στο IPGRI 1998 όπου οι κλειδες είναι ως εξής: ο αριθμός 1 αντιστοιχεί σε φύλλα με κίτρινο-πράσινο χρώμα, ο αριθμός 2 αντιστοιχεί σε φύλλα με πράσινο χρώμα, ο αριθμός 3 αντιστοιχεί σε φύλλα με χρώμα πράσινο-γκρί, ο αριθμός 4 αντιστοιχεί σε φύλλα με μώβ-πράσινο χρώμα και ο αριθμός 99 σε άλλους προσδιορισμούς χρωμάτων (Εικ. 77, 78, 79, 80, 81 και 82).





**Εικόνες 77 και 78.** Αναπαράσταση του χρωματισμού εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 79 και 80.** Αναπαράσταση του χρωματισμού εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 81 και 82.** Αναπαράσταση του χρωματισμού εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### 2.4.9 Προσδιορισμός του μήκους της διαμέτρου και του σχήματος του μίσχου των φύλλων

Επιλέχθηκαν τρία εξωτερικά φύλλα από το κάθε καρότο και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε εγκάρσια τομή του μίσχου τους και μέτρηση του μήκους της διαμέτρου τους σε cm με τη βοήθεια ενός χάρακα (Εικ. 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93 και 94). Ο προσδιορισμός του σχήματος του μίσχου των φύλλων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές όπως αναφέρονται στο IPGRI 1998 όπου οι κλείδες είναι ως εξής: ο αριθμός 1 αντιστοιχεί σε στρογγυλό σχήμα, ο αριθμός 2 αντιστοιχεί σε ημιστρόγγυλο σχήμα, ο αριθμός 3 αντιστοιχεί σε επίπεδο σχήμα και ο αριθμός 99 σε άλλους σχηματισμούς του μίσχου.



**Εικόνες 83 και 84.** Εγκάρσια τομή του μίσχου εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας Flakkee και μέτρηση της διαμέτρου του (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



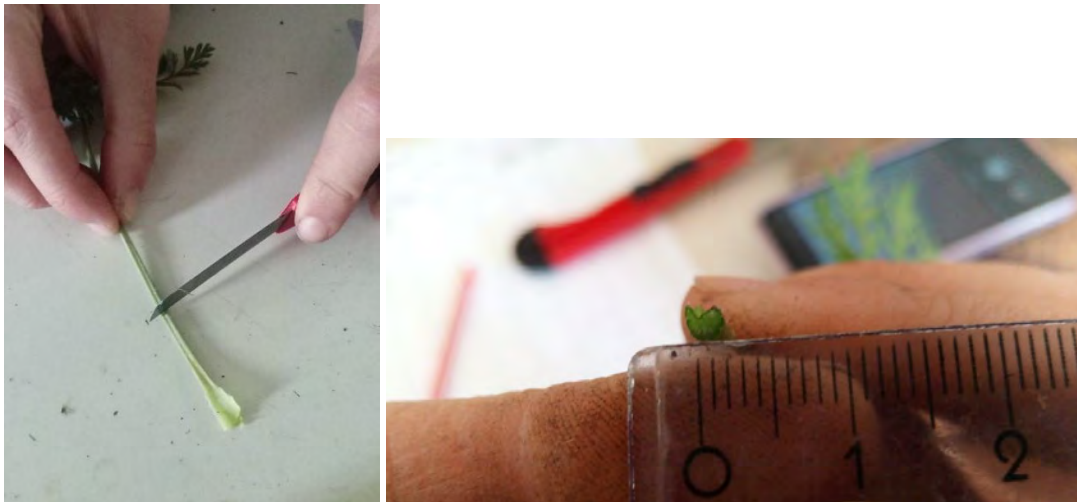
**Εικόνες 85 και 86.** Εγκάρσια τομή του μίσχου εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Creampak και μέτρηση της διαμέτρου του (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 87 και 88.** Εγκάρσια τομή του μίσχου εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun και μέτρηση της διαμέτρου του (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 89 και 90.** Εγκάρσια τομή του μίσχου εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Night Bird και μέτρηση της διαμέτρου του (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 91 και 92.** Εγκάρσια τομή του μίσχου εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας F1 Gold Nugget και μέτρηση της διαμέτρου του (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 93 και 94.** Εγκάρσια τομή του μίσχου εξωτερικού φύλλου καρότου της ποικιλίας Samurai και μέτρηση της διαμέτρου του (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

#### **2.4.10 Ξηρό βάρος**

Για τις μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους επιλέχθηκε ένα μικρό δείγμα από μικρούς κύβους από το σύνολο της καλλιέργειας, τα οποία τοποθετήθηκαν σε σκεύη αλουμινίου μίας χρήσης, (Εικ. 95, 96, 97, 98, 99, 100) όπου αρχικά ζυγίστηκαν για το νωπό τους βάρους (το οποίο δεν ξεπερνούσε τα 35g) και έπειτα μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, όπου τοποθετήθηκαν στο φούρνο (Memmert) (Εικ. 101) στους 60° C για 3 ημέρες. Συγκεκριμένα οι ποικιλίες Flakkee, F1 Creampak, F1 Purple Sun και Night Bird τοποθετήθηκαν στον φούρνο στις 24/2/2022 ενώ οι ποικιλίες F1 Gold Nugget και Samurai στις 15/3/2022. Μετά την ξήρανση των καρότων (Εικ. 102, 103, 104, 105, 106 και 107) πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους της ξηρής μάζας.



Εικόνες 95 και 96. Μέτρηση του νωπού βάρους για ξήρανση της ποικιλίας καρότου Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



Εικόνες 97 και 98. Μέτρηση του νωπού βάρους για ξήρανση της ποικιλίας καρότου F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 99 και 100.** Μέτρηση του νωπού βάρους για ξήρανση της ποικιλίας καρότου F1 Gold Nugget και Samurai (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



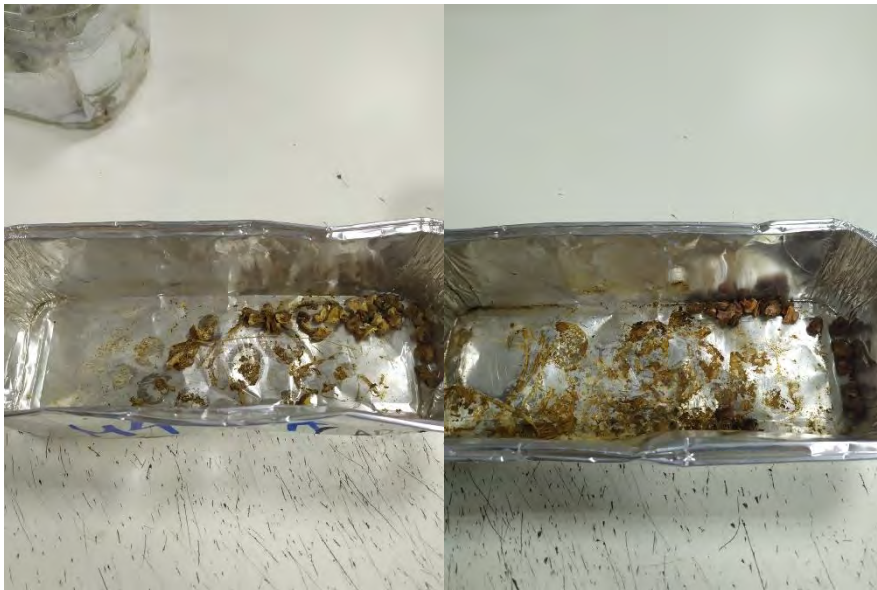
**Εικόνα 101.** Ξήρανση των καρότων σε φούρνο (Memmert) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 102 και 103.** Ξηρή μάζα καρότου της ποικιλίας Flakkee και F1 Creampak (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 104 και 105.** Ξηρή μάζα καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).



**Εικόνες 106 και 107.** Ξηρή μάζα καρότου της ποικιλίας F1 Purple Sun και F1 Night Bird (από αριστερά προς τα δεξιά) (προσωπικό αρχείο, 2022).

## 2.5 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε μέσω του MS Excel και του Stat Graphics.

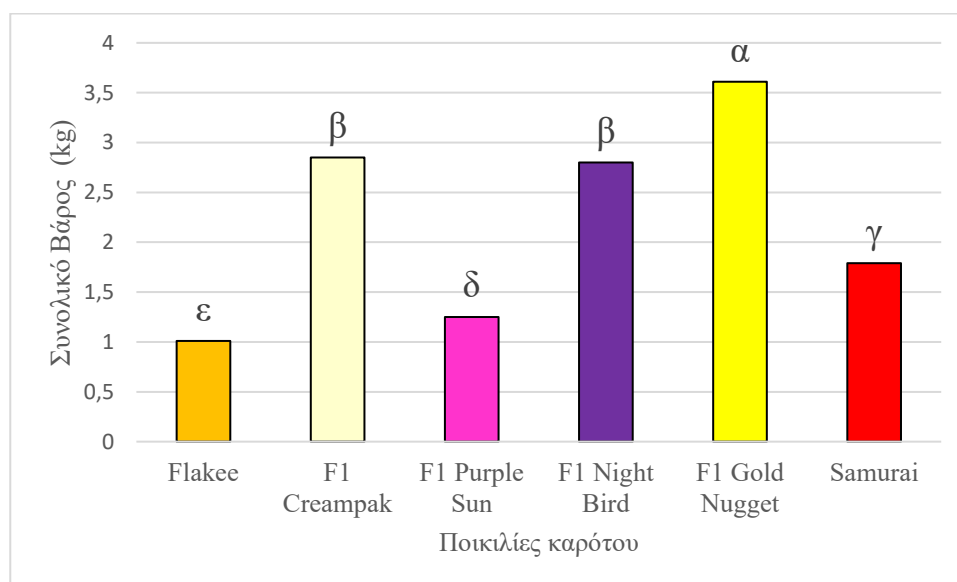


### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Συνολικό βάρος και συνολικός αριθμός των καρότων

Σε πειραματικό στάδιο, πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές. Στην πρώτη (24/2/2022) συγκομίστηκαν οι ποικιλίες Flakkee, F1 Creampak, F1 Purple Sun και F1 Night Bird και στην δεύτερη (15/3/22) οι ποικιλίες F1 Gold Nugget και Samurai. Παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία F1 Gold Nugget είχε το μεγαλύτερο συνολικό βάρος καρότων ενώ το χαμηλότερο διαπιστώθηκε στην ποικιλία Flakkee (Διαγρ. 1). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι μεταξύ όλων των ποικιλιών υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές αλλά οι ποικιλίες F1 Creampak και F1 Night Bird δεν διέφεραν μεταξύ τους.

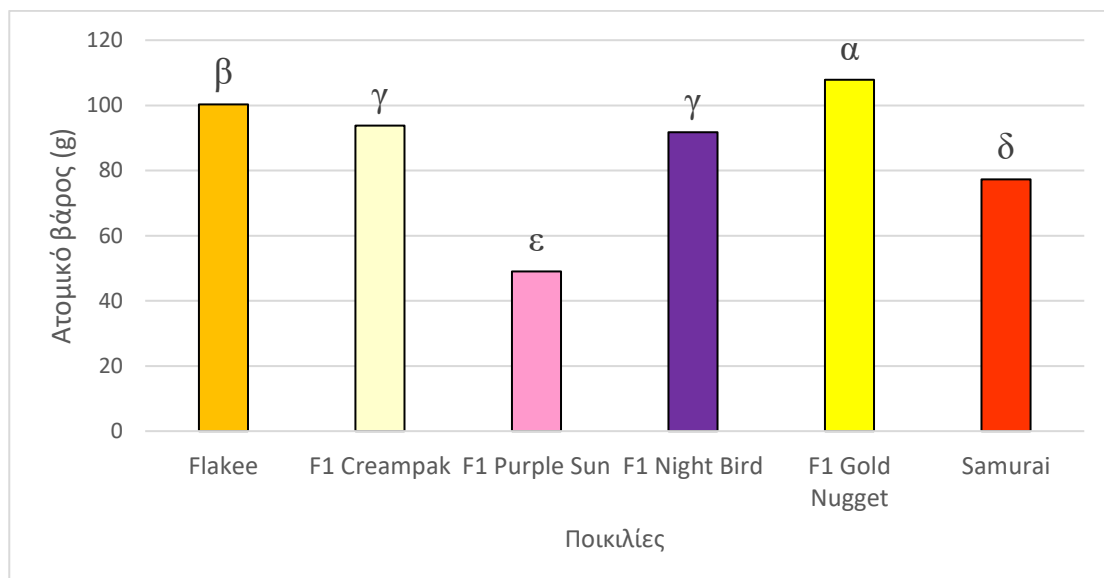
Συγκεκριμένα στην ποικιλία Flakkee συγκομίστηκαν 12 καρότα από τα οποία 2 απορρίφθηκαν λόγω του μεγέθους τους το οποίο ήταν αρκετά μικρό. Από την ποικιλία F1 Creampak συγκομίστηκαν 31 καρότα, από τα οποία απορρίφθηκε μόνο ένα. Αντίστοιχα για την ποικιλία F1 Purple Sun συγκομίστηκαν 25 καρότα και δεν απορρίφθηκε κανένα. Τα συγκομισμένα καρότα της ποικιλίας F1 Night Bird ήταν 30 και δεν απορρίφθηκε κανένα. Τα καρότα της ποικιλίας F1 Gold Nugget που συγκομίστηκαν ήταν συνολικά 34 και μόνον ένα από αυτά απορρίφθηκε. Τέλος τα καρότα της ποικιλίας Samurai που συγκομίστηκαν ήταν 27 και από αυτά απορρίφθηκαν τα 5.



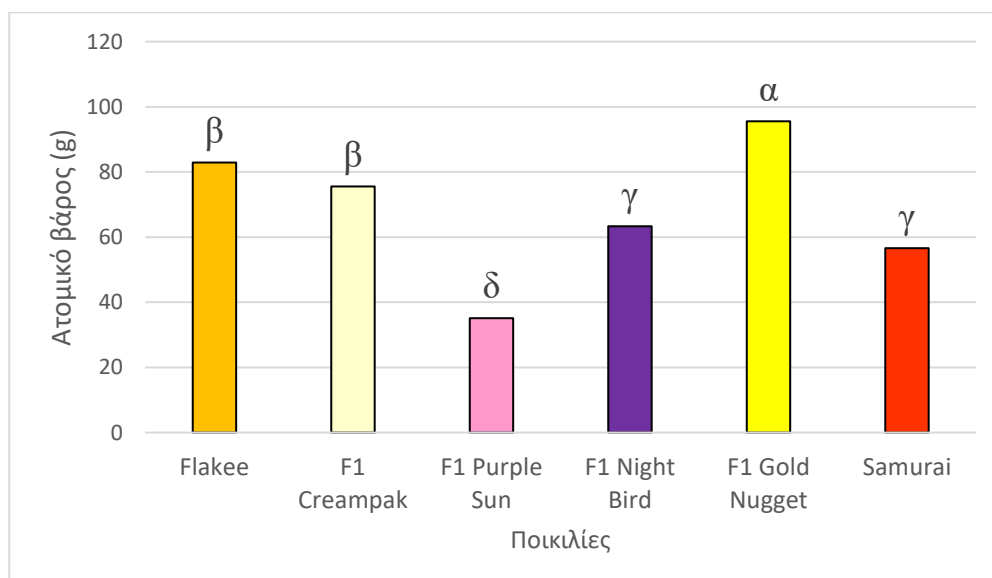
Διάγραμμα 1. Συνολικό βάρος των καρότων κάθε ποικιλίας.

#### 3.2 Ατομικό βάρος των καρότων με και χωρίς φύλλα

Πραγματοποιήθηκε ατομικά ζύγισμα της κάθε ρίζας καρότου προκειμένου να καταγραφεί το ατομικό τους βάρος με τα φύλλα και έπειτα ζυγίστηκαν οι ρίζες χωρίς τα φύλλα. Παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία F1 Gold Nugget παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο ατομικό βάρος τόσο με τα φύλλα όσο και χωρίς τα φύλλα ενώ η ποικιλία F1 Purple Sun είχε το χαμηλότερο μέσο ατομικό βάρος και στις δύο περιπτώσεις (Διαγρ. 2 και Διαγρ. 3). Στο ατομικό βάρος των καρότων με τα φύλλα, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των ποικιλιών, ωστόσο οι ποικιλίες F1 Creampak και F1 Night Bird δεν διέφεραν μεταξύ τους. Αντίστοιχα στην περίπτωση του ατομικού βάρους χωρίς φύλλα, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των ποικιλιών αλλά δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών Flakkee και F1 Creampak καθώς και μεταξύ των ποικιλιών F1 Night Bird και Samurai.



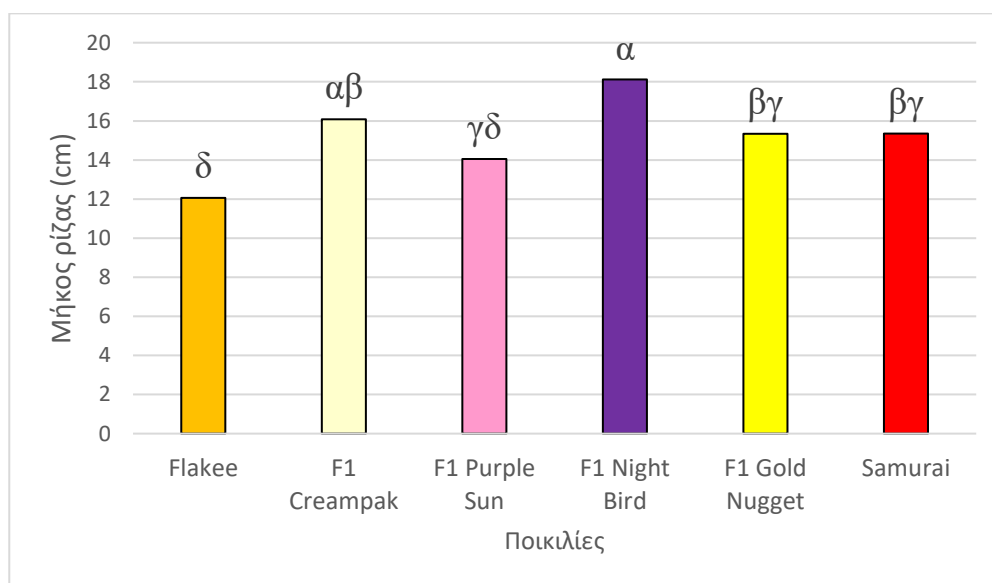
**Διάγραμμα 2.** Μέσο ατομικό βάρος των καρότων με τα φύλλα, της κάθε ποικιλίας.



**Διάγραμμα 3.** Μέσο ατομικό βάρος των καρότων χωρίς τα φύλλα, της κάθε ποικιλίας.

### 3.3 Μήκος της ρίζας

Παρατηρήθηκε ότι γενικότερα στα καρότα το συνολικό μήκος της ρίζας κυμάνθηκε μεταξύ των 12 και 18 cm. Η ποικιλία με το μεγαλύτερο μέσο μήκος ρίζας ήταν η F1 Night Bird ενώ το μικρότερο είχε η Flakkee (Διαγρ. 4). Όλες οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, ωστόσο η ποικιλία F1 Night Bird δεν διέφερε από την F1 Creampak. Αντίστοιχα η ποικιλία Gold Nugget δεν διέφερε από την ποικιλία Samurai όπως και η ποικιλία F1 Purple Sun δεν διέφερε από την Flakkee.



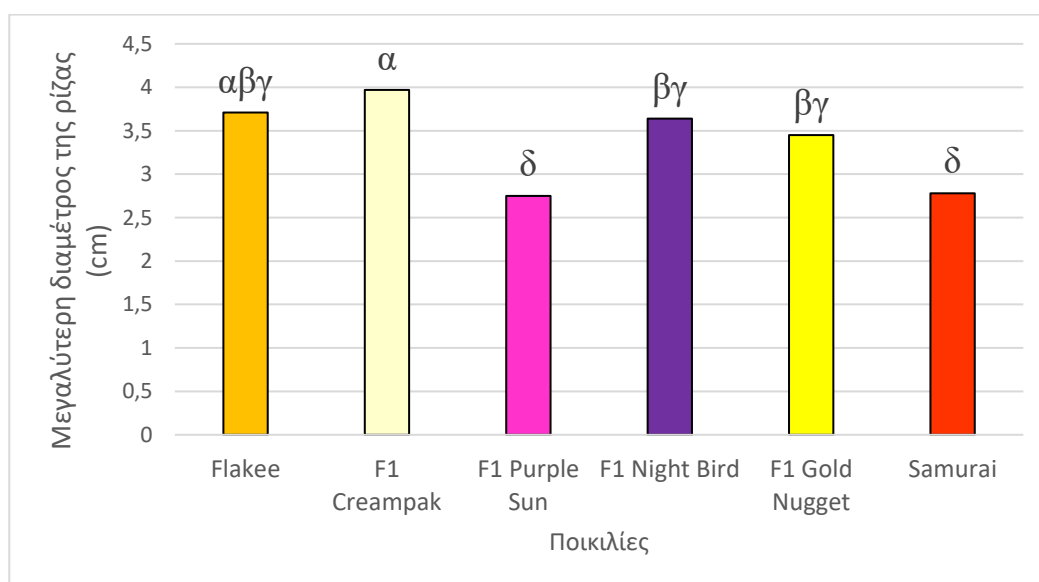
**Διάγραμμα 4.** Μέσο μήκος ρίζας των καρότων της κάθε ποικιλίας.

### 3.4 Χαρακτηρισμός του χρώματος της επιδερμίδας της ρίζας

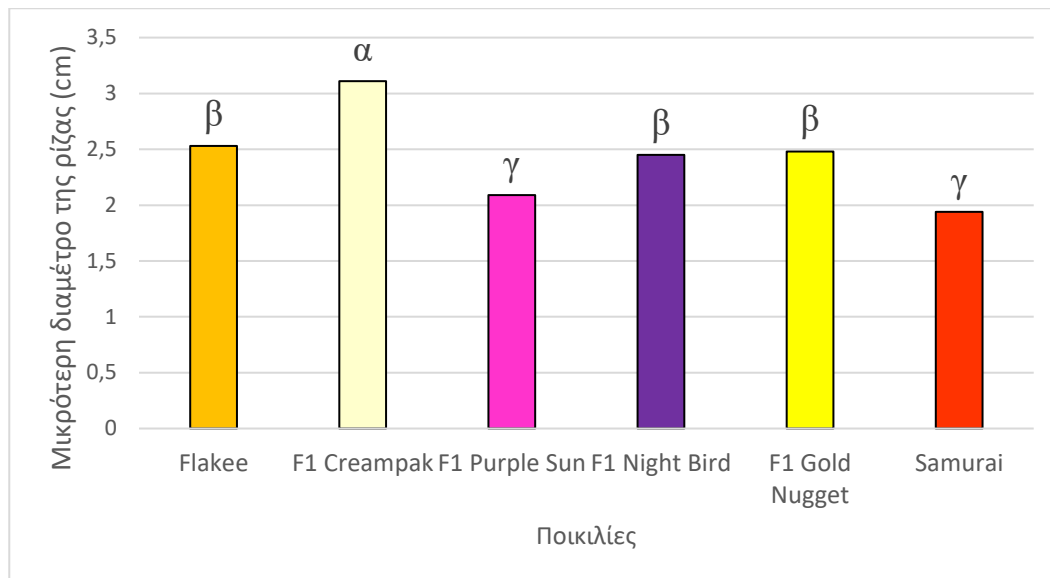
Ο προσδιορισμός του χρώματος της επιδερμίδας της ρίζας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές από το IPGRI 1998. Το χρώμα της επιδερμίδας των ριζών της ποικιλίας Flakke αντιστοιχούσε στον αριθμό 3, στην ποικιλία F1 Creampak στο νούμερο 1, στις ποικιλίες F1 Purple Sun και F1 Night Bird στο 5, στην ποικιλία F1 Gold Nugget στο 2 και στην ποικιλία Samurai στο 4.

### 3.5 Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου δύο σημείων της ρίζας

Από την εγκάρσια διατομή κάθε ρίζας υπολογίστηκε η μεγαλύτερη και μικρότερη διάμετρος της. Η μεγαλύτερη τιμή της πρώτης περίπτωσης παρατηρήθηκε στην ποικιλία Flakkee και η μικρότερη στην F1 Purple Sun (Διάγρ. 5), ενώ για την μικρότερη διάμετρο η ποικιλία F1 Creampak είχε την μεγαλύτερη τιμή ενώ η Samurai είχε την χαμηλότερη (Διάγρ. 6). Στην μέση τιμή του μήκους της μεγαλύτερης διαμέτρου της ρίζας, οι ποικιλίες Flakkee, F1 Night Bird και F1 Gold Nugget δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους όπως και η ποικιλία F1 Purple Sun με την Samurai αλλά διέφεραν με τις υπόλοιπες. Όσον αφορά την μέση τιμή του μήκους μικρότερης διαμέτρου της ρίζας, η ποικιλία F1 Creampak διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες πέντε ποικιλίες αλλά οι ποικιλίες Flakkee, F1 Night Bird F1 και Gold Nugget δεν διέφεραν μεταξύ τους, καθώς και η ποικιλία F1 Purple Sun δεν διέφερε με την Samurai.



**Διάγραμμα 5.** Μέση τιμή του μήκους της μεγαλύτερης διαμέτρου της ρίζας των καρότων της κάθε ποικιλίας.



**Διάγραμμα 6.** Μέση τιμή του μήκους μικρότερης διαμέτρου της ρίζας των καρότων της κάθε ποικιλίας.

### 3.6. Χαρακτηρισμός της κατανομής του χρώματος του πυρήνα της ρίζας

Ο χαρακτηρισμός της κατανομής του χρώματος στην εγκάρσια διατομή της ρίζας, πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους περιγραφητές από το IPGRI 1998. Η ποικιλία Flakee στην μέγιστη διάμετρό της είχε κατανομή χρώματος η οποία αντιστοιχούσε στον αριθμό 4, ενώ στην ελάχιστη διατομή, το χρώμα αντιστοιχούσε στον αριθμό 3. Στην ποικιλία F1 Creampak, τόσο στη μέγιστη όσο και στην ελάχιστη διάμετρο της ρίζας, το χρώμα αντιστοιχούσε στον αριθμό 4, ενώ στις ποικιλίες F1 Purple Sun, F1 Night Bird και F1 Gold Nugget και στις δύο διαμέτρους η κατανομή του χρώματος αντιστοιχούσε στον αριθμό 3. Στην ποικιλία Samurai η κατανομή του χρώματος αντιστοιχούσε στον αριθμό 2.

### 3.7 Κατηγορίες των φύλλων

Σύμφωνα με τις περιγραφητές του IPGRI 1998 σχετικά με κατηγορίες φύλλων, παρατηρήθηκε ότι όλες οι ποικιλίες είχαν τον ίδιο τύπο, δηλ. όλες αντιστοιχούσαν στον αριθμό 2.

### 3.8 Εγκόλπωση των φύλλων

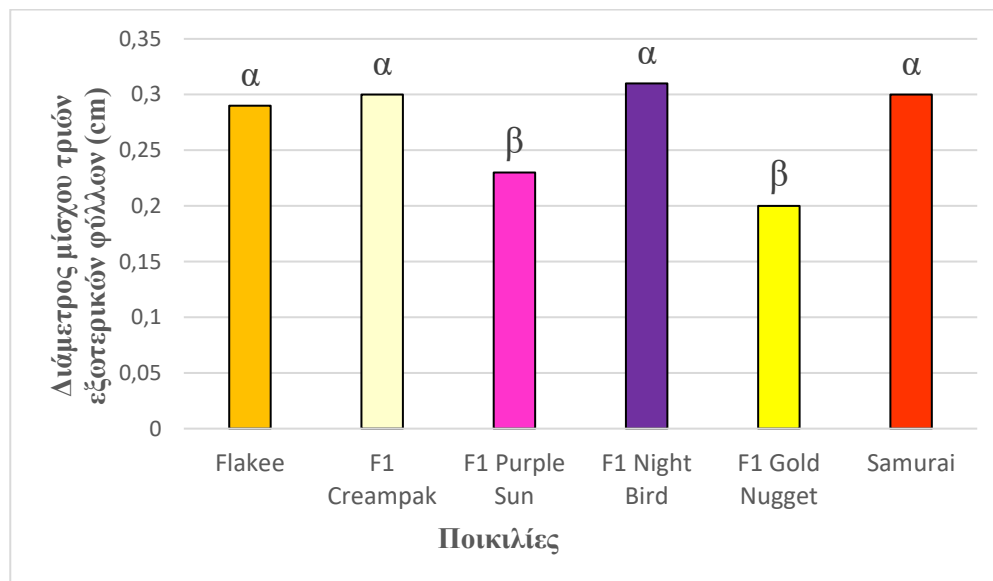
Σύμφωνα με τους περιγραφητές του IPGRI 1998, όλες οι ποικιλίες, αντιστοιχούσαν στον αριθμό 7.

### 3.9 Χρωματισμός των φύλλων

Ο χρωματισμός των φύλλων μεταξύ των έξι ποικιλιών παρουσίασε ορισμένες διαφορές σύμφωνα με τους περιγραφητές του IPGRI 1998. Στις ποικιλίες Flakkee, F1 Creampak, F1 Gold Nugget και Samurai το χρώμα των φύλλων αντιστοιχούσε στον αριθμό 2, ενώ στις ποικιλίες F1 Purple Sun και F1 Night Bird το χρώμα των φύλλων αντιστοιχούσε στον αριθμό 4.

### 3.10 Μήκος διαμέτρου του μίσχου των φύλλων

Σε όλες τις ποικιλίες, το πάχος του μίσχου κυμαίνονταν από 0,1 cm έως τα 0,4 cm, εκτός από την F1 Gold Nugget όπου το πάχος του μίσχου των φύλλων δεν ξεπερνούσε τα 0,3 cm (Διάγρ. 7). Παρατηρήθηκε επίσης ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών Flakkee, F1 Creampak και F1 Night Bird. Αντίστοιχα, οι ποικιλίες F1 Purple Sun, F1 Gold Nugget και Samurai δεν διέφεραν μεταξύ τους.



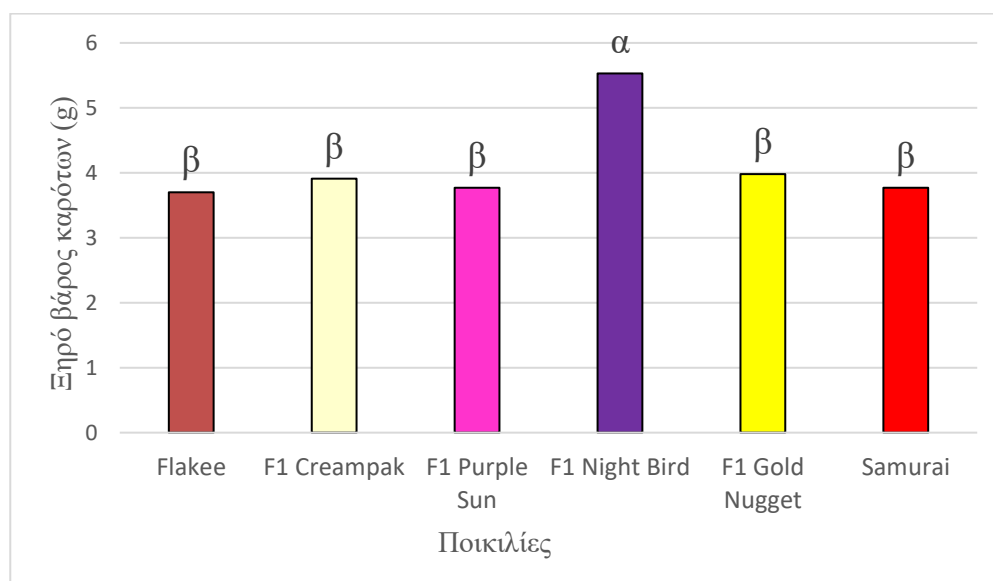
**Διάγραμμα 7.** Μέση τιμή του μήκους της διαμέτρου του μίσχου τριών εξωτερικών φύλλων των καρότων της κάθε ποικιλίας.

### 3.11 Σχήμα διαμέτρου του μίσχου των φύλλων

Σύμφωνα με τους περιγραφητές από το IPGRI 1998, παρατηρήθηκε ότι και στις έξι ποικιλίες ο μίσχος των φύλλων κατά την περίοδο της πλήρης ανάπτυξης του φυλλώματος αντιστοιχούσε στον αριθμό 1.

### 3.12 Ξηρό βάρος

Μετά την ξήρανση το μεγαλύτερο βάρος ξηράς ουσίας είχε η ποικιλία F1 Night Bird ενώ οι ποικιλίες Flakee και F1 Purple Sun, είχαν το μικρότερο βάρος (Διαγρ. 8). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών εκτός από την ποικιλία F1 Night Bird.



**Διάγραμμα 8.** Μέσο ξηρό βάρος των καρότων της κάθε ποικιλίας

## **4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

### **4.1 Συνολικός αριθμός και βάρος καρότων**

Έχει παρατηρηθεί ότι η ποικιλία F1 Gold Nugget είχε τόσο το μεγαλύτερο βάρος όσο και τον συνολικό αριθμό των καρότων για αγρονομικές μετρήσεις ενώ η ποικιλία Flakkee είχε τις χαμηλότερες και στις δύο περιπτώσεις λόγω του μικρού αριθμού των συγκομισμένων καρότων. Αντίστοιχα, από την μελέτη των Karakan et al., 2019 προκύπτει ότι ακόμα και μεταξύ ποικιλιών καρότου του ίδιου χρώματος, υπήρξαν αρκετές διαφορές στον αριθμό και στο βάρος του συνολικού αριθμού των καρότων.

### **4.2 Ατομικό βάρος καρότων**

Οι Chen et al., 2020 αναφέρουν ότι η ποικιλία με το μεγαλύτερο μέσο ατομικό βάρος καρότου ήταν χρώματος πορτοκαλί και ακολουθούσαν ποικιλίες με διάφορες αποχρώσεις χρώματος μωβ και κίτρινου ενώ στην συγκεκριμένη μελέτη η ποικιλία F1 Gold Nugget με ρίζα κίτρινου χρώματος είχε το μεγαλύτερο ατομικό βάρος και η ποικιλία Purple Sun με μωβ χρώμα ρίζας είχε το χαμηλότερο.

### **4.3 Μήκος ρίζας**

Στην εργασία των Bhandari et al., 2022, οι ποικιλίες καρότων χρώματος πορτοκαλί, μωβ, λευκού και κίτρινου εμφάνισαν παρόμοιες τιμές μήκους ρίζας με τις ποικιλίες Flakkee, F1 Creampak, F1 Purple Sun, F1 Night Bird και F1 Gold Nugget της παρούσας μελέτης.

Τα καρότα της ποικιλίας Samurai από την άλλη, είχαν μικρότερο μέσο μήκος ρίζας σε σύγκριση με τις ερυθρές ποικιλίες καρότων της μελέτης των Bishnoi and Dhaliwal, 2022, ενώ στην μελέτη της Καραγεώργου 2020, οι τιμές του μήκους της ρίζας των καρότων της ποικιλίας Samurai παρουσίαζαν μεγάλη διακύμανση.

### **4.4 Μέτρηση του μήκους της διαμέτρου δύο σημείων της ρίζας**

Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των διαμέτρων των ριζών στην μελέτη των Bhandari et al., 2022 προκύπτει ότι οι ποικιλίες της παρούσας μελέτης οι οποίες αντιστοιχούσαν στα χρώματα των ποικιλιών της πρώτης μελέτης είχαν παρόμοιες μέσες τιμές των διαμέτρων των ριζών εκτός από τις μωβ ποικιλίες F1 Purple Sun και F1 Night Bird οι οποίες είχαν μικρότερο μέσο όρο τιμών.



#### **4.5 Εγκόλπωση των φύλλων**

Τα ανατολικά καρότα τα οποία έχουν χρώμα ρίζας μωβ και σε μερικά κίτρινο, έχουν φύλλα με ελαφρά εγκόλπωση (Heywood, 1983; Simon et al., 2008; Que et al., 2017) αλλά στην παρούσα μελέτη, τα καρότα των ποικιλιών F1 Purple Sun (με μωβ χρώμα ρίζας), F1 Night Bird (με μωβ χρώμα ρίζας) και F1 Gold Nugget (με κίτρινο χρώμα ρίζας) όλα είχαν φύλλα με έντονη εγκόλπωση. Τα περισσότερα από τα δυτικά καρότα έχουν χρώμα ρίζας πορτοκαλί, κόκκινο ή λευκό και έχουν φύλλα με έντονη εγκόλπωση (Heywood, 1983; Simon et al., 2008; Que et al., 2017). Αντίστοιχα, στην παρούσα μελέτη, τα φύλλα των καρότων των ποικιλιών Flakkee (με πορτοκαλί χρώμα ρίζας), F1 Creampak (με λευκό χρώμα ρίζα) και Samurai (με κόκκινο χρώμα ρίζας) είχαν όλα έντονη εγκόλπωση.

#### **4.6 Χρωματισμός των φύλλων**

Στην συγκεκριμένη μελέτη, παρατηρήθηκε ότι το χρώμα των φύλλων στις ποικιλίες Flakkee, F1 Creampak, F1 Gold Nugget και Samurai, ήταν πράσινο ενώ στις ποικιλίες F1 Purple Sun και F1 Night Bird το χρώμα των φύλλων τους ήταν μωβ-πράσινο. Στην μελέτη των Bandari et al., 2022, η πλειοψηφία των καρότων τους είχαν πορτοκαλί ρίζες χρώματος και τα υπόλοιπα είχαν άσπρο, κίτρινο και μωβ χρώμα. Σε αυτά η πλειονότητα των καρότων είχαν φύλλα πράσινου χρώματος και τα υπόλοιπα είχαν φύλλα σκούρου πράσινου αλλά και άλλου χρωματισμού.

#### **4.7 Ξηρό βάρος**

Όλες οι ποικιλίες των καρότων, εκτός από την F1 Night Bird, παρουσίαζαν ελάχιστες διαφορές στο ξηρό τους βάρος. Συγκεκριμένα, στην μελέτη της Καραγεώργου, 2020, καρότα των ποικιλιών F1 Purple Sun και Samurai παρουσίαζαν αντίστοιχες τιμές ξηρού βάρους. Επίσης οι Gomes et al., 2021 αναφέρουν ότι οι ποικιλίες οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία τους, στο ξηρό τους βάρος δεν εμφάνισαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ τους.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το καρότο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, θεωρείται ως μία από τις 10 πιο σημαντικές οικονομικά καλλιέργειες λαχανικών σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό οφείλεται στην δυνατότητα του να καλλιεργηθεί σε κλίματα θερμότερα και ξηρότερα απ' ό τι στο παρελθόν (Simon, 2019; Acosta-Motos et al., 2021) και να αναπτυχθεί σε διάφορους τύπους εδαφών (Yamaguchi, 1983; Rubatzky et al., 1999; Sekoli, 2009). Επίσης το καρότο λόγω της υψηλής διατροφικής (Heinonen, 1990; Boskovic-Rakocevic et al., 2012) και φαρμακευτικής του αξίας αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής (Gallichio et al., 2008; Zhang et al., 2009; Arscott and Tanumihardjo, 2010; Boskovic-Rakocevic et al., 2012). Πλέον έχει αρχίσει να επεκτείνεται η κατανάλωση του σε παγκόσμιο επίπεδο, διαφορετικών χρωματικών αποχρώσεων, όπως η αύξηση της κατανάλωσης του μωβ καρότου στην Δυτική Ευρώπη (Algara et al., 2014) καθώς παρουσιάζει διαφορετικές χημικές ιδιότητες σε σύγκριση με το πορτοκαλί καρότο, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν πρόσθετα οφέλη στην ανθρώπινη διατροφή και υγεία.

Μέσω της μελέτης αυτής προκύπτει ότι καρότα από έξι διαφορετικές έγχρωμες ποικιλίες μπορεί να παρουσίαζαν ορισμένες μορφολογικές διαφορές τόσο στην ρίζα όσο και στα φύλλα του καρότου, όμως οι περισσότερες, με εξαίρεση την ποικιλία F1 Gold Nugget, είχαν παρόμοια παραγωγική δυναμικότητα. Συμπερασματικά, ενδείκνυται η καλλιέργεια διαφορετικών έγχρωμων ποικιλιών καρότου στον ελλαδικό χώρο προκειμένου να επεκταθεί περισσότερο η χρήση τους στις διατροφικές και υγειονομικής σημασίας ανάγκες του ανθρώπου.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Βηλλιώτης, Ε., 2008. *Εκμηχάνιση της παραγωγής Πατάτας, Κρεμμυδιού και Καρότου στην Περιοχή Θηβών – Βοιωτίας*, Προπτυχιακή Διατριβή, Τ.Ε.Ι Ηρακλείου Κρήτης. Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας. Ηράκλειο.

Θανόπουλος, Χ., 2008. *Τεχνική βιολογικής καλλιέργειας αρωματικών λαχανικών - Καρότο*, Γεωπόνος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Καραγεώργου, Α. Α., 2020. *Επίδραση όξινου και αλκαλικού εδάφους στη δυναμική του αζώτου και στην ποιότητα του εδάφους μέρους καλλιεργούμενου καρότου*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Ολύμπιος, Χ., 2015. *Ειδική Λαχανοκομία - Λαχανικά υπαίθρου*, του, Καθηγητή Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Χα, Ι. Α. και Πετρόπουλος, Σ., 2014. *Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Abbas, E. D., 2017. Effect of GA3 on growth and some physiological characterizes in carrot plant (*Daucus carota* L.). *Ibn AL-Haitham Journal for Pure and Applied Science*, 24(3).

Acosta-Motos, J. R., Díaz-Vivancos, P., Becerra-Gutiérrez, V., Hernández Cortés, J.A. and Barba-Espín, G., 2021. Comparative characterization of eastern carrot accessions for some main agricultural traits. *μAgronomy*, 11(12), 2460.

Algarra, M., Fernandes, A., Mateus, N., de Freitas, V., da Silva, J. C. E. and Casado, J., 2014. Anthocyanin profile and antioxidant capacity of black carrots (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) from Cuevas Bajas, Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 71-76.

Arscott, S. A. and Tanumihardjo, S. A., 2010. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(2), 223-239.

Badra, Taysir, 1998. International Board for Plant Genetic Resources, Descriptors for Wild and Cultivated carrots: (*Daucus Carota* L.), IBPGR Secretariat, Rome, 1-65

Bhandari, S. R., Rhee, J., Choi, C. S., Jo, J. S., Shin, Y. K., Song, J. W., Kim, S. H. and Lee, J. G., 2022. Morphological and biochemical variation in carrot genetic

resources grown under open field conditions: The selection of functional genotypes for a breeding program. *Agronomy*, 12(3), 553.

Bishnoi, C. and Dhaliwal, N. S., 2017. Evaluation of Different Carrot Varieties in Niche Area of Sri Muktsar Sahib District of Punjab. *Environment & Ecology*, 35(4D), 3356-3358.

Boadi, N. O., Badu, M., Kortei, N.K., Saah, S. A., Annor, B., Mensah, M. B., Okyere, H. and Fiebor, A., 2021. Nutritional composition and antioxidant properties of three varieties of carrot (*Daucus carota*). *Scientific African*, 12, 00801.

Bolkunov, A. I., Postnova, M. V. and Sroslova, G. A., 2019. Features of the cultivation technology of carrot hybrids in dry steppes of the Lower Volga region on drip irrigation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 341 (1), 012001. IOP Publishing.

Bolton, A., Klimek-Chodacka, M., Martin-Millar, E., Grzebelus, D. and Simon, P.W., 2020. Genome-assisted improvement strategies for climate-resilient carrots. *Genomic Designing of Climate-Smart Vegetable Crops*, 309-343.

Boskovic-Rakocevic, L., Pavlovic, R., Zdravkovic, J., Zdravkovic, M., Pavlovic, N. and Djuric, M., 2012. Effect of nitrogen fertilization on carrot quality. *Afr. J. Agric. Res*, 7(18), 2884-2900.

Britton, G., Liaaen-Jensen, S., Pfander, H., 2004. Carotenoids handbook. Basel, Switzerland: Birkhaus

Byers, T. and Perry, G., 1992. Dietary carotenes, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annual review of Nutrition*, 12(1), 139-159.

Chen, C., Ma, J., Ma, J., Ma, W. and Yang, J. (2020). Analysis of main agronomic traits in different varieties of carrots. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1549(3), 032053. IOP Publishing.

Davis, M. R., and Raid, R. N (2002). Compendium of Umbelliferous Crop Diseases, APS Press

Di Mascio, P., Kaiser, S. and Sies, H. (1989). Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Archives of biochemistry and biophysics*, 274(2), 532-538.

Faostat, F., 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations-Statistic Division <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.

Gallicchio, L., Boyd, K., Matanoski, G., Tao, X., Chen, L., Lam, T.K., Shiels, M., Hammond, E., Robinson, K.A., Caulfield, L.E. and Herman, J.G. (2008).

Carotenoids and the risk of developing lung cancer: a systematic review. *The American journal of clinical nutrition*, 88(2), 372-383.

Gaplayev, M. Sh., 2011. Agrobiological characteristics and qualitative evaluation of carrot varieties and hybrids. *Breeding and Vegetable Crops*, 44, 74–84.

Garcia-Herrera, P., Pérez-Rodríguez, M.L., Aguilera-Delgado, T., Labari-Reyes, M.J., Olmedilla-Alonso, B., Camara, M. and de Pascual-Teresa, S., 2016. Anthocyanin profile of red fruits and black carrot juices, purees and concentrates by HPLC-DAD-ESI/MS-QTOF. *International journal of food science & technology*, 51(10), 2290-2300.

Giovannucci, E., 2002. A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene, and prostate cancer. *Experimental biology and medicine*, 227(10), 852-859.

Gomes, V.E.D.V., Grangeiro, L.C., Ferreira, N.M., Lacerda, R.R.D.A., Almeida, A. F. D. and Silva, J. L. A. D., 2021. Effect of the planting season on carrot cultivars growth and yield in the brazilian semiarid region. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 43.

Gross, J., 1991. Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids. New York: Van Nostrand Reinhold

Hallberg, L., Brune, M. A. T. S. and Rossander-Hulthén, L. E. N. A., 1987. Is there a physiological role of vitamin C in iron absorption? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 498, 324-332.

Hasler, C. M. and Brown, A. C., 2009. Position of the American Dietetic Association: functional foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(4), 735-746.

Heinonen, M. I., 1990. Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota L.*) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*., 38(3), 609-612.

Hernandez, M. Olipia, 1991. Tissue culture and agrobacterium – mediated of carrot (*Daucus carota L.*). Master thesis – department of biological sciences – simon fraser university.

Heywood, V. H., 1983. Relationships and evolution in the *Daucus carota* complex. *Israel Journal of Plant Sciences*, 32(2), 51-65.

Iorizzo, M., Ellison, S., Senalik, D., Zeng, P., Satapoomin, P., Huang, J., Bowman, M., Iovene, M., Sanseverino, W., Cavagnaro, P. and Yildiz, M., 2016. A high-quality carrot genome assembly provides new insights into carotenoid accumulation and asterid genome evolution. *Nature genetics*, 48(6), 657-666.

- Kamiloglu, S., Van Camp, J. and Capanoglu, E., 2018. Black carrot polyphenols: Effect of processing, storage and digestion—An overview. *Phytochemistry Reviews*, 17, 379-395.
- Kammerer, D., Carle, R., Schieber, A., 2003. Detection of peonidin and pelargonidin glycosides in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Comm Mass Spec*, 17:2407–12.
- Karakan, F.Y., Arpacı, B. and Kilic, A., 2019. The effect of different sowing dates on yield and some agronomic characteristics of carrot (*Daucus carota* L.). *Scientific Papers-Series B, Horticulture*, 63(2), 129-133.
- Kawai, T., Nishikimi, M., Ozawa, T. and Yagi, K., 1992. A missense mutation of L-gulonogamma-lactone oxidase causes the inability of scurvy-prone osteogenic disorder rats to synthesize L-ascorbic acid. *Journal of Biological Chemistry*, 267(30), 21973-21976.
- Khandare, V., Walia, S., Singh, M. and Kaur, C., 2011. Black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice: processing effects on antioxidant composition and color. *Food and Bioprocess Processing*, 89(4), 482-486.
- Kopsell, D. A. and Kopsell, D. E., 2006. Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. *Trends in plant science*, 11(10), 499-507.
- Leong, S. Y. and Oey, I., 2012. Effect of endogenous ascorbic acid oxidase activity and stability on vitamin C in carrots (*Daucus carota* subsp. *sativus*) during thermal treatment. *Food Chemistry*, 134(4), 2075-2085.
- Lesperance, L., 2009. The concise new Zealand food composition tables (8th ed.). Palmerston North: New Zealand Institute for Plant and Food Research, Ministry of Health.
- Maslovsky, S. L., Gasparyan, S. A., Piskunova, N. A., Zamyatina, M. E., Borisov V. A., Romanova, A. V. and Yanchenko, E. V., 2016. Technological assessment of carrot varieties and hybrids for fitness to various processing methods. Proc. Int. Conf. Agrarian Education and Science in the XXI Century: Challenges and Problems of Development, 400-401.
- Montilla, E.C., Arzaba, M.R., Hillebrand, S. and Winterhalter, P., 2011. Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(7), 3385-3390.
- Murali, S., Kar, A., Mohapatra, D. and Kalia, P., 2015. Encapsulation of black carrot juice using spray and freeze drying. *Food Science and Technology International*, 21(8), 604-612.

Pant, B. and Manandhar, S., 2007. In vitro propagation of carrot (*Daucus carota*) L. *Scientific world*, 5(5), 51-53.

Rossi, P. G., Bao, L., Luciani, A., Panighi, J., Desjobert, J. M., Costa, J., Casanova, J., Bolla, J. M. and Berti, L. 2007. (E)-Methylisoeugenol and elemicin: antibacterial components of *Daucus carota* L. essential oil against *Campylobacter jejuni*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(18), 7332-7336.

Rubatzky, V. E., Quiros, C. F., and Simon, P.W., 1999. Carrots and Related Vegetable Umbelliferae, CABI Publications.

Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S. and Attri, S., 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review. *Journal of food science and technology*, 49(1), 22-32.

Simon, P. W., 2000. Domestication, historical development, and modern breeding of carrot. *Plant Breed Rev* 19:157–90.

Simon, P. W., Freeman, R. E., Vieira, J. V., Boiteux, L. S., Briard, M., Nothnagel, T., Michalik, B. and Kwon, Y. S., 2008. Carrot. *Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*, 327-357.

Simon, P. W., Iorizzo, M., Grzebelus, D., Baranski, R., Eds., 2019. Economic and Academic Importance. In *The Carrot Genome. Compendium of Plant Genomes*, Springer: New York, NY, USA, pp. 1–8.

Stahl, W. and Sies, H., 1999. Carotenoids: occurrence, biochemical activities, and bioavailability. In *Antioxidant food supplements in human health* (pp. 183-202). Academic Press.

Surles, R. L., Weng, N., Simon, P. W. and Tanumihardjo, S.A., 2004. Carotenoid profiles and consumer sensory evaluation of specialty carrots (*Daucus carota*) of various colors. *J Agric Food Chem* 52:3417–21.

Tavares, A. C., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Cruz, M. T., Lopes, M. C., Canhoto, J. and Salgueiro, L. R., 2008. Essential oil of *Daucus carota* subsp. *halophilus*: composition, antifungal activity and cytotoxicity. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(1), 129-134.

Que, F., Hou, X. L., Wang, G. L., Xu, Z. S., Tan, G. F., Li, T., Wang, Y. H., Khadr, A. and Xiong, A. S., 2019. Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. *Horticulture Research*, 6.

Vieira, J. V. and Pessoa, H. B. S. V., 2008. Sistemas de produção. Cultivares. Cenoura. *Brasília, DF: Embrapa Hortaliças*. Retrieved on May, 13, 2021.

Wallace, T. C. and Giusti, M. M., 2008. Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt systems colored with nonacylated anthocyanins from

Berberis boliviana L. as compared to other natural/synthetic colorants. *Journal of Food Science*, 73(4), C241-C248.

Yamaguchi, M., 1983. *World vegetables: Principles, production and nutritive values*. AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut, USA.

Zhang, C. X., Ho, S. C., Chen, Y. M., Fu, J. H., Cheng, S. Z. and Lin, F. Y., 2009. Greater vegetable and fruit intake is associated with a lower risk of breast cancer among Chinese women. *International journal of cancer*, 125(1), 181-188.