



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΡΟΤΟΥ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΑΝΑΓΡΑΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΔΟΥΡΔΟΥΒΕΛΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΥ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΙ.ΠΑ.Ε.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ, 2022

Επιτροπή Αξιολόγησης

1. Στέφανος Στεφάνου, Επιβλέπων
2. Χρήστος Δημητριάδης, Μέλος
3. Αναστασία Γιαννακούλα, Μέλος

Ημερομηνία παρουσίασης

01/12/2022

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ
ΠΕΡΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ, ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ
ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κωνσταντίνος Δουρδουβέλας δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας με τίτλο “Καλλιέργεια Καρότου και Πρακτικές Λίπανσης στην Περιοχή του Δήμου Τανάγρας” που παραδόθηκε το Νοέμβριο του έτους 2022. Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ότι η προαναφερόμενη εργασία αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής μου έρευνας, δεν προέρχεται από ανάθεση σε τρίτα άτομα και δεν αποτελεί αντιγραφή. Σε όλη την έκτασή της κατατέθηκαν σαφείς και πλήρεις αναφορές όλων των δεδομένων, απόψεων, ιδεών άλλων συγγραφέων, οι οποίες μεταφέρθηκαν αυτολεξεί ή με παράφραση τόσο εντός του κειμένου με την κατάλληλη παραπομπή, όσο και στο τμήμα της βιβλιογραφίας με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνουμε όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση απόδειξης, διαχρονικά, ότι ολόκληρη η εργασία ή τμήμα αυτής δε μας ανήκει και αποτελεί προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Θεσσαλονίκη, 01/12/2022

Ο δηλών

(ονοματεπώνυμο & υπογραφή)

Περίληψη

Τα καρότα (είδος *Daucus Carota L.*) βρίσκονται στις δέκα (10) πρώτες επιλογές των λαχανικών που προτιμούν οι καταναλωτές σε όλο τον κόσμο. Το 2015, η παγκόσμια παραγωγή καρότων ήταν 33,7 εκατομμύρια τόνοι. Αυτό καταδεικνύει την κηπευτική και οικονομική σημασία της καλλιέργειας καρότου στις μέρες μας. Τα καρότα δεν είναι μόνο ένα σημαντικό λαχανικό για τη γεωργία, αλλά και για μια υγιεινή διατροφή.

Πολλά ορυκτά λιπάσματα έχουν αναπτυχθεί για να *συμπληρώνουν* τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και να καλύψουν τις υψηλές απαιτήσεις των καλλιεργειών σε σχετικά θρεπτικά στοιχεία. Αναφέρονται επίσης ως γενικά ορυκτά άλατα, εκτός από ορισμένες οργανικές χημικές ουσίες όπως η ουρία, που μετατρέπονται εύκολα σε άλατα.

Τα λαχανικά προσλαμβάνουν συνεχώς θρεπτικά συστατικά. Είναι ωφέλιμο να τους παρέχουν μια ισορροπία θρεπτικών συστατικών καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους. Μερικές φορές, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να επιτευχθεί αυτό το γεγονός, είναι η εφαρμογή λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης, τα οποία είναι σχεδιασμένα να απελευθερώνουν θρεπτικά συστατικά για μια σχετικά μεγάλη περίοδο.

Οι αγρότες χρησιμοποιούν οργανικά λιπάσματα, όπως κοπριά, καθώς και κομπόστ για να παρέχουν θρεπτικά συστατικά στα λαχανικά, επειδή είναι πιο προσιτά από τα ανόργανα λιπάσματα. Αν και τα καρότα είναι γνωστά ως μεσαίου μεγέθους λαχανικά, εξακολουθούν να απαιτούν γόνιμο έδαφος, που επιτρέπει την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Η εφαρμογή υπερβολικής ποσότητας οργανικών λιπασμάτων προάγει την υπερβολική ανάπτυξη των φύλλων και τις τραχιές, χονδροειδείς και διχαλωτές ρίζες καρότου.

Abstract

Carrots (species *Daucus Carota* L.) are in the top ten (10) choices of vegetables preferred by consumers around the world. In 2015, world production of carrots was 33.7 million tons. This demonstrates the horticultural and economic importance of carrot cultivation nowadays. Carrots are not only an important vegetable for agriculture, but also for a healthy diet.

Many mineral fertilizers have been developed to supplement soil nutrients and meet the high nutrient requirements of crops. They are also referred to as general mineral salts, except for some organic chemicals such as urea, which are easily converted into salts.

Vegetables are constantly taking in nutrients. It is beneficial to provide them with a balance of nutrients throughout their development. Sometimes the most effective way to accomplish this is to apply slow release fertilizers, which are designed to release nutrients over a relatively long period.

Farmers use organic fertilizers such as manure as well as compost to provide nutrients to vegetables because they are more affordable than inorganic fertilizers. Although carrots are known as medium-sized vegetables, they still require fertile soil, which allows for normal plant growth. Applying too much organic fertilizer promotes excessive leaf growth and rough, coarse and forked carrot roots.

Περιεχόμενα

1 ^ο Κεφάλαιο.....	5
1.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου	5
1.2 Το Καρότο ως Καλλιεργούμενο Είδος.....	6
2 ^ο Κεφάλαιο.....	9
2.1 Είδη και Χαρακτηριστικά Λιπασμάτων στις Μέρες μας και τα Οποία Χρησιμοποιούνται σε Καλλιέργειες.....	9
2.1.1 Ορυκτά Λιπάσματα	9
2.1.2 Αζωτούχα Λιπάσματα	11
2.1.3 Λιπάσματα Αργής Αποδέσμευσης.....	17
3 ^ο Κεφάλαιο.....	25
3.1 Χημικά Στοιχεία Θρέψης των Φυτών	25
3.2 Άζωτο (N)	25
3.3 Φώσφορος (P).....	26
3.4 Θείο (S)	28
3.5 Κάλιο (K)	29
3.6 Ασβέστιο (Ca).....	30
3.7 Μαγνήσιο (Mg)	31
3.8 Χλώριο (Cl)	33
4 ^ο Κεφάλαιο.....	34
4.1 Καλλιεργητικές και Αναπτυξιακές Απαιτήσεις του Καρότου ως Λαχανικό	34
4.2 Η Θρέψη των Ατόμων με το Λαχανικό του Καρότου και Οφέλη των Θρεπτικών Συστατικών του	36
5 ^ο Κεφάλαιο.....	42
5.1 Ανάλυση και Επεξήγηση των Μέθοδων Λίπανσης της Καλλιέργειας των Καρότων στο Δήμο Τανάγρας.....	42
Επίλογος – Συμπεράσματα.....	51
Βιβλιογραφικές Πηγές.....	53

1^ο Κεφάλαιο

1.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου

Αποτελεί γεγονός στις μέρες μας, πως πολλά χημικά και μη υλικά μπορούν να εφαρμοστούν στο έδαφος και συγκεκριμένα στις καλλιέργειες, ως πηγή φυτικών θρεπτικών συστατικών, αλλά ο όρος λίπασμα χρησιμοποιείται συχνά και αναφέρεται σε σχετικά διαλυτές πηγές θρεπτικών ουσιών με υψηλή ανάλυση ή συγκέντρωση (Lee, Yoo, Patil, 2011). Τα λιπάσματα που διατίθενται στο εμπόριο ωστόσο, παρέχουν βασικά στοιχεία σε διάφορες χημικές μορφές, αλλά πολλά εξ' αυτών αποτελούνται από απλά ανόργανα άλατα (Anon, 2007).

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των λιπασμάτων του εμπορίου, είναι η υψηλή τους υδατοδιαλυτότητα, η άμεση διαθεσιμότητα στα φυτά, η υψηλή συγκέντρωση και η χαμηλή τιμή ανά μονάδα θρεπτικού συστατικού καθώς και η ομοιομορφία και η ακρίβεια με την οποία μπορούν να εφαρμοστούν συγκεκριμένες ποσότητες διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών.

Δεδομένου ότι είναι σχετικά ομοιογενείς ενώσεις σταθερής και γνωστής σύνθεσης, είναι αρκετά εύκολο να υπολογιστούν ακριβείς ρυθμοί εφαρμογής και να επιτευχθεί μια σχετικά σταθερή απόδοση. Αυτό το γεγονός έρχεται σε αντίθεση με τις οργανικές πηγές θρεπτικών ουσιών, οι οποίες αποτελούν μια κατά πολύ μεγαλύτερη πρόκληση για διαχείρισή τους λόγω της μεταβλητής τους σύνθεσης, της μεταβλητής διαθεσιμότητας θρεπτικών ουσιών και των μοτίβων απελευθέρωσης θρεπτικών συστατικών που επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία, την υγρασία και άλλες συνθήκες που αλλάζουν τη βιολογική δραστηριότητα (Ulrich, Nothnagel, Schulz, 2015).

Η διαλυτότητα των εμπορικών λιπασμάτων ωστόσο, μπορεί μερικές φορές να αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα, καθώς τα διαλυτά θρεπτικά συστατικά μπορεί να μετακινηθούν από τα αγροκτήματα, όταν εφαρμόζονται σε μια ιδιαίτερα μεγάλη ποσότητα ή να συμβούν καιρικά φαινόμενα βροχοπτώσεων αμέσως μετά την εφαρμογή του λιπάσματος. Τα διαλυτά θρεπτικά συστατικά μπορούν να

απωλεσθούν με την έκπλυση σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη και μέσω των εξόδων πλακιδίων ή στην απορροή σε εδάφη με κακή στράγγιση (Zhang, Liu, Tsao, 2016).

Η διαδικασία της απονιτροποίησης ωστόσο, μπορεί να προκαλέσει μεγάλες απώλειες νιτρικών-N στοιχείων από εδάφη κορεσμένα με νερό σε υγρές πηγές. Η αύξηση της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους με την αύξηση της οργανικής ύλης, μειώνει επίσης την κίνηση και την απώλεια ορισμένων θρεπτικών συστατικών, αν και όχι του στοιχείου νιτρικού-N (Zakir, Sultana, Saha, 2010). Οι πρακτικές διαχείρισης που συγχρονίζουν τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων με τη ζήτηση και την πρόσληψη των καλλιεργειών, ελαχιστοποιούν επίσης τις σχετικές απώλειες (Lee, Yoo, Patil, 2011).

Τόσο ο χρόνος εφαρμογής όσο και η ποσότητα του λιπάσματος που εφαρμόζεται σε κάποια καλλιέργεια, είναι σημαντικά στοιχεία. Ο διαχωρισμός της εφαρμογής λιπάσματος σε πολλές μικρές καλλιέργειες αντί για μία μεγάλη, είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τον περιορισμό της έκπλυσης αζώτου σε καλά στραγγιζόμενα αμμώδη εδάφη. Οι εφαρμογές ενός τμηματικού αζώτου μπορούν επίσης να μειώσουν τις απώλειες αζώτου στην απορροή ή από την απονιτροποίηση σε εδάφη με κακή στράγγιση.

Οι υπερβολικές εφαρμογές θρεπτικών ουσιών μπορούν να εξαλειφθούν ή τουλάχιστον να μειωθούν σημαντικά με δοκιμές εδάφους σε τακτική βάση, θέτοντας ρεαλιστικούς στόχους απόδοσης και λίπανση ανάλογα, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πηγές θρεπτικών συστατικών όπως όσπρια, κοπριά και άλλες τροποποιήσεις και χρησιμοποιώντας την ανάλυση των φυτών, ως εργαλείο παρακολούθησης σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα λιπασμάτων σε σχετικές καλλιέργειες.

1.2 Το Καρότο ως Καλλιεργούμενο Είδος

Τα καρότα (είδος *Daucus Carota* L.) βρίσκονται στις δέκα (10) πρώτες επιλογές των λαχανικών που προτιμούν οι καταναλωτές σε όλο τον κόσμο (Zakir, Sultana, Saha, 2010). Το 2015, η παγκόσμια παραγωγή καρότων ήταν 33,7

εκατομμύρια τόνοι. Αυτό καταδεικνύει την κηπευτική και οικονομική σημασία της καλλιέργειας καρότου στις μέρες μας (Conner et al., 2015). Τα καρότα δεν είναι μόνο ένα σημαντικό λαχανικό για τη γεωργία, αλλά και για μια υγιεινή διατροφή.

Η παλαιότερη αναφορά για *εξημερωμένα* καρότα χρονολογείται από τον 10ο αιώνα στην Περσία και τη Μικρά Ασία. Αυτά τα πρώτα καρότα ήταν μωβ και λευκά με λεπτή ρίζα. Με την πάροδο του χρόνου, εμφανίστηκε μια μετάλλαξη που αφαιρούσε τη μωβ μελάγχρωση. Αυτή η μετάλλαξη δημιούργησε μια νέα φυλή κίτρινων καρότων. Αυτά τα κίτρινα καρότα στη συνέχεια εξελίχθηκαν στα καρότα με πορτοκαλί ρίζες που είναι πλέον στις μέρες μας, το πιο δημοφιλές είδος καρότου (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

Οι παλαιότερες μορφές καρότων χρησιμοποιήθηκαν ως βότανο για ιατρικούς σκοπούς πριν χρησιμοποιηθούν ως λαχανικό με ρίζες στη διατροφή. Τα πορτοκαλί καρότα έγιναν πιο δημοφιλή τον 16ο αιώνα, όταν παρουσιάστηκαν σε αγοράς στην Ολλανδία και την Ισπανία. Η λέξη "καρότο" καταγράφηκε για πρώτη φορά στην αγγλική γλώσσα γύρω στο έτος 1530. Αυτό το όνομα προήλθε από τη γαλλική λέξη, *carotte* (Zhang, Liu, 2016).

Ωστόσο, η συνεχής *εξημέρωση* αυτών των καρότων τα μετέτρεψε από μικρές, λεπτές, λευκές ρίζες με έντονη γεύση στο μεγάλο, πορτοκαλί λαχανικό ρίζας που υπάρχει σήμερα. Το χρώμα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των καρότων, προσθέτει στην οπτική εμφάνιση, που είναι ο κύριος παράγοντας όταν οι καταναλωτές επιλέγουν ένα προϊόν. Υπάρχουν δύο είδη καλλιεργούμενων καρότων, τα ανατολικά / ασιατικά καρότα και δυτικά / καροτένια καρότα. Τα ανατολικά/ασιατικά καρότα αναφέρονται συχνά ως καρότα ανθοκυανίνης, λόγω της μωβ εμφάνισής τους. Αυτός ο τύπος καρότου έχει ανθισμένα φύλλα που του προσφέρουν ένα γκριζοπράσινο χρώμα και ανθίζουν γρήγορα από το έδαφος (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

Τα ασιατικά καρότα εξακολουθούν να καλλιεργούνται στην Ασία. Τα δυτικά / καροτένια καρότα από τον 16ο/17ο αιώνα, προήλθαν για πρώτη φορά στην

Τουρκία, με πορτοκαλί, κόκκινες ή λευκές ρίζες. Αυτά τα καρότα πιθανότατα προέρχονται από τα ασιατικά καρότα καθώς και από υβριδικούς απογόνους κίτρινων ανατολικών καρότων και λευκών καρότων που καλλιεργούνται στη Μεσόγειο με πορτοκαλί ρίζες. Τα δυτικά/καροτένια καρότα αντικαθιστούν γρήγορα τα ανατολικά/ασιατικά καρότα στην αγορά (Ulrich, Nothnagel, Schulz, 2015).

Τα καρότα μπορούν να καλλιεργηθούν σε πολλές περιοχές του κόσμου και έχουν γίνει ένα σημαντικό λαχανικό στη διατροφή των ατόμων. Σύμφωνα με την Εθνική Γεωργική Στατιστική Υπηρεσία, τα τελευταία 15 χρόνια, η παραγωγή καρότου παρέμεινε σταθερή, αλλά οι πωλήσεις καρότων έχουν σημειώσει δραματική αύξηση κατά 115%. Τα καρότα καλλιεργούνται σε 1.972 φάρμες των ΗΠΑ, οι οποίες παράγουν κατά μέσο όρο 3,5 δισεκατομμύρια τόννων ετησίως, τα τρία τέταρτα των οποίων πωλούνται στην αγορά νωπών αγαθών, καθιστώντας τις Ηνωμένες Πολιτείες τον κορυφαίο παραγωγό καρότου στον κόσμο (Lee, Yoo, Patil, 2011).

2^ο Κεφάλαιο

2.1 Είδη και Χαρακτηριστικά Λιπασμάτων στις Μέρες μας και τα Οποία Χρησιμοποιούνται σε Καλλιέργειες

2.1.1 Ορυκτά Λιπάσματα

Πολλά ορυκτά λιπάσματα έχουν αναπτυχθεί για να *συμπληρώνουν* τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και να καλύψουν τις υψηλές απαιτήσεις των καλλιεργειών σε σχετικά θρεπτικά στοιχεία (Ulrich, Nothnagel, Schulz, 2015). Αναφέρονται επίσης ως γενικά ορυκτά άλατα, εκτός από ορισμένες οργανικές χημικές ουσίες όπως η ουρία, που μετατρέπονται εύκολα σε άλατα. Τα ορυκτά λιπάσματα ταξινομούνται σύμφωνα με διαφορετικά κριτήρια λειτουργίας, ως εξής (Zhang, Liu, 2016):

Ως προς το Τύπο Μεθόδου Παραγωγής

- ✓ Φυσικό ορυκτό λίπασμα (όπως βρίσκεται στη φύση ή μόνο ελαφρώς επεξεργασμένο)
- ✓ Συνθετικό ορυκτό λίπασμα (που κατασκευάζεται με βιομηχανικές διαδικασίες)

Ως προς τον Αριθμό των Θρεπτικών Συστατικών

- ✓ Μονοθρεπτικά ή απλά λιπάσματα (είτε για κύρια, δευτερεύοντα ή μικροθρεπτικά συστατικά)
- ✓ Πολυθρεπτικά (πολλαπλά θρεπτικά συστατικά) ή σύνθετα λιπάσματα με 2, 3 ή περισσότερα θρεπτικά συστατικά

Ως προς το Τύπο Συνδυασμού στις Καλλιέργειες

- ✓ Μικτά λιπάσματα, δηλαδή είτε ένα φυσικό μείγμα δύο ή περισσότερων μονοθρεπτικών ή πολυθρεπτικών λιπασμάτων για κοκκώδη προϊόντα αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ένα μείγμα χωριστών κόκκων των επιμέρους συστατικών ή κόκκους που το καθένα περιέχει αυτά τα συστατικά.

- ✓ Σύνθετα λιπάσματα στα οποία δύο ή περισσότερα από τα θρεπτικά συστατικά συνδυάζονται χημικά, π.χ., νιτροφωσφορικά και φωσφορικά αμμώνιο.

Ως προς την φυσική τους κατάσταση

- ✓ Στερεό (κρυσταλλικό, σε σκόνη, σε σβώλους ή σε κόκκους) διαφόρων σειρών μεγεθών
- ✓ Υγρό (διαλύματα και εναιωρήματα)
- ✓ Αέριο (υγρό υπό πίεση, π.χ. αμμωνία)

Ως προς τον τρόπο δράσης

- ✓ Γρήγορης δράσης ορυκτό λίπασμα (υδατοδιαλυτό και άμεσα διαθέσιμο)
- ✓ Αργής δράσης ορυκτό λίπασμα (απαιτείται μετατροπή σε διαλυτή μορφή)

Η συνήθης ταξινόμηση σε λιπάσματα ενός ή πολλαπλών θρεπτικών συστατικών, αναφέρεται συνήθως μόνο στα τρία κύρια θρεπτικά συστατικά. Πολλά αποκαλούμενα μονοθρεπτικά λιπάσματα παρέχουν στην πραγματικότητα περισσότερα από ένα θρεπτικά συστατικά, π.χ. θειικό αμμώνιο που περιέχει τόσο άζωτο όσο και θείο (Zakir, Sultana, Saha, 2010).

Η περιεκτικότητα ή η ποιότητα σε θρεπτικά συστατικά, μπορεί να αναφέρεται είτε στο σύνολο είτε στη διαθέσιμη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και μπορεί να εκφράζεται παραδοσιακά για ορισμένα θρεπτικά συστατικά σε μορφή οξειδίου (P_2O_5 και K_2O) ή σε στοιχειακή μορφή (N, P και K). Προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα στον κάθε αγρότη και να αποκλειστούν οι κίνδυνοι, η σύνθεση των ορυκτών λιπασμάτων και το εμπόριο ορυκτών λιπασμάτων ελέγχονται επίσημα σε πολλές χώρες (στη Γερμανία από το 1918).

Πρόσφατα, για να επιτευχθεί καλύτερος έλεγχος της ρύπανσης, εισήχθησαν ειδικοί κανονισμοί για την εφαρμογή ορισμένων οργανικών λιπασμάτων και κοπριάς, όπως του πολτού. Σε ορισμένες χώρες, εισάγονται πλέον κυβερνητικοί

κανονισμοί για τη χρήση λιπασμάτων γενικά, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η τυχόν αποφευχθείσα ρύπανση ή μόλυνση των τροφίμων που προκαλείται από λιπάσματα, ωστόσο, πολλά προϊόντα λιπασμάτων δεν υπόκεινται ακόμη σε νομικό έλεγχο, αν και υπάρχει μια αυξανόμενη εθελοντική τυποποίηση από παραγωγούς προκειμένου να διασφαλιστεί η ομοιομορφία της ποιότητας, ιδίως για τα οργανικά και τα οργανικά-ορυκτά λιπάσματα. Ακόμα κι έτσι, παραμένει μια σειρά από ανορθόδοξα λιπάσματα (κυρίως βιολογικά) στην αγορά, τα οποία παρά τις συστάσεις των ειδικών έχουν μικρή πραγματική αξία (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

2.1.2 Αζωτούχα Λιπάσματα

Σύμφωνα με τον τρόπο με τον οποίο το άζωτο στα λιπάσματα συνδυάζεται με άλλα στοιχεία, τα αζωτούχα λιπάσματα χωρίζονται σε τέσσερις ομάδες, δηλαδή άλατα νιτρικών, αμμωνίας και αλάτων αμμωνίας, χημικές ενώσεις που περιέχουν άζωτο σε μορφή αμιδίου και φυτικά και ζωικά υποπροϊόντα. Επίσης οι τύποι αζωτούχων λιπασμάτων (η περιεκτικότητα σε N αναφέρεται στο συνολικό N), αναφέρονται ως εξής (Zhang, Liu, 2016)

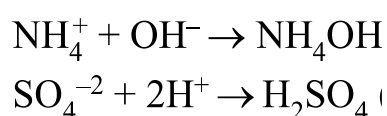
Λιπάσματα Αμμωνίου

Τα λιπάσματα αμμωνίου είναι διαλυτά στο νερό και ως εκ τούτου απορροφώνται στα κολλοειδή στοιχεία του εδάφους και έτσι προστατεύονται από την έκπλυση από την απορροή νερού σε μια περιοχή. Ορισμένες καλλιέργειες όπως το ρύζι, το ζαχαροκάλαμο, οι καλλιέργειες κονδύλων και τα σπορόφυτα χρησιμοποιούν άμεσα τη μορφή αμμωνίου αυτών των λιπασμάτων. Τα απορροφημένα ιόντα αμμωνίου στις περιοχές του εδάφους, μετατρέπονται σε νιτρικό αργά και προσλαμβάνονται από τις περισσότερες καλλιέργειες. Είναι όξινα ως προς την υπολειμματική τους δράση στο έδαφος. Ακολουθούν τα λιπάσματα αμμωνίου:

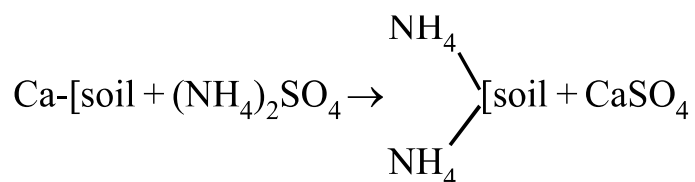
Άνυδρη αμμωνία (80% N), θειικό αμμώνιο- $(NH_4)_2SO_4$ (N = 2% και S = 24%), χλωριούχο αμμώνιο- NH_4Cl (N = 25%), όλα είναι μέτριας ταχείας δράσης. Η πρόσληψη από τα φυτά μπορεί να επιβραδυνθεί με την προσθήκη αναστολέων

νιτροποίησης, π.χ. δικυανδιαμιδίου (DCD) και φωσφορικού αμμωνίου-NH₄(H₂PO₄) (20% N).

Τα χαρακτηριστικά του θειικού αμμωνίου, είναι το λευκό χρώμα, η υψηλή διαλυτότητα, η χαμηλή υγροσκοπικότητα κατάλληλη για σύνθεση ξηρού μίγματος και η χύμα ανάμειξη. Σε περιοχές με υψηλή υγρασία, σχηματίζει μια μορφή πάστας. Ωστόσο, το ψήσιμο κατά την αποθήκευση μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα. Αντισυσσωματικός παράγοντας όπως το έδαφοςδιατόμων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποφυγή σχηματισμού συσσωματωμάτων. Το θειικό αμμώνιο είναι κατάλληλο για έδαφος με έλλειψη θείου. Ορισμένοι καλλιεργητές πατάτας προτιμούν το θειικό αμμώνιο, επειδή είναι φυσιολογικά ένα λίπασμα που παράγει οξύ. Οι ασθένειες της ψώρας της πατάτας (*Streptomyces scabies*, ακτινομύκητες) μπορούν να αποφευχθούν εάν χρησιμοποιείται θειικό αμμώνιο. Η αντίδραση αζωτούχου λιπάσματος που περιέχει N σε μορφή αμμωνίου, αναφέρεται ως εξής (Zhang, Liu, 2016):

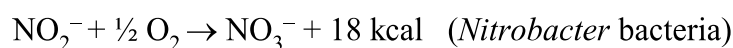
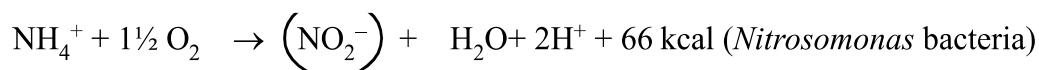


Καθώς το NH₄OH είναι αδύναμη βάση, αν και παράγονται σε ισοδύναμη ποσότητα, το NH₄OH θα διασπαστεί αργά από το H₂SO₄ παράγοντας λιγότερο OH- από το H+ παράγοντας οξύτητα στο έδαφος. Το NH₄⁺ θα προσροφηθεί στα κολλοειδή του εδάφους αντικαθιστώντας τις ανταλλάξιμες βάσεις όπως Na, Ca, Mg κ.λπ.

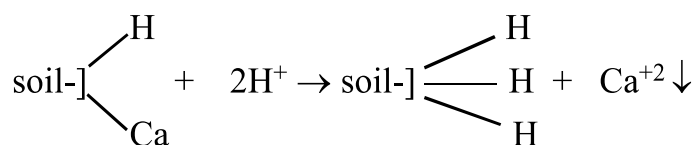


Οι βάσεις που απελευθερώνονται θα αντιδράσουν με το αντίστοιχο ανιόν, δηλαδή SO₄⁻, Cl⁻ και NO₃⁻ για να σχηματίσουν αντίστοιχα άλατα, π.χ. CaSO₄, CaCl₂, Ca(NO₃)₂, κ.λπ., έτσι τα άλατα Ca που παράγονται μπορεί να είναι χάνεται από το επιφανειακό έδαφος με έκπλυση. Με αυτόν τον τρόπο, θα υπάρξει κάποια απώλεια

ανταλλάξιμων βάσεων από τα άλατα. Υπό συνθήκες καλής αποστράγγισης και αερισμού, αυτό το προσροφημένο NH_4^+ θα απελευθερωθεί σε εδαφικό διάλυμα και θα μεταφερθεί ποσότητα νιτρωνίου από τα μικρόβια (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).



Το H^+ , έτσι, που σχηματίζεται λόγω νιτροποίησης αντικαθιστά ορισμένες από τις ανταλλάξιμες βάσεις όπως Ca^{+2} , Mg^{+2} κ.λπ. σχηματίζοντας αντίστοιχα νιτρικά όπως $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ κ.λπ. στο διάλυμα εδάφους.



Μέρος του NO_3^- μπορεί να είναι διαθέσιμο στα φυτά αλλά, κυρίως χάνεται με έκπλυση από το επιφανειακό έδαφος με αποτέλεσμα απώλειες ανταλλάξιμων βάσεων από το έδαφος. Λόγω της συνεχούς εφαρμογής του λιπάσματος NH_4 στο έδαφος, ο κορεσμός βάσης του εδάφους μειώνεται, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της οξύτητας του εδάφους, ως εκ τούτου, όλες οι αμμωνιακές μορφές του λιπάσματος είναι φυσιολογικά όξινα λιπάσματα.

Νιτρικά λιπάσματα (NO_3^-)

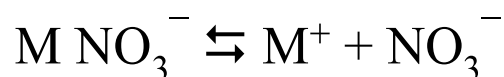
Το άζωτο που υπάρχει σε αυτά τα λιπάσματα, είναι σε νιτρική μορφή (NO_3^-) που διασπάται γρήγορα για να απελευθερώσει ιόντα NO_3^- και απορροφάται εύκολα από τα φυτά. Τα νιτρικά ιόντα εξαιρετικά αντιδραστικά και κινητικά είναι επιρρεπή σε απώλειες λόγω της έκπλυσης και υπό συνθήκες διαβροχής λόγω της απονιτροποίησης. Είναι αλκαλικά ως προς την υπολειμματική τους δράση στο έδαφος.

Νιτρικό ασβέστιο, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (N = 16%), νιτρικό νάτριο, NaNO_3 (N = 16%) και νιτρικό Χιλής, όλα ταχείας δράσης και το pH του εδάφους αυξάνεται.

Χαρακτηριστικά των νιτρικών λιπασμάτων

- ✓ Πολύ διαλυτό στο νερό με αποτέλεσμα το φυτό να απορροφά πολύ γρήγορα.
- ✓ Είναι ιδιαίτερα υγροσκοπικά δημιουργώντας προβλήματα αποθήκευσης, χειρισμού και μεταφοράς, ιδιαίτερα σε υγρό κλίμα.
- ✓ Η φυσική ποιότητα του νιτρικού λιπάσματος είναι πολύ κακή. Αυτά είναι γενικά κοκκοποιημένα, αναμεμειγμένα με καολίνη και φωσφορικό άλας και υδατοαπωθητικές ουσίες όπως κερί, παραφίνη κ.λπ.
- ✓ Εκτός από το νιτρικό αμμώνιο και το νιτρικό ασβέστιο, όλα τα νιτρικά λιπάσματα είναι φυσιολογικά, δηλαδή η εφαρμογή αυτών των λιπασμάτων θα οδηγήσει στην ανάπτυξη αλκαλικότητας στο έδαφος.
- ✓ Το άζωτο που υπάρχει στα νιτρικά λιπάσματα ως μορφές NO_3 ή ανιονικές μορφές, οι οποίες δεν μπορούν να συγκρατηθούν από το κολλοειδές σύμπλοκο του εδάφους, επομένως όλα τα νιτρικά λιπάσματα είναι επιρρεπή σε απώλεια λόγω έκπλυσης.
- ✓ Αντίδραση νιτρικού λιπάσματος στο έδαφος και η επίδρασή του στις ιδιότητες του εδάφους

Μετά την εφαρμογή του νιτρικού λιπάσματος στο έδαφος, θα εισέλθει στο εδαφικό διάλυμα και θα ιονιστεί σε NO_3^- και στο αντίστοιχο κατιόν.



Το τμήμα του διαχωρισμένου κατιόντος ωστόσο, θα προσροφηθεί από το κολλοειδές του εδάφους, αυξάνοντας τον κορεσμό βάσης του εδάφους που οδηγεί στην ανάπτυξη αλκαλικότητας, δηλαδή, τα λιπάσματα NO_3 όπως τα NaNO_3 , KNO_3 και $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ονομάζονται φυσιολογικά βασικά λιπάσματα. Ο βαθμός αλκαλικότητας εξαρτάται από το σχετικό κατιόν. Η ποσότητα αλκαλικότητας που

αναπτύσσεται λόγω της εφαρμογής 100 kg λιπάσματος θα ισοδυναμεί με 20, 26 και 29 kg αλεσμένου ασβεστόλιθου ανά 100 kg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 και NaNO_3 , αντίστοιχα.

Λόγω της συνεχούς εφαρμογής του NaNO_3 , το ποσοστό κορεσμού Na αυξάνεται, οδηγώντας σε μια διαδικασία γνωστή ως νατριοποίηση. Λόγω της αύξησης του ποσοστού ανταλλαγής Na^+ , τα σωματίδια αργίλου διασπείρονται οδηγώντας στην καταστροφή της δομής του εδάφους και συνεπώς της καλλιέργειας με αποτέλεσμα η διαπερατότητα και ο αερισμός των εδαφών να μειώνονται, επηρεάζοντας ή αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών. Αυτή η δυσμενής επίδραση είναι μικρότερη για το KNO_3 και καμία αρνητική επίδραση από το $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Η αρνητική επίδραση του NaNO_3 μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την εφαρμογή γύψου (Zhang, Liu, 2016).

Λιπάσματα νιτρικού αμμωνίου - Λιπάσματα νιτρικών και αμμωνίου (Νιτρικά, NO_3^- και αμμώνιο, NH_4^+)

Αυτά τα λιπάσματα περιέχουν άζωτο και σε μορφή νιτρικού (NO_3^-) και αμμωνίου (NH_4^+). Το νιτρικό άζωτο είναι άμεσα διαθέσιμο στα φυτά για άμεση ανάγκη, ενώ το αμμωνιακό άζωτο γίνεται διαθέσιμο στα φυτά σε μεταγενέστερο στάδιο, όταν μετασχηματίζεται με μικροβιολογική διαδικασία σε νιτρικό. Είναι διαλυτά στο νερό και κατάλληλα για τις περισσότερες καλλιέργειες και εδάφη. Είναι όξινα ως προς την υπολειμματική τους δράση.

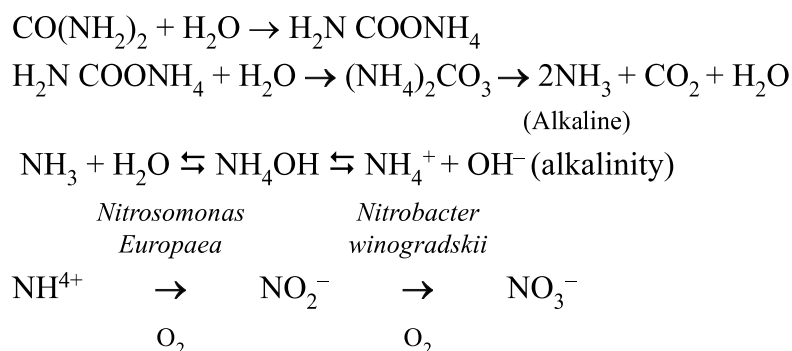
Νιτρικό αμμώνιο, NH_4NO_3 (N 34%), νιτρικό αμμώνιο ασβέστιο- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$, που είναι ένας συνδυασμός νιτρικού αμμωνίου και ανθρακικού ασβεστίου (N 25%), νιτρικού αμμωνίου- $\text{ASN} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{NH}_4\text{NO}_3$ (N 26-30%).

Αμιδικά λιπάσματα (αμίνη, NH_2 ή αμίδιο, CN_2)

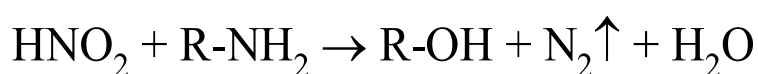
Αυτά τα λιπάσματα περιέχουν άζωτο σε οργανικές ενώσεις όπως αμίδιο- NH_2 ή $-\text{CN}_2$, που δεν είναι άμεσα διαθέσιμο στα φυτά, αλλά μετατρέπονται γρήγορα από τα μικρόβια του εδάφους σε αμμωνιακές και νιτρικές μορφές και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται. Τα αμιδικά λιπάσματα είναι η ουρία (N 46%), το κυαναμίδιο

ασβεστίου- CaCN_2 (N 20%). Η ουρία είναι ένα οργανικό στερεό αζωτούχο λίπασμα. Είναι λευκή κρυσταλλική ουσία και πολύ διαλυτή στο νερό (Zhang, Liu, 2016).

Η ουρία δεν μπορεί να συγκρατηθεί από το κolloειδές του εδάφους, το οποίο είναι αρνητικά φορτισμένο. Η ουρία πρέπει να ωριμάσει με χώμα πριν την εφαρμογή της στο χωράφι (3 ημέρες). Μετά την εφαρμογή της ουρίας στο έδαφος, υφίσταται ενζυματική υδρόλυση για να παραχθεί ασταθές καρβαμικό αμμώνιο και στη συνέχεια σε αμμωνία. Αυτή η αμμωνία μετατρέπεται σε ιόντα NH_4^+ με την αποδοχή ενός πρωτονίου από τον δότη πρωτονίων και στη συνέχεια σχηματίζει NH_4OH .



Λόγω της παραγωγής OH^- , η εφαρμογή ουρίας αυξάνει το pH του εδάφους, το οποίο προκαλεί αλκαλικότητα. Το pH του εδάφους μπορεί να αυξηθεί έως και 9,2. Η ουρία πρέπει να επεξεργάζεται σε μέτρια υγρό έδαφος. Το υγρό έδαφος προκαλεί απώλεια έκπλυσης, ενώ το ξηρό έδαφος ευνοεί την απώλεια εξάτμισης της NH_3 . Σε ουδέτερα, ελαφρώς αλκαλικά και ασβεστούχα εδάφη, οι πιθανότητες σχηματισμού νιτρικών (NO_2^-) είναι περισσότερες από ό,τι σε όξινα εδάφη. Αυτά τα νιτρώδη είναι πολύ τοξικά. Η μετατροπή των νιτρικών σε νιτρικά είναι πολύ αργή λόγω του μικρότερου πληθυσμού μικροβίων. Σε πολύ όξινο έδαφος, η αντίδραση του HNO_2 με το αμιδικό άζωτο της ουρίας μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια στοιχειακού αζώτου (Zakir, Sultana, Saha, 2010).



Η διαφυλλική εφαρμογή ουρίας, μπορεί να είναι εξαιρετικά ευεργετική σε ορισμένες περιπτώσεις για τα φυτά. Αρκετά δημητριακά, λαχανικά και πολυετείς καλλιέργειες ανταποκρίνονται ευνοϊκά τις διαφυλλικές εφαρμογές ουρίας με αυξημένη ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα. Αυτά τα οφέλη μπορεί να περιλαμβάνουν την αύξηση των συγκεντρώσεων αζώτου τις κόκκους, τη μείωση των απωλειών αζώτου μέσω έκπλυσης και απονιτροποίησης και την παροχή αζώτου όταν η πρόσληψη από τις ρίζες είναι περιορισμένη, ωστόσο, τα θρεπτικά συστατικά που εφαρμόζονται στο φύλλωμα, μπορεί να απορροφηθούν απευθείας από τα φυτά (χωρίς ρυθμιστικές επιδράσεις του εδάφους) γι' αυτό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή (Zhang, Liu, 2016).

2.1.3 Λιπάσματα Αργής Αποδέσμευσης

Αναφορικά με τα αζωτούχα λιπάσματα αργής απελευθέρωσης, ουσιαστικά πρόκειται για λιπάσματα που αναπτύχθηκαν πρόσφατα, τα οποία απελευθερώνουν άζωτο στο έδαφος πολύ αργά, ώστε να μπορεί να είναι διαθέσιμο στα φυτά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η χρήση αυτών των υλικών έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη χρήση του εφαρμοζόμενου αζώτου από τα αναπτυσσόμενα φυτά και μειώνει τις απώλειες (Zhang, Liu, 2016). Οι τύποι λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης, αναφέρονται χαρακτηριστικά ως εξής

✓ Αζωτούχος ένωση χαμηλής διαλυτότητας στο νερό: Πρόκειται είτε τα παράγωγα ουρίας με άζωτο σε μεγάλα μόρια, είτε κοκκώδη υδατοδιαλυτά αζωτούχα λιπάσματα εγκλεισμένα σε λεπτή πλαστική μεμβράνη αλλά αργής ή πολύ αργής δράσης ανάλογα με τον τύπο επικάλυψης, εν μέρει με ταχείας δράσης συστατικό.

✓ Επικαλυμμένα λιπάσματα: Τα σχετικά παραδείγματα αναφέρονται σε ουρία με επικάλυψη Neem, ουρία επικαλυμμένη με θείο και ουρία με επικάλυψη Lac. Τα διαλυτά αζωτούχα λιπάσματα μπορούν να προστατεύονται από απώλειες λόγω έκπλυσης ή απονιτροποίησης με μια επίστρωση που λειτουργεί ως φυσικό εμπόδιο. Η επίστρωση εξαλείφει τον κίνδυνο τραυματισμού των φυτών από τη συγκέντρωση

αλατιού. Λόγω της επικάλυψης με πάστα Neem, Lac ή θείο, η ουρία εισέρχεται στο εδαφικό διάλυμα μέσω της διαδικασίας διάχυσης πολύ αργά, και με αυτόν τον τρόπο, παρέχουν άζωτο στα φυτά με ελεγχόμενο ρυθμό ή αργό ρυθμό αλλά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

✓ Ουρία με επικάλυψη Neem: Ένα κιλό λιθανθρακόπισσα διαλύεται σε 2 λίτρα πετρελαίου κηροζίνης, στη συνέχεια το διάλυμα προστίθεται σε 100 kg ουρίας σε περιστροφικό τύμπανο και το περιεχόμενο αναμιγνύεται σταδιακά με αργή περιστροφή του τυμπάνου. Αυτό δίνει μια λεπτή μεμβράνη λιθανθρακόπισσας στους κόκκους ουρίας και λειτουργεί ως γρήγορο αυτοκόλλητο για το κέικ Neem. Τώρα, προστίθενται 20 κιλά ψιλοκομμένο κέικ Neem και ανακατεύονται καλά με το περιεχόμενο.

✓ Για βυθισμένα εδάφη, η επικάλυψη ουρίας με λιθανθρακόπισσα και κηροζίνη (100 kg ουρίας αναμιγνύονται με 2 kg λιθανθρακόπισσα διαλυμένη σε ένα λίτρο κηροζίνης) πριν από την ανάμειξη με κέικ Neem προτιμάται από την απλή ανάμειξη με κέικ Neem. Η επικάλυψη ουρίας με εκχύλισμα Neem (που περιέχει περίπου 5% τριτερπένια Neem) σε ποσοστό 1% είναι ιδανική. Θα πρέπει να στεγνώσει σε σκιά για 1 έως 1,5 ώρα πριν την εφαρμογή σε ρύζι πεδιάδας με λακκούβα με απευθείας σπόρους αυξάνει την απόδοση χρήσης αζώτου. Η πάστα Neem περιέχει αλκαλοειδή, τα οποία αναστέλλουν τις δραστηριότητες των νιτροποιητικών βακτηρίων, ως αποτέλεσμα, ο ρυθμός νιτροποίησης ελαχιστοποιείται και η απώλεια αζώτου από την έκπλυση μειώνεται.

✓ Ουρία με επικάλυψη θείου: Στη διαδικασία επικάλυψης, μεμονωμένοι κόκκοι ανόργανων λιπασμάτων επικαλύπτονται με πολυμερείς μεμβράνες θείου. Όταν τέτοιοι κόκκοι έρχονται σε επαφή με νερό ή υγρό χώμα, το νερό περνά μέσα από τη μεμβράνη. Το στοιχειακό θείο, το οποίο ενσωματώνεται στο έδαφος κατά μήκος των λιπασμάτων, οξειδώνεται από S-οξειδωτικούς οργανισμούς σε θειικό οξύ προκαλώντας μειωμένη δραστηριότητα των νιτροποιητικών βακτηρίων. Η επικάλυψη θείου των κόκκων ουρίας, μειώνει τόσο τη διαλυτότητα της ουρίας όσο και την τοξικότητά της που προκαλείται από βαρύ επίδεσμο. Η ουρία επικαλυμμένη με θείο ή λακ είναι κατάλληλη όταν το έδαφος είναι πιθανόν σε διαλείπουσες πλημμύρες και σε καταστάσεις όπου η διαχείριση του νερού είναι δύσκολη. Αυτό είναι πιο κατάλληλο για άμεση σπορά.

2.2 Σημασία του Αζωτούχου Λιπάσματος Βραδείας Αποδέσμευσης στη Φυτική Παραγωγή

Τα λαχανικά προσλαμβάνουν συνεχώς θρεπτικά συστατικά. Είναι ωφέλιμο να τους παρέχουν μια ισορροπία θρεπτικών συστατικών καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους. Μερικές φορές, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να επιτευχθεί αυτό το γεγονός, είναι η εφαρμογή λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης, τα οποία είναι σχεδιασμένα να απελευθερώνουν θρεπτικά συστατικά για μια σχετικά μεγάλη περίοδο.

Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης περιέχουν ένα ή περισσότερα φυτικά απαραίτητα στοιχεία. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν από τον τρόπο με τον οποίο απελευθερώνονται αυτά τα στοιχεία. Οι κύριοι τύποι θρεπτικών ουσιών απελευθερώνονται από υλικά που διαλύονται αργά από τα οποία απελευθερώνεται το άζωτο από μικροοργανισμούς και από κοκκώδη υλικά με μεμβράνες από ρητίνη ή θείο που ελέγχει τον ρυθμό απελευθέρωσης θρεπτικών ουσιών από τους κόκκους στο έδαφος.

Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης δεν χρειάζεται να εφαρμόζονται τόσο συχνά όσο άλλα λιπάσματα και μεγαλύτερες ποσότητες μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς κίνδυνο καύσης. Τα φυτικά φυτά μπορούν να χρησιμοποιούν το άζωτο σε λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης πιο αποτελεσματικά από ό,τι σε άλλες μορφές, επειδή απελευθερώνεται συνεχώς για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι στα συμβατικά λιπάσματα. Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης είναι γενικά πιο ακριβά από άλλα είδη. Το πραγματικό όφελος είναι η μειωμένη συχνότητα εφαρμογής για υλικά βραδείας αποδέσμευσης (Zhang, Liu, 2016).

2.3 Λιπάσματα Καλίου

Αυτού του είδους τα λιπάσματα προέρχονται κυρίως από γεωλογικά κοιτάσματα αλατούχου και παρασκευάζονται από ορυκτά και μεταλλεύματα. Αν και τα μη επεξεργασμένα υλικά χαμηλής ποιότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας, η περισσότερη χρήση λιπασμάτων γίνεται πλέον με τη μορφή

προϊόντων υψηλότερης συγκέντρωσης, τα οποία είναι όλα υδατοδιαλυτά και ταχείας δράσης. Η περιεκτικότητα σε κάλιο των λιπασμάτων καλίου συνήθως εκφράζεται ως οξειδίο του καλίου (K_2O), που αναφέρεται ως ποτάσα. Τα εμπορικά λιπάσματα είναι άλατα του καλίου συνήθως χλωριούχα και θειικά, τα οποία είναι διαλυτά, επομένως, άμεσα διαθέσιμα στα φυτά (Zhang, Liu, 2016).

Σε χλωριούχο κάλιο ή μουρικό κάλιο (K_2O 40-60%), οι χαμηλότερες ποιότητες παρέχουν νάτριο εκτός από K_2O , με ή χωρίς μαγνήσιο. Το θειικό κάλιο (K_2O 50%) για καλλιέργειες ευαίσθητες στο Cl , π.χ. πατάτες και καπνός. Το θειικό κάλιο μαγνήσιο, επίσης γνωστό ως θειικό άλας ποτάσας μαγνησίας ή Patentkali, π.χ. 40% (40% K_2O).

Πρόσφατα, αρκετά βιομηχανικά υπολείμματα που περιέχουν K , π.χ., σκόνη φίλτρου, έχουν αναπτυχθεί για χρήση ως μορφές βραδύτερης δράσης, ειδικά όπου είναι επιθυμητό να αποφευχθεί η απώλεια με έκπλυση. Ως προς τις αντιδράσεις στο έδαφος, τόσο το χλωριούχο όσο και το θειικό είναι διαλυτά στο νερό και κατά την εφαρμογή στο έδαφος ιονίζονται σε ιόντα K^+ , Cl^- και SO_4^- . Το απελευθερωμένο ιόν K^+ από το λίπασμα προσροφάται στα κolloειδή του εδάφους και είναι επίσης διαθέσιμο στο φυτό μέσω της αντίδρασης ανταλλαγής κατιόντων (Zakir, Sultana, Saha, 2010).

Ασβεστώδες και αλκαλικό έδαφος

Στα εδάφη που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε Ca , το SO_4^{-2} διατηρείται πιο έντονα από τα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca . Επιπλέον, το SO_4^{-2} έχει υψηλή δεσμευτική ισχύ από το Cl^- και προσροφάται ισχυρότερα σε μικκύλια αργίλου με προσρόφηση ανιόντων από ότι το Cl^- .

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης πως τα λιπάσματα καλίου πρέπει γενικά να εφαρμόζονται κατά τη σπορά. Τα ιόντα K^+ απορροφώνται στο έδαφος, και έτσι, παραμένουν διαθέσιμα, αλλά σε μεγάλο βαθμό προστατεύονται από την έκπλυση. Ωστόσο, ενδείκνυται η τμηματική εφαρμογή, π.χ. εν μέρει το φθινόπωρο και εν μέρει την άνοιξη, σε αμμώδη εδάφη όπου ενδέχεται να αναμένονται μεγαλύτερες

απώλειες έκπλυσης. Κάποια ακινητοποίηση σε στρώματα πλέγματος αργίλου μειώνει τη διαθεσιμότητα, αλλά η ισχυρή στερέωση σε εντελώς μη διαθέσιμες μορφές περιορίζεται ευτυχώς σε μερικούς ειδικούς τύπους εδάφους. Το ποσοστό χρησιμοποίησης του K στα λιπάσματα είναι περίπου 50-60% κατά τον πρώτο χρόνο (Zhang, Liu, 2016).

Η ποιότητα αποθήκευσης της πατάτας και του καπνού επηρεάζονται αρνητικά από την πλεονάζουσα πρόσληψη χλωρίου. Το θειικό κάλιο (K_2SO_4) προτιμάται για την παραγωγή καπνού υψηλής ποιότητας, καθώς το χλωριούχο κάλιο φαίνεται να επηρεάζει την ποιότητα καύσης του. Σε ορισμένες περιοχές πατάτας, γλυκοπατάτας και εσπεριδοειδών αποφεύγονται οι υψηλές ποσότητες χλωρίου και αντ' αυτού χρησιμοποιείται K_2SO_4 . Το θειικό κάλιο προτιμάται σε ασβεστούχα και αλκαλικά εδάφη. Το SO_4^{2-} συγκρατείται από τα εδάφη πιο έντονα από το Cl^- . Σε εδάφη που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε Ca, τα ιόντα SO_4^{2-} διατηρούνται σε μεγαλύτερο βαθμό από ό,τι σε εδάφη χαμηλής περιεκτικότητας σε Ca, επομένως, η εφαρμογή του K_2SO_4 γενικά θα είναι πιο κατάλληλη σε ασβεστώδες και αλκαλικό έδαφος.

Λιπάσματα δευτερογενών θρεπτικών συστατικών

Αναφέρονται είτε τα λιπάσματα μαγνησίου είναι ταχείας δράσης διαλυτά άλατα (κυρίως θειικά) είτε σε μορφή βραδείας δράσης (η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά μπορεί να εκφράζεται είτε σε Mg είτε σε MgO).

Λιπάσματα μαγνησίου ταχείας δράσης

- ✓ Θειικό μαγνήσιο με τη μορφή αλάτων Epsom (Mg 10%) ή κισερίτη (Mg 16%)
- ✓ Θειικό κάλιο μαγνήσιο ή λιπάσματα N-Mg
- ✓ Λίπασμα μαγνησίου αργής δράσης
- ✓ Ανθρακικά άλατα μαγνησίου (δολομιτικός ασβέστης)

Ο ρυθμός χρήσης και η πιθανή απώλεια έκπλυσης του υδατοδιαλυτού μαγνησίου, είναι παρόμοια με το κάλιο. Για τα εδάφη που χρειάζονται ασβέστιο, η φθηνότερη πηγή μαγνησίου είναι ο ασβέστης που περιέχει μαγνήσιο, του οποίου

έναν υψηλό ρυθμό εφαρμογής μπορεί να εξασφαλίσει καλή παροχή μαγνησίου για αρκετά χρόνια χωρίς επιβλαβή επίδραση.

Θείο: Η αυξανόμενη συχνότητα ανεπάρκειας θείου, ειδικά σε καλλιέργειες με υψηλές απαιτήσεις, όπως η ελαιοκράμβη και τα όσπρια, έχει αυξήσει σημαντικά τη χρήση θειούχων λιπασμάτων. Τα υδατοδιαλυτά θειικά, π.χ. θειικό κάλιο ή θειικό μαγνήσιο (S18%), είναι πιο αποτελεσματικά για τη θεραπεία αναπτυσσόμενων καλλιεργειών, όπως επίσης και το θειικό αμμώνιο (S24%) όπου η οξινιστική του δράση μπορεί να προσφέρει πρόσθετο όφελος. Τύποι βραδύτερης δράσης όπως ο καθαρός γύψος (S18%) ή το υποπροϊόν θειικό ασβέστιο υπερφωσφορικού (S14%) θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εάν η έκπλυση δημιουργεί πρόβλημα. Το κίτρινο στοιχειακό θείο (S100%) μπορεί να εφαρμοστεί είτε σε μορφή σκόνης είτε ως επικάλυψη σε ουρία επικαλυμμένη με θείο (S 10-20%). Και οι δύο, υδατοδιαλυτές και βραδύτερης δράσης μορφές είναι κατάλληλες για εφαρμογή κατά τη σορά.

Ασβέστιο: Το ασβέστιο εφαρμόζεται μόνο εκτός από την ασβέστη σε περιπτώσεις σίγουρης ανεπάρκειας. Πηγές που δεν αυξάνουν το pH, είναι (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008):

Λιπάσματα ασβεστίου ταχείας δράσης

- ✓ Χλωριούχο ασβέστιο, στερεό ή σε διάλυμα
- ✓ Συστατικά ασβεστίου των διαφυλλικών ψεκασμών
- ✓ Λιπάσματα ασβεστίου αργής δράσης όπως ο γύψος

Η εφαρμογή στο έδαφος, αν και απλή, είναι συχνά απογοητευτική λόγω της περιορισμένης μετατόπισης εντός του φυτού. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι προτιμότερος ο ψεκασμός με τα φύλλα.

Μικροθρεπτική διατροφή

Λιπάσματα - Εκτός από τις ευρέως αναγνωρισμένες περιοχές φυσικών ελλείψεων μικροθρεπτικών συστατικών (Πίνακας 7), πρέπει να δοθεί προσοχή στην πιθανότητα να γίνουν κρίσιμοι ελάχιστοι παράγοντες καθώς άλλοι κρίσιμοι

παράγοντες τροποποιούνται και τα επίπεδα απόδοσης αυξάνονται. Μπορούν να εφαρμοστούν είτε ως μονοθερπτικά λιπάσματα είτε ως συμπληρώματα σε μακροθρεπτικά λιπάσματα. Η πιο γρήγορη και συνηθισμένη μέθοδος διόρθωσης των ελλείψεων είναι η διαφυλλική εφαρμογή.

Σίδηρος: Συνήθως εφαρμόζεται ως διαφυλλικός ψεκασμός με τη μορφή χηλικών ενώσεων όπως Fe-EDTA (Fe 9%) ή Fe-EDDHA (Fe 6%). Για εφαρμογή στο έδαφος, το τελευταίο έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πιο σταθερό σε ουδέτερα εδάφη.

Μαγγάνιο: Η έλλειψή του εμφανίζεται κυρίως σε ελαφρώς όξινα έως ουδέτερα εδάφη. Τόσο το θειικό μαγγάνιο (Mn 24-32%) όσο και το Mn-EDTA (Mn 13%) είναι υδατοδιαλυτά και ταχείας δράσης και είναι κατάλληλα για εφαρμογή στο φύλλωμα ή στο έδαφος. Τα οξείδια του μαγγανίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο αύξησης των αποθεμάτων του εδάφους. Έμμεση βελτίωση της παροχής του εδάφους μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων που οξινίζουν.

Ψευδάργυρος: Συνήθως εφαρμόζεται σε ανεπαρκείς καλλιέργειες ως διαφυλλικός ψεκασμός θειικού ψευδαργύρου, π.χ. Zn 23% ή χηλικό Zn, π.χ. Zn-EDTA. Για εφαρμογή εδάφους συνιστάται ψευδάργυρος σε αναλογία 5-10 kg/στρέμμα.

Χαλκός: Η έλλειψή του μπορεί πιο εύκολα να διορθωθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα με εφαρμογή εδάφους 5 kg/στρέμμα χαλκού ως θειικός ή οξείδιο του χαλκού κ.λπ. Τα χηλικά άλατα ή ο εξουδετερωμένος θειικός χαλκός (Cu 25%) είναι κατάλληλα για διαφυλλικό ψεκασμό σε καλλιέργειες με έλλειψη χαλκού.

Βόριο: Οι ανάγκες του ποικίλλουν ευρέως ανάλογα με την καλλιέργεια. Ως προφυλακτική θεραπεία για καλλιέργειες με υψηλές απαιτήσεις, συνιστάται η εφαρμογή του βόρακα στο έδαφος (B 11% ή 22%), το ποσοστό ανάλογα με την καλλιέργεια (B 0,5-2,0 kg/ha) αλλά δεν πρέπει να χορηγείται περισσότερο από αυτό που χρειάζεται για αυτό καλλιέργεια προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος ενός επιζήμιου πλεονάσματος που θα επηρεάσει μια επόμενη καλλιέργεια με χαμηλές απαιτήσεις. Μια καλύτερη κατανομή μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση του βορίου με τη μορφή φωσφορικών ή πολυθρεπτικών λιπασμάτων. Τα πολυβορικά

φαίνεται να είναι ανώτερα από τον βόρακα για διαφυλλική εφαρμογή σε περίπου 1 kg/ha.

Μολυβδαίνιο: Απαιτείται μόνο σε πολύ μικρές ποσότητες, δηλαδή 0,5-1,0 kg/ha Mo για εφαρμογή στο έδαφος υδατοδιαλυτού μολυβδαινικού νατρίου ή μολυβδαινικού αμμωνίου (Mo 40-50%) λιγότερο από 100 g/ha Mo για διαφυλλική εφαρμογή.

3^ο Κεφάλαιο

3.1 Χημικά Στοιχεία Θρέψης των Φυτών

Τα φυτά απαιτούν 14 βασικά θρεπτικά συστατικά από τα οποία τα μακροθρεπτικά άζωτο (N) και τα μέταλλα κάλιο (K), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), φώσφορος (P) και θείο (S) υπάρχουν στους φυτικούς ιστούς σε σχετικά μεγάλες ποσότητες. Αντίθετα, τα ανόργανα μικροθρεπτικά συστατικά είναι συνήθως παρόντα σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο έδαφος και συχνά πρέπει να συσσωρεύονται έναντι απότομων κλίσεων συγκέντρωσης. Αν και γενικά χαμηλή, η διαθεσιμότητα του εδάφους σε θρεπτικά μπορεί να κυμαίνεται πολύ τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο λόγω παραγόντων όπως η βροχόπτωση, η θερμοκρασία, ο άνεμος, ο τύπος του εδάφους και το pH του εδάφους (Maathuis, 2009).

Η διαθεσιμότητα των μακρο- και μικροθρεπτικών αποτελεί σημαντικό ζήτημα για τη προσαρμοστικότητα των φυτών, ενώ τα επηρεάζει σε μοριακή επίπεδο. Ανεπάρκεια θρεπτικών ή πλεόνασμά τους οδηγεί στην εμφάνιση μορφολογικών και λειτουργικών προσαρμογών ώστε να εξισορροπηθεί η πρόσληψή τους. Περίσσειά τους οδηγεί σε αποθήκευσή τους στο κενοτόπιο, ενώ ανεπάρκειά τους οδηγεί σε εξάντληση των αποθεμάτων του κενοτοπίου ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις (Maathuis, 2009).

3.2 Άζωτο (N)

Περίπου το 75% της ατμόσφαιράς μας αποτελείται από N. Ωστόσο, η εξαιρετικά σταθερή μορφή του ατομικού N (N_2) δεν είναι διαθέσιμη στα φυτά. Τόσο οι ελεύθεροι ζωντανοί όσο και οι συμβιωτικοί μικροοργανισμοί είναι ικανοί να αφομοιώσουν το ατμοσφαιρικό N_2 με τη μορφή NH_4^+ που μπορεί να απορροφηθεί άμεσα από τα φυτά ή να μετατραπεί σε NO_3^- από βακτήρια νιτροποίησης. Η προτιμώμενη μορφή στην οποία λαμβάνεται το N εξαρτάται από τις συνθήκες του εδάφους και τα είδη των φυτών.

Σε γενικές γραμμές, τα φυτά που προσαρμόζονται σε χαμηλό pH τείνουν να προσλαμβάνουν NH_4^+ . Σε υψηλότερο pH και σε πιο αερόβια εδάφη, το NO_3^- είναι η κυρίαρχη μορφή. Τόσο το NO_3^- όσο και το NH_4^+ είναι ιδιαίτερα ευκίνητα στο έδαφος. Αντίθετα, οι οργανικές ενώσεις N, όπως τα αμινοξέα, είναι πολύ λιγότερο ευκίνητες, αλλά υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι αυτές μπορούν επίσης να σχηματίσουν σημαντικές πηγές N (Jamtgard et al., 2008). Σε μη αερόβιες συνθήκες, το NH_4^+ είναι συχνά η επικρατέστερη μορφή του ανόργανου N (Παπαγεωργίου, 2021).

Το άζωτο πρέπει να οξειδωθεί στην 3+ κατάσταση σθένους. Δύο σημαντικά ένζυμα, η νιτρική αναγωγή και η νιτρώδης αναγωγή διασφαλίζουν ότι η επικρατούσα μορφή στην οποία το N λαμβάνεται (NO_3^-) μετατρέπεται σε αμμώνιο.

Η πρωταρχική λειτουργία του N είναι να παρέχει αμινομάδες σε αμινοξέα. Το N, επίσης, χρησιμοποιείται σαν δομικό συστατικό των νουκλεοτιδίων όπου εμφανίζεται ενσωματωμένο στη δομή δακτυλίου των βάσεων πουρίνης και πυριμιδίνης. Τα νουκλεοτίδια αποτελούν τα συστατικά των νουκλεϊκών οξέων, αλλά έχουν επίσης πολλές σημαντικές λειτουργίες από μόνα τους, όπως στην ενεργειακή ομοιόσταση, τη σηματοδότηση και τη ρύθμιση της πρωτεΐνης. Επιπλέον, το N είναι απαραίτητο στη βιοχημεία πολλών μη πρωτεϊνικών ενώσεων, όπως συνένζυμα, φωτοσυνθετικές χρωστικές, δευτερογενείς μεταβολίτες και πολυαμίνες (Παπαγεωργίου, 2021).

3.3 Φώσφορος (P)

Πάνω από το 90% του εδαφικού P είναι δεσμευμένο και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από φυτά. Ένα άλλο μέρος του αδιάλυτου P, το «ασταθές κλάσμα», ανταλλάσσεται με το διάλυμα του εδάφους. Ο ανόργανος P (P_i) που απελευθερώνεται μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά. Ωστόσο, αυτή η απελευθέρωση είναι εξαιρετικά αργή και έτσι η ανεπάρκεια P είναι ευρέως διαδεδομένη. Η χαμηλή διαθεσιμότητα P σημαίνει ότι σε γεωργικά περιβάλλοντα, ο

φώσφορος συμπληρώνεται με μεγάλες ποσότητες φωσφορικού λιπάσματος που προέρχεται από φωσφορικά πετρώματα (Παπαγεωργίου, 2021).

Σε αντίθεση με το N και το θείο (S), ο P παραμένει στην οξειδωμένη του μορφή. Ως ανόργανος P είτε βρίσκεται ως διαλυτός Pi (ορθοφωσφορικό), είτε ως PP (πυροφωσφορικό). Ο οργανικός P συνδέεται κυρίως με υδροξυλομάδες σακχάρων και αλκοολών μέσω εστεροποίησης (Marschner, 1996). Εναλλακτικά, ο Pi συνδέεται με άλλες φωσφορικές ομάδες μέσω πυροφωσφορικών δεσμών (Παπαγεωργίου, 2021).

Ο σχηματισμός και η διάσπαση του πυροφωσφορικού δεσμού είναι ένας από τους κεντρικούς μηχανισμούς στην ομοιοστασία της κυτταρικής ενέργειας: το ATP απελευθερώνει ενέργεια περίπου 50 kJ/mol, ο πυροφωσφορικός δεσμός του υδρολύεται. Το ATP είναι, επίσης, η βάση πολλών οδών, όπως εκείνων για τη σύνθεση νουκλεϊκών οξέων. Παρόμοια φωσφονουκλεοτίδια πλούσια σε ενέργεια είναι τα UTP, CTP και GTP που όλα παίζουν ρόλο στο μεταβολισμό των νουκλεϊκών οξέων. Το UTP είναι, επίσης, ένα δομικό στοιχείο σχηματισμού σακχαρόζης, αμύλου και κυτταρίνης, ενώ το CTP δρα ως πλούσια σε ενέργεια ένωση κατά τη διάρκεια της βιοσύνθεσης των φωσφολιπιδίων (Maathuis, 2009).

Δεδομένου ότι τα τριφωσφορικά νουκλεοτίδια αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του DNA και του RNA, ο P είναι ένα απαραίτητο συστατικό των νουκλεϊκών οξέων. Σε αυτά τα μακρομόρια ο Pi λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ κάθε νουκλεοτιδικής βάσης συνδέοντας τα C3 και C5 δύο παρακείμενων ριβοζών μέσω εστεροποίησης. Μια δεύτερη περιοχή όπου ο P παίζει δομικό ρόλο είναι στις κυτταρικές μεμβράνες (Mitsuhashi et al., 2005).

Οι μεμβράνες αποτελούνται σε μεγάλο βαθμό από φωσφολιπίδια όπου ο Pi συνδέει το τμήμα λιπόφιλης γλυκερόλης-λιπαρού οξέος με το υδρόφιλο τμήμα χολίνης του λιπιδίου. Το αρνητικό φορτίο στην φωσφορική ομάδα καθιστά αυτό το τμήμα του λιπιδίου έντονα υδρόφιλο και ως εκ τούτου βοηθά τον σωστό

προσανατολισμό στη μεμβράνη. Τα αρνητικά φορτία αντισταθμίζονται με ηλεκτροστατική δέσμευση δισθενών κατιόντων, ιδίως του Ca^{2+} .

Η αναστρέψιμη φωσφορυλίωση πρωτεΐνης είναι ένας από τους πιο εξέχοντες μηχανισμούς για τη ρύθμιση της πρωτεϊνικής δραστηριότητας και μεσολαβείται από τη δράση των κινασών που μεταφέρουν P_i σε Ser ή Thr υπολείμματα πρωτεϊνών και φωσφατασών που απελευθερώνουν P_i . Τέτοιες αντιδράσεις είναι συνήθως πολύ ειδικές χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες κινάσες ή φωσφατάσες και ελέγχονται αυστηρά στο χώρο και στο χρόνο (Maathuis, 2009).

Ο ουσιαστικός ρόλος του P σε πολλές πτυχές του κυτταρικού μεταβολισμού είναι, επίσης, εμφανής από τις μεγάλες ποσότητες P που αποθηκεύονται σε σπόρους για να επιτρέψουν την ανάπτυξη του εμβρύου, τη βλάστηση και την ανάπτυξη των σπορόφυτων. Ο P αποθηκεύεται τυπικά σε κενά αποθήκευσης πρωτεΐνης ως εξαφωσφορική ινοσιτόλη (IP_6). Το IP_6 ή το φυτικό οξύ είναι ένας εξαιρετικός χηλικός παράγοντας κατιόντων και έτσι περιέχει το μεγαλύτερο μέρος των κατιοντικών μετάλλων που βρίσκονται σε σπόρους όπως Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ (Maathuis, 2009).

Η έλλειψη P προκαλεί ταχεία μείωση των ρυθμών φωτοσύνθεσης. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε πολλά από τα ενδιάμεσα στάδια κατά τη στερέωση άνθρακα που περιλαμβάνουν φωσφορικά σάκχαρα. Έτσι, η ζήτηση του φωσφόρου είναι υψηλή και κανονικά πληρούται από τον μετατοπιστή τριοφωσφορικούστο περίβλημα του χλωροπλάστη (Παπαγεωργίου, 2021).

3.4 Θείο (S)

Η μεγαλύτερη ποσότητα θείου (S) βρίσκεται σε ανηγμένη μορφή στα αμινοξέα κυστεΐνη και μεθειονίνη. Στην κυστεΐνη, το S εμφανίζεται στην ομάδα σουλφυδρυλίου ($-\text{SH}$ ή θειόλης) που μπορεί να υποστεί αναστρέψιμη οξείδωση και, συνεπώς, το σχηματισμό ενός ομοιοπολικού δεσμού $-\text{S} - \text{S}-$ εάν υπάρχει δεύτερη

ομάδα –SH. Ο σχηματισμός και η διάσπαση αυτών των γεφυρών S επηρεάζουν τη δομή της τριτοταγούς και τεταρτογενούς πρωτεΐνης και, επομένως, τη δραστηριότητα της πρωτεΐνης (Maathuis, 2009).

Η παραγωγή γλουταθειόνης χρησιμεύει ως κινητός φορέας ανηγμένου θείου, αλλά η γλουταθειόνη δρα επίσης ως γενικό ρυθμιστικό οξειδοαναγωγής, για παράδειγμα ως αναγωγικό στην αποτοξίνωση ROS (Foyer et al., 2007). Ένας τρίτος ρόλος του ανόργανου S είναι στα σουλφολιπίδια. Αυτά συνήθως βρίσκονται σε μικρή αναλογία σε χλωροπλαστικά θυλακοειδή. Το γιατί οι μεμβράνες των φωτοσυνθετικών μεμβρανών απαιτούν τέτοια λιπίδια δεν είναι απολύτως σαφές, αλλά έχει προταθεί ότι είναι απαραίτητες για τη σταθεροποίηση των συστατικών του φωτοσυστήματος (Ramani et al., 2004). Ωστόσο, τα επίπεδα σουλφολιπιδίων δεν είναι στατικά. Η ανεπάρκεια φωσφόρου μπορεί να αυξήσει αυτό το κλάσμα: οι μη ειδικές φωσφολιπάσες και οι φωσφατάσες είναι υπεύθυνες για την αποικοδόμηση των φωσφολιπιδίων για να αυξήσουν τον αφομοιωμένο Pi, ενώ ταυτόχρονα η μεταγραφή της σουλφολιπιδικής συνθετάσης SQD1 αυξάνεται γρήγορα ως απάντηση στην μείωση των επιπέδων Pi (Maathuis, 2009).

Η τοξικότητα S είναι σπάνια, αλλά μπορεί να εμφανιστεί σε αλατούχα εδάφη με υψηλά επίπεδα αλάτων SO_4^{2-} . Το ατμοσφαιρικό SO_4^{2-} που προέρχεται από τη βιομηχανία και την καύση άνθρακα συχνά φτάνει σε επίπεδα πολύ πάνω από 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό μπορεί να είναι επιβλαβές ιδιαίτερα για τα δασικά δέντρα που θα παρουσιάσουν ζημιά κάθε φορά που τα επίπεδα υπερβαίνουν τα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Maathuis, 2009).

3.5 Κάλιο (K)

Το κάλιο (K^+) χρειάζεται για μεταβολικές αντιδράσεις λόγω της ικανότητάς του να ενεργοποιεί πληθώρα ενζύμων. In vitro, η ενεργοποίηση του ενζύμου εμφανίζεται παρουσία δραστηριότητας 50-80 mM K^+ , μια τιμή που συμφωνεί με

αυτές που προσδιορίζονται για το κυτταροπλασματικό K^+ (Britto and Kronzucker, 2008).

Η σύνδεση του K^+ με τα ένζυμα είναι στην αφυδατωμένη του μορφή, πιθανώς μέσω συντονισμού με έξι οξυγόνα που μπορεί να προέρχονται από ομάδες καρβοξυλίου, καρβονυλίου και υδροξυλίου και από μόρια νερού. Μια τέτοια σύνδεση είναι πολύ επιλεκτική για το K^+ και δεν μπορεί να υποκατασταθεί από άλλα παρόμοια ιόντα, όπως Na^+ ή Li^+ . Συγκεκριμένα ένζυμα που έχουν αποδειχθεί ότι ενεργοποιούνται από το K^+ περιλαμβάνουν ισομορφές κεντοπικής PPase που συσσωρεύουν πρωτόνια στον κενό αυλό και εξαρτώνται αυστηρά από το K^+ . Επιπλέον, πολλά ένζυμα που εμπλέκονται στον C-μεταβολισμό, όπως η πυροσταφυλική κινάση, η φωσφοφρουκτοκινάση και η συνθάση αμύλου ADP-γλυκόζης δείχνουν εξάρτηση από το K^+ (Maathuis, 2009).

Η κατάσταση του φυτού μπορεί επίσης να επηρεάσει τον μεταβολισμό των φυτών μέσω μεταγραφικής και μετα-μεταγραφικής ρύθμισης των μεταβολικών ενζύμων. Η συσσώρευση αναγωγικών σακχάρων και εξάντληση οργανικών οξέων και αρνητικά φορτισμένων αμινοξέων έχουν επίσης περιγραφεί ως άμεσες συνέπειες της ανεπάρκειας K^+ (Amtmann et al., 2008).

Ο κυρίαρχος ρόλος του K^+ στην ομοιόσταση του νερού είναι εμφανής σε διαδικασίες όπως η μεταφορά διαλυμένης ουσίας με πίεση στο ξύλωμα και το φύλλωμα, τα υψηλά επίπεδα συσσώρευσης K^+ του κενού και οι μεγάλες ροές του K^+ που μεσολαβούν στην κίνηση των φυτών. Ένα παράδειγμα περιλαμβάνει αλλαγές στο στόμιο μέσω της πρόσληψης και απελευθέρωσης της παροχής K^+ κι επομένως επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ομοιόσταση του φυτικού νερού (Mahouachi et al., 2006).

3.6 Ασβέστιο (Ca)

Η κύρια λειτουργία του ασβεστίου (Ca^{2+}) είναι δομική και οι δευτερεύοντες λειτουργίες του είναι σαν αγγελιοφόρος σήματος. Το Ca^{2+} συμπλέκεται εύκολα με

αρνητικές ομάδες οργανικών ενώσεων, όπως φωσφορικά και καρβοξυλικά φωσφολιπίδια, πρωτεΐνες και σάκχαρα. Αυτό εντοπίζεται κυρίως στα τοιχώματα των φυτικών κυττάρων όπου τα μικροϊνίδια κυτταρίνης συνδέονται διασταυρωμένα με γλυκάνες και πηκτίνες. Οι καρβοξυλικές ομάδες από αντίθετες πηκτίνες μπορούν να συντονιστούν ηλεκτροστατικά από το Ca^{2+} που, επομένως, προσδίδει ακαμψία στα κυτταρικά τοιχώματα (Παπαγεωργίου, 2021).

Το Ca^{2+} παίζει ανάλογο ρόλο στις κυτταρικές μεμβράνες όπου το Ca^{2+} συντονίζεται με φωσφορικές ομάδες από φωσφολιπίδια. Αυτή η συμπλοκοποίηση εμφανίζεται κυρίως στην εξωτερική όψη της μεμβράνης πλάσματος. Η αφαίρεση της μεμβράνης Ca^{2+} ή η αντικατάστασή της με άλλα κατιόντα θέτει σε κίνδυνο γρήγορα την ακεραιότητα της μεμβράνης. Το τελευταίο μέρος εξηγεί τις βλαβερές συνέπειες του άλατος και γιατί τα βαρέα μέταλλα, όπως ο χαλκός προκαλούν κυτταρική διαρροή ηλεκτρολυτών (Maathuis, 2009).

Δεδομένου ότι το Ca^{2+} σχηματίζει εύκολα αδιάλυτα άλατα με θειικά και φωσφορικά άλατα, η ελεύθερη συγκέντρωση Ca^{2+} στο κυτταρόπλασμα διατηρείται εξαιρετικά χαμηλή στα 100 nM περίπου. Αυτό καθιστά το Ca^{2+} ιδανικό δευτερεύοντα αγγελιοφόρο και ένα ευρύ φάσμα ερεθισμάτων έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί γρήγορες αλλαγές στο ελεύθερο κυτταρολυμάτων Ca^{2+} σε φυτά που περιλαμβάνουν αποκρίσεις σε βιοτικό και αβιοτικό στρες, ρύθμιση των στομάτων και βλάβη στα φυτικά μέρη (Maouchi et al., 2006).

3.7 Μαγνήσιο (Mg)

Το μαγνήσιο (Mg^{2+}) είναι πιθανότατα περισσότερο γνωστό για την κεντρική του θέση στο μόριο της χλωροφύλλης όπου συντονίζεται ομοιοπολικά με τέσσερα άτομα αζώτου από τον δακτύλιο πορφυρίνης. Η εισαγωγή Mg^{2+} στην πρωτοπορφυρίνη πραγματοποιείται από το ένζυμο Mg-χαλετάση αποτελούμενο από αρκετές υπομονάδες που ανήκουν στην υπεροικογένεια πρωτεϊνών AAA (ATPases που σχετίζονται με διάφορες κυτταρικές δραστηριότητες). Πρόσφατα έχει

σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην αποκάλυψη της βιοχημείας αυτής της σημαντικής διαδικασίας που δείχνει ότι η πορφυρίνη προκαλεί διαμορφωτικές αλλαγές στην υπομονάδα BchH που ενδεχομένως παρέχουν τη στρέβλωση του δακτυλίου πορφυρίνης που είναι απαραίτητη για την απομόνωση του Mg^{2+} στη μοριακή δομή (Ankele et al., 2007).

Είναι ενδιαφέρον ότι η ίδια η πρωτοπορφυρίνη είναι ένα σημαντικό στοιχείο σήματος στην ανάπτυξη των χλωροπλαστών: συσσωρεύεται σε πλαστίδια κατά τη διάρκεια του στρες και επηρεάζει αρνητικά τη μεταγραφή των φωτοσυνθετικών γονιδίων. Το Mg^{2+} έχει περαιτέρω καθοριστικούς ρόλους στη φωτοσύνθεση, ιδιαίτερα στην ικανότητά του να προάγει τις φωτεινές αντιδράσεις στο στρώμα. Η αντίληψη του φωτός και της επακόλουθης μεταφοράς ηλεκτρονίων οδηγεί στη συσσώρευση H^+ στον θυλακοειδή αυλό. Ο προκύπτων διαχωρισμός φορτίου αντισταθμίζεται με ροή Mg^{2+} από τον θυλακοειδή αυλό στο στρώμα (Maathuis, 2009).

Η πλειονότητα του κυτταρικού Mg^{2+} έχει ρόλους ως συμπράγοντες ενζύμων και στη σταθεροποίηση των νουκλεοτιδίων και των νουκλεϊκών οξέων. Ο πιο σημαντικός τύπος ενζυμικών αντιδράσεων όπου το Mg^{2+} είναι απαραίτητο, είναι εκείνοι που σχετίζονται με τη μεταφορά ενέργειας και τη φωσφορυλίωση/αποφωσφορυλίωση. Μεγάλο μέρος της ενέργειας του κυττάρου αποθηκεύεται στους δεσμούς υψηλής ενέργειας των εστέρων και πυροφωσφορικών των φωσφοσακχάρων και των ενώσεων διφωσφορικών και τριφωσφορικών, όπως το ADP και το ATP. Η απελευθέρωση αυτής της ενέργειας από ένζυμα, όπως φωσφοτρανσφεράσες και ATPάσες απαιτεί την παρουσία Mg^{2+} που σχηματίζει μια «γέφυρα» μεταξύ των ατόμων οξυγόνου δύο παρακείμενων φωσφορικών ομάδων και ενός ατόμου αζώτου στην καταλυτική πρωτεΐνη (Maathuis, 2009).

Το Mg^{2+} συνδέεται, επίσης, εύκολα με τα νουκλεϊκά οξέα. Κατά συνέπεια, οι θερμοκρασίες τήξης του DNA είναι σημαντικά υψηλότερες παρουσία Mg^{2+} . Στο RNA, το Mg^{2+} έχει παρόμοιους ρόλους και βοηθά στη διατήρηση της δευτερογενούς

δομής. Έτσι, η γονιδιακή μεταγραφή και μετάφραση εξαρτώνται καθοριστικά από επαρκή επίπεδα Mg^{2+} (Misra and Draper, 2000).

3.8 Χλώριο (Cl)

Το χλώριο (Cl^-) αποτελεί ένα ευεργετικό θρεπτικό ιόν για τα ανώτερα φυτά. Η συγκέντρωση του Cl^- στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από το υλικό του πετρώματος, τις εναποθέσεις αερομεταφερόμενου Cl^- μέσω π.χ. βροχόπτωσης ή σε εισροές μέσω λίπανσης ή άρδευσης με νερά που περιέχουν Cl^- (Raven, 2017). Η μέση συγκέντρωση Cl^- στα εδάφη είναι $0,10 \text{ gkg}^{-1}$ εδάφους και προσροφάται ελάχιστα στα σωματίδια του εδάφους δεδομένου πως είναι πολύ υδατοδιαλυτό κι ευκίνητο στο εδαφικό διάλυμα (Παπαγεωργίου, 2021).

Τα περισσότερα γλυκοφυτικά φυτά (φυτά που αναπτύσσονται μόνο σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα) περιέχουν $1-20 \text{ mg } Cl^- \text{ g/dw}$. Ωστόσο, συμπτώματα ανεπάρκειας παρατηρούνται μόνο σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Τα όρια για ανεπάρκεια εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της καλλιέργειας. Όμως, σε σπάνιες περιπτώσεις η ανεπάρκεια Cl^- παρατηρείται όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των υδροπονικών καλλιεργειών όπου ανεπάρκειά του οδηγεί σε χλώρωση και νέκρωση. Αν και το Cl^- έχει υψηλή κινητικότητα στο φυτό, τα συμπτώματα έλλειψης Cl^- παρατηρούνται γενικά για πρώτη φορά στα νεαρά φύλλα (Παπαγεωργίου, 2021).

4° Κεφάλαιο

4.1 Καλλιεργητικές και Αναπτυξιακές Απαιτήσεις του Καρότου ως Λαχανικό

Τα καρότα μπορεί να είναι ένα ιδιαίτερο λαχανικό με σκοπό να αναπτυχθούν σωστά και για να παραχθεί ένα ιδανικό προϊόν για την αγορά. Για να παραχθεί μια καλλιέργεια καρότου ως εμπορεύσιμο προϊόν, πρέπει να καλλιεργηθεί σε δροσερό περιβάλλον (50 έως 77oF). Η θερμοκρασία επηρεάζει τον ρυθμό των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στα καρότα και τη χρήση φωτοσυνθετικών προϊόντων, τα οποία έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη της καλλιέργειας του (Zhang, Liu, 2016).

Μέτριες θερμοκρασίες ημέρας και σχετικά χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες προτιμώνται κατά τη διάρκεια του σχηματισμού της ρίζας. Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας, έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τη συσσώρευση υδατανθράκων στα καρότα (Zhang, Liu, 2016). Ο ζεστός καιρός είναι αποδεκτός μόνο στα πρώτα στάδια της καλλιεργητικής διαδικασίας. Εάν οι θερμοκρασίες μειωθούν κάτω από τους 50oF, αυτό θα προκαλέσει την ανάπτυξη του καρότου σε στάσιμο επίπεδο, επηρεάζοντας αρνητικά την ανάπτυξη του φυλλώματος στην καλλιέργεια καρότου.

Εάν οι θερμοκρασίες αυξηθούν στα μέσα των 80oF, μπορεί να εμφανιστεί η ανάπτυξη ανεπιθύμητων γεύσεων στα καρότα. Επί του παρόντος, διεξάγονται μελέτες για τη διαμόρφωση μιας νέας φυλής ποικιλίας καρότου που θα υποστηρίξει την ανάπτυξη σε θερμότερα κλίματα και σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Αυτό είναι σημαντικό για να επιτραπούν αλλαγές στις καλλιέργειες ενόψει της κλιματικής αλλαγής (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

Μια άλλη μεταβλητή που επηρεάζει την ποιότητα μιας καλλιέργειας καρότου, είναι ο τύπος του εδάφους. Τα ιδανικά εδάφη για την ανάπτυξη του καρότου, είναι τα αμμώδη και αργιλώδη εδάφη. Αυτό το είδος εδάφους επιτρέπει στο νερό να ρέει ομαλά μέσω του εδάφους, επιτρέποντας ομοιόμορφη διασπορά

του σε ολόκληρη την καλλιέργεια καρότου, καθώς και επιτρέποντας στις ρίζες να το *σπρώχνουν* γρήγορα και αποτελεσματικά μέσα από το έδαφος. Είναι σημαντικό να μην υγραίνεται το έδαφος κατά την ανάπτυξη του καρότου. Τα βαριά αργιλώδη εδάφη αναγκάζουν την καλλιέργεια του καρότου να αποκτήσει άμορφο σχήμα και να καθυστερήσει την ανάπτυξη (Zhang, Liu, 2016).

Όταν προσθέεται λίπασμα στο έδαφος, είναι απαραίτητο να λιπανθεί μόνο κατά τα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης του καρότου, όπου τα εδάφη που έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο θα προκαλέσουν διχαλώσεις του καρότου, μια ανεπιθύμητη οπτική και παραγωγική πτυχή. Τα καρότα απαιτούν μια τακτική ρουτίνα ποτίσματος για την πρόληψη της ακανόνιστης ανάπτυξης και των ασθενειών. Το πολύ νερό στο έδαφος μπορεί να *πνίξει* το φυτό, σταματώντας την παροχή αέρα.

Το υπερβολικό νερό μπορεί επίσης να προκαλέσει σήψη της ρίζας της καλλιέργειας, οδηγώντας σε ένα *άρρωστο* φυτό. Η έλλειψη νερού στο έδαφος επηρεάζει επίσης αρνητικά την ανάπτυξη της ρίζας. Οι συνθήκες ξηρασίας ασκούν μεγάλη πίεση στην καλλιέργεια, η οποία επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη του καρότου, κατά τη διάρκεια διαφορετικών αναπτυξιακών σταδίων. Εάν το φυτό καρότο υποβληθεί σε συνθήκες ξηρής ανάπτυξης στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας, μπορεί να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να αναπτύξει η καλλιέργεια μολύνσεις.

Η ξηρασία δεν επηρεάζει μόνο την υγεία και την ποιότητα της καλλιέργειας του καρότου, αλλά επηρεάζει και την απόδοση. Αυξημένη ξηρασία σε φυτό καρότου, μειώνει σημαντικά την απόδοση. Η ποιότητα μιας καλλιέργειας καρότου επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον στο οποίο καλλιεργείται. Τα καρότα θα έχουν την καλύτερη ανάπτυξη και παραγωγή ριζών όταν καλλιεργούνται σε ιλύ, αργιλώδη εδάφη, με κανονικό μοτίβο ποτίσματος (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

4.2 Η Θρέψη των Ατόμων με το Λαχανικό του Καρότου και Οφέλη των Θρεπτικών Συστατικών του

Τα καρότα είναι ένα δημοφιλές λαχανικό στις μέρες μας, λόγω των πολλών διατροφικών πλεονεκτημάτων που παρέχουν. Τα καρότα κατατάσσονται στη 10η θέση για τη διατροφική τους αξία μεταξύ 39 φρούτων και λαχανικών (Zhang, Liu, 2016). Τα καρότα περιέχουν καροτενοειδή, φλαβονοειδή, πολυακετυλένια, βιταμίνες, μέταλλα και το ιχνοστοιχείο μολυβδαίνιο. Το μολυβδαίνιο είναι ένα απαραίτητο διατροφικό συστατικό των καρότων επειδή σπάνια βρίσκεται στα λαχανικά και βοηθά στο μεταβολισμό των λιπών και των υδατανθράκων καθώς επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του σιδήρου (Zakir, Sultana, Saha, 2010).

Τα καρότα είναι επίσης μια εξαιρετική πηγή διαιτητικών ινών. Οι φυτικές ίνες είναι ένα κρίσιμο μέρος μιας υγιεινής διατροφής. Οι φυτικές ίνες μπορούν να βρεθούν σε πολλά φρούτα και λαχανικά και μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση ενός υγιούς βάρους και στη μείωση του κινδύνου καρδιακών παθήσεων. Τα καροτενοειδή και οι βιταμίνες που βρίσκονται στα καρότα δρουν ως αντιοξειδωτικά, αντικαρκινογόνα και ενισχυτικά του ανοσοποιητικού (Zhang, Liu, 2016).

Τα καροτενοειδή είναι οι κίτρινες, πορτοκαλί και κόκκινες φυτοχημικές ουσίες που βρίσκονται στα περισσότερα καρότα. Τα καροτενοειδή είναι κύρια πηγή διατροφικής βιταμίνης Α και παρέχουν αντιοξειδωτική δράση. Είναι ευεργετικά για την πρόληψη σημαντικών προβλημάτων υγείας, όπως ο καρκίνος και οι καρδιαγγειακές παθήσεις. Η αναγνώριση των πολλών πλεονεκτημάτων των καρότων για την υγεία από τους καταναλωτές έχει συμβάλει στην ταχεία αύξηση της δημοτικότητας των καρότων στη διατροφή.

Τα καρότα περιέχουν μια μεγάλη ποικιλία ενώσεων που συνεργάζονται για να βελτιώσουν τη συνολική υγεία ενός ατόμου παρέχοντας προληπτικούς και προστατευτικούς παράγοντες. Οι βιταμίνες και τα μέταλλα που παρέχονται από τα

καρότα προάγουν τη μακροζωία. μειώνουν τον κίνδυνο χρόνιων παθήσεων, καρκίνου, καρδιακών παθήσεων και εγκεφαλικού (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

Τα καρότα έχουν επίσης συνδεθεί με την παροχή σε οφέλη ψυχικής υγείας. Οι άνθρωποι που καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες φρούτων και λαχανικών, είναι λιγότερο καταθλιπτικοί, πιο χαρούμενοι και πιο ικανοποιημένοι με τη ζωή τους. Τα καρότα είναι μια καλή πηγή αντιοξειδωτικών που βοηθούν στην εξάλειψη των ελεύθερων ριζών και στην πρόληψη του καρκίνου. Είναι γεμάτα βιταμίνες και μέταλλα που συμβάλλουν στην καλή υγεία των ματιών, στην ανάπτυξη των οστών, στην παραγωγή ενέργειας και στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιακών παθήσεων. Τα καρότα παρέχουν μια ολοκληρωμένη πληθώρα πλεονεκτημάτων για την υγεία. Αυτά τα οφέλη για την υγεία είναι ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους η δημοτικότητα των καρότων στη διατροφή έχει αυξηθεί τόσο σημαντικά τα τελευταία 15 χρόνια (da Silva Dias, 2014).

Τα καρότα περιέχουν ένα ευρύ φάσμα βιταμινών, όπως βιταμίνη C, K, θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2), πυριδοξίνη (B6) και φολικό οξύ (B9) (da Silva Dias, 2014). Όλες αυτές οι βιταμίνες είναι ευεργετικές για τη γενική υγεία ενός ατόμου. Η βιταμίνη C προάγει την απορρόφηση του μη αιμικού σιδήρου και είναι επίσης απαραίτητη για την καταπολέμηση των λοιμώξεων. Η βιταμίνη K είναι απαραίτητη για την προώθηση της πήξης του αίματος.

Η θειαμίνη (B1) στη διατροφή έχει ευεργετικές επιδράσεις στο νευρικό σύστημα. Η ριβοφλαβίνη (B2) είναι απαραίτητη για την κυτταρική αναπνοή και το σχηματισμό ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η πυριδοξίνη (B6) αναστέλλει τον σχηματισμό ομοκυστεΐνης και μειώνει τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων. Το φυλλικό οξύ (B9) μειώνει επίσης τα επίπεδα ομοκυστεΐνης, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο καρδιακών προσβολών. Ο ρόλος των B6 και B9 στη μείωση των επιπέδων ομοκυστεΐνης είναι ευεργετικός για την υγεία ενός ατόμου, καθώς τα υψηλά επίπεδα ομοκυστεΐνης έχουν συνδεθεί με τον αυξημένο κίνδυνο σκλήρυνσης των αρτηριών που προκαλείται από τη συσσώρευση λιπαρών πλακών (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008).

Τα καροτενοειδή και οι ανθοκυανίνες που βρίσκονται στα μωβ καρότα, είναι οι κύριες αντιοξειδωτικές χρωστικές. Τα επίπεδα καροτενοειδών στα καρότα έχουν αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες λόγω των σύγχρονων και βελτιωμένων μεθόδων αναπαραγωγής (da Silva Dias, 2014). Τα αντιοξειδωτικά που αναφέρονται επίσης ως ανθοκυανίνες, είναι μια ομάδα φυσικών φυτοχρωμάτων που ανήκουν στην φλαβονοειδή ομάδα πολυφαινόλων.

Οι ανθοκυανίνες που βρίσκονται στα μωβ καρότα, μπορούν να εξουδετερώσουν τις επιδράσεις των ελεύθερων ριζών, έχουν την ικανότητα να μειώνουν το οξειδωτικό στρες, μπορούν να αποκαταστήσουν την οξειδοαναγωγική ομοιόσταση στο ανθρώπινο σώμα και μπορούν να ασκήσουν αντικαρκινογόνο δράση (da Silva Dias, 2014). Κάθε μία από αυτές τις προστατευτικές ιδιότητες που βρίσκονται στις ανθοκυανίνες μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κινδύνου ανάπτυξης καρκίνου και στη μείωση της φλεγμονής στο σώμα. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των ανθοκυανινών στα καρότα προσθέτει οφέλη για την υγεία που κάνουν το καρότο πιο επιθυμητό στους καταναλωτές.

Οι φαινολικές ενώσεις είναι αντιοξειδωτικά που μπορούν να βρεθούν στα καρότα. Αυτές οι φαινολικές ενώσεις έχουν την ικανότητα να καθαρίζουν δραστικά είδη οξυγόνου και ηλεκτρόφιλα, επιτρέποντάς τους να αναστέλλουν τη νιτρίωση και να σχηματίζουν χηλικά ιόντα μετάλλων. Η μαμάΗ πλειοψηφία της αντιοξειδωτικής δράσης στα καρότα προέρχεται από αυτές τις φαινολικές ενώσεις (Zhang, Liu, 2016).

Οι αντιοξειδωτικές δοκιμασίες έχουν καθορίσει ότι η υψηλότερη ποσότητα φαινολικών ενώσεων μπορεί να βρεθεί στη φλούδα του καρότου σε σύγκριση με τους ιστούς του φλοιώματος (Zakir, Sultana, Saha, 2010). Η φλούδα του καρότου παρέχει το 54,1% των συνολικών φαινολικών που υπάρχουν σε ένα καρότο, ο ιστός του φλοιώματος παρέχει το 39,5% και ο ιστός του ξυλώματος περιέχει το 6,4% της φαινολικής δραστηριότητας. Τα περισσότερα καρότα τρώγονται χωρίς τη φλούδα γιατί κατά την προετοιμασία των καρότων για σαλάτες ή για συσκευασία στα

καταστήματα, οι κατασκευαστές θεωρούν τη φλούδα ως απόβλητο λόγω της πικρής γεύσης της.

Η χρήση της φλούδας ή η διατήρηση της φλούδας του καρότου κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως χρήση προστιθέμενης αξίας στη βιομηχανία μεταποίησης. Η εισαγωγή του «Baby Carrot» προκάλεσε μια έξαρση στη δημοτικότητα των καρότων στα σούπερ μάρκετ το 1997 (da Silva Dias, 2014). Για να παραχθεί ένα baby carrot, τα καρότα συλλέγονται όταν το καρότο είναι ακόμα μικρό, στη συνέχεια διαμορφώνονται και κόβονται σε κομμάτια μεγέθους μπουκιάς χρησιμοποιώντας μηχανές. Η κατανάλωση ωμών καρότων πλήρους μεγέθους θα παρέχει υψηλότερα επίπεδα φαινολικών ενώσεων ανά μερίδα στη διατροφή σε σύγκριση με τα baby carrots.

Τα κίτρινα, πορτοκαλί και κόκκινα καρότα περιέχουν καροτενοειδή και έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε προβιταμίνη Α και β καροτίνη. Η βιταμίνη Α και το β καροτένιο είναι ευεργετικά για την αποκατάσταση της υγείας των ματιών και έχουν υψηλή βιοδιαθεσιμότητα στα καρότα (da Silva Dias, 2014). Το β καροτένιο μετατρέπεται σε βιταμίνη Α, η οποία βοηθά στην προστασία του κερατοειδούς των ματιών. Η υψηλή βιοδιαθεσιμότητα της β-καροτίνης και της βιταμίνης Α στα καρότα επιτρέπει την καλύτερη χρήση αυτών των θρεπτικών συστατικών στο σώμα. Το κίτρινο καρότο περιέχει λουτεΐνη, η οποία *παίζει* σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της εκφύλισης της ωχράς κηλίδας (da Silva Dias, 2014).

Η εκφύλιση της ωχράς κηλίδας είναι η κύρια αιτία απώλειας όρασης σε άτομα ηλικίας 50 ετών και άνω. Η εκφύλιση της ωχράς κηλίδας προκαλείται από τη φθορά του κεντρικού τμήματος του αμφιβληστροειδούς (Hailu, Seyoum, Dechassa, 2008). Η λουτεΐνη είναι ένα αντιοξειδωτικό που βρίσκεται στο μάτι, προλαμβάνει ή καθυστερεί την εξέλιξη των χρόνιων οφθαλμικών παθήσεων φιλτράροντας μπλε μήκη κύματος φωτός υψηλής ενέργειας και είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση υγιών κυττάρων στα μάτια (Zhang, Liu, 2016).

Οι περισσότερες δυτικές δίαιτες είναι ανεπαρκείς σε λουτεΐνη. Η προσθήκη κίτρινων καρότων στη διατροφή θα βοηθήσει στην παροχή θρεπτικών συστατικών που λείπουν και θα συμβάλει στην προώθηση της καλής υγείας των ματιών και στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης οφθαλμικών παθήσεων που μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια όρασης. Οι επιστήμονες κατάφεραν να προσδιορίσουν ότι οι καταναλωτές προτιμούν τα γλυκά καρότα από τα καρότα με πικρή γεύση σαπουνιού μέσω αισθητηριακών αξιολογήσεων (da Silva Dias, 2014).

Τα γευστικά χαρακτηριστικά των καρότων, προέρχονται από τα επίπεδα των πτητικών τερπενοειδών. Τα αυξημένα επίπεδα τερπενοειδών, δηλαδή α πινένιο, β-πινένιο, γ-τερπινένιο και τερπινολένιο, και η μειωμένη περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι υπεύθυνα για τη σκληρή και λιπαρή γεύση που μπορεί να βρεθεί στα καρότα (da Silva Dias, 2014). Αυτές οι πτητικές ενώσεις υπάρχουν στα φύλλα και τις ρίζες των καρότων και προσδιορίζονται με αέρια χρωματογραφία (Zhang, Liu, 2016). Υπάρχουν περισσότερες από 90 πτητικές ενώσεις που βρίσκονται στα καρότα που τους δίνουν τις χαρακτηριστικές τους γεύσεις (da Silva Dias, 2014).

Οι πτητικές ενώσεις είναι οι πιο σημαντικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την αποδοχή των καταναλωτών (Ulrich, Nothnagel, Schulz, 2015). Η περίπλοκη γεύση που βρίσκεται στα καρότα, οφείλεται σε μεγάλο αριθμό μονοτερπενίων και σесκιτερπενίων. Αυτές οι ενώσεις αποτελούν το 98% της συνολικής πτητικής μάζας (da Silva Dias, 2014). Η συνολική προτίμηση των καρότων από μέρους των καταναλωτών, μπορεί να σχετίζεται με υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων και μειωμένα επίπεδα τερπενοειδών.

Οι πτητικές ενώσεις επηρεάζονται από τον γονότυπο, το έδαφος, το κλίμα και την αποθήκευση και επεξεργασία μετά τη συγκομιδή. Η κατανόηση των πτητικών ενώσεων στα καρότα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της σύνθεσης γεύσης κάθε ποικιλίας καρότου. Οι πληροφορίες σχετικά με τα πτητικά είναι χρήσιμες για τον προσδιορισμό ποιες ποικιλίες καρότου έχουν υψηλότερη συγκέντρωση πτητικών που οδηγούν σε μια γλυκιά γεύση

εσπεριδοειδών και ποιες ποικιλίες έχουν υψηλότερα επίπεδα πτητικών που δημιουργούν μια πικρή γεύση (Zhang, Liu, 2016).

5° Κεφάλαιο

5.1 Ανάλυση και Επεξήγηση των Μέθοδων Λίπανσης της Καλλιέργειας των Καρότων στο Δήμο Τανάγρας

Αναφερόμενοι σχετικά στην ανάλυση αλλά και την επεξήγηση των μεθόδων λίπανσης της καλλιέργειας των καρότων σε μια αμμώδη περιοδή στο δήμο Τανάγρας, θα λέγαμε αρχικά πως περίπου μια εβδομάδα μετά τη φύτευση των σπόρων για το συγκεκριμένο λαχανικό, θα πρέπει ο καλλιεργητής να αρχίσει να σκέφτεται το πότισμα των εν λόγω καλλιεργειών των καρότων.

Τα καρότα χρειάζονται περίπου μια ίντσα νερό την εβδομάδα για να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους. Εάν δεν βρέχει στην περιοχή, θα χρειαστεί ο καλλιεργητής να ποτίσει μόνος του τα συγκεκριμένα καρότα. Θα χρειαστεί ένα αργό, βαθύ μούλιασμα όπου είναι η καλύτερη μέθοδος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας εύκαμπτος σωλήνας εμποτισμού ή ένα σύστημα άρδευσης με σταγόνες, αλλά αυτές οι επιλογές μπορεί να είναι πιο δαπανηρές σε κόστος αλλά σίγουρα πιο αποτελεσματικές σε σύγκριση με άλλες μεθόδους.

Για τα νεαρά σε ηλικία καρότα, πριν αυτά ποτιστούν, θα πρέπει ο καλλιεργητής να σκάψει περίπου 4 ίντσες στο χώμα, δίπλα στα καλλιεργούμενα φυτά. Εάν το έδαφος είναι υγρό, πιθανότατα βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Αν είναι στεγνό, είναι ώρα για πότισμα. Είναι σημαντικό αν το φύλλωμα των καρότων βραχεί. Απλώς θα πρέπει ο καλλιεργητής να φροντίσει να ποτίζει αρκετά αργά, ώστε να μην διαβρωθεί το χώμα. Χρειάζεται να ποτίσει κανείς τα καρότα αρκετά βαθιά, ώστε το κάτω μέρος της ρίζας να λαμβάνει άφθονο νερό. Αρκεί να φανταστεί κανείς ότι ένα καρότο που αναπτύσσεται μπορεί να βρίσκεται 6 ίντσες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Εάν το κάτω μέρος του καρότου δεν έχει αρκετό νερό, πιθανότατα θα παραμορφωθεί ή θα αποτύχει να φτάσει στο πλήρες μέγεθος του.

Καλό είναι τα καρότα να ποτίζονται τις πρώτες πρωινές ώρες. Αυτό θα επιτρέψει σε τυχόν αχρησιμοποίητο νερό να εξατμιστεί από τον απογευματινό ήλιο. Αφού αναδυθούν οι κορυφές των καρότων, μπορεί κανείς να εφαρμόσει ένα λεπτό στρώμα από *σάπια* φύλλα. Αυτά τα *σάπια* φύλλα θα αποτρέψουν την εξάτμιση

πολύ νερού από το έδαφος. Καθώς οι κορυφές των καρότων ψηλώνουν, μπορεί να εφαρμοστεί περισσότερο σάπια φύλλα.

Ως προς την διαδικασία λίπανσης των καρότων, εάν το έδαφος στην εν λόγω περίοδο δεν είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, ίσως χρειαστεί να λιπανθεί για τα καρότα και την συγκεκριμένη καλλιέργεια. Τα καρότα πρέπει να γονιμοποιούνται όταν οι κορυφές έχουν φτάσει τα 3 εκατοστά ψηλά. Ένα λίπασμα κοκκώδους τύπου θα λειτουργήσει καλά, εάν χρησιμοποιείται με μέτρο. Θα πρέπει να επιλεγεί ένα λίπασμα που έχει λιγότερο άζωτο και περισσότερο κάλιο και φωσφορικά στοιχεία όπως το είδος - 0-10-10 ή 5-15-15.

Προσοχή στον κωδικό 3 αριθμών στο σακουλάκι του λιπάσματος. Αυτοί οι τρεις αριθμοί δείχνουν την ποσότητα αζώτου, φωσφορικού και καλίου που περιέχονται στο συγκεκριμένο λίπασμα, αντίστοιχα. Για παράδειγμα, ένα λίπασμα 10-10-10 περιέχει 10% άζωτο, 10% φωσφορικά και 10% κάλιο. Μια σακούλα 5-10-10 θα περιέχει 5% άζωτο, 10% φωσφορικά και 10% κάλιο. Το άζωτο ενθαρρύνει ένα φυτό να παράγει περισσότερο φύλλωμα. Τα φωσφορικά και το κάλιο ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των ριζών. Επειδή τα καρότα είναι ένα λαχανικό με ρίζες που αναπτύσσεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, τα φωσφορικά άλατα και το κάλιο είναι πιο ευεργετικά για την ανάπτυξη του καρότου.

Το λίπασμα θα πρέπει να εφαρμοστεί στο μισό ποσοστό που προτείνει ο κατασκευαστής του. Εάν οι οδηγίες απαιτούν 1 1/2 λίβρα για κάθε 100 τετραγωνικά πόδια, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν από 1/2 έως 3/4 λίβρα. Η υπερβολική ποσότητα λιπάσματος θα έχει ως αποτέλεσμα λιγότερο γευστικά καρότα με διχαλωτές και τριχωτές ρίζες. Αφού εφαρμοστεί το κοκκώδες λίπασμα, θα πρέπει να ποτιστεί αρκετά. Τις περισσότερες φορές, τα υδατοδιαλυτά λιπάσματα (το είδος που αναμιγνύεται με νερό και στη συνέχεια ψεκάζεται στα φυτά) περιέχουν πάρα πολύ άζωτο και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται. Εάν επιθυμεί κανείς να καλλιεργήσει καρότα βιολογικά, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει αρκετό λίπασμα στο έδαφος πριν από τη φύτευση.

Το Λίπασμα Είδους 15-15-15

Το λίπασμα για τις καλλιέργειες στα καρότα, μπορεί να είναι ένας εξαιρετικός καταλύτης για να κάνει το έδαφος και τον κήπο πιο δυνατό, πιο υγιές και πιο όμορφο. Φυσικά, υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη λιπασμάτων με διαφορετικές χρήσεις και εφαρμογές. Ωστόσο, ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενο για τα καρότα, είναι το λίπασμα 15-15-15. Λιπάσματα με αναλογία αζώτου, φωσφόρου και καλίου 15-15-15 χρησιμοποιούνται για την προώθηση της ισχυρής ανάπτυξης των ριζών, του υγιούς φυλλώματος, την ενθάρρυνση της ανθοφορίας και τη βελτίωση της γενικής υγείας των φυτών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα φυτών, όπως λουλούδια, λαχανικά, σπυροφόρα δέντρα, θάμνους μούρων και καλλωπιστικά.

Θεωρείται εξαιρετικό θρεπτικό συστατικό για τα φυτά. Λειτουργεί για τη διατήρηση της συνολικής υγείας του εδάφους και του κήπου και είναι γνωστό ως αποτελεσματικό και αξιόπιστο λίπασμα για διαφορετικά είδη φυτών και δέντρων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι διάσημο μεταξύ των ιδιοκτητών οικιακών κήπων, οι οποίοι επικεντρώνονται στο να έχουν όμορφα λουλούδια στην αυλή τους.

Το λίπασμα 15-15-15 είναι ένας τύπος λιπάσματος αζώτου, φωσφόρου και καλίου που διατίθεται στην αγορά. Θεωρείται μια εξαιρετική επιλογή για να ενισχύσει κανείς την υγεία των καλλιεργειών και να διατηρήσει ακμαίες τις καλλιέργειες του. Το λίπασμα 15-15-15 είναι ένα σύνθετο λίπασμα με τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την υγεία του φυτού σας. Είναι μέρος της ομάδας λιπασμάτων αζώτου, φωσφόρου και καλίου επειδή περιέχει ένα μείγμα αυτών των τριών στατιστικών.

Λίπανση με Άζωτο

Στην εν λόγω περίπτωση επίσης της καλλιέργειας καρότων σε μια αμμώδη περιοχή στο Δήμο Τανάγρας, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και η λίπανση με άζωτο. Ωστόσο, μελέτες σημειώνουν πως ένα από τα πρώτα προβλήματα με την

παραγωγή καρότου σε αμμώδη εδάφη, ήταν η λίπανση. Σε μια αμμώδη περιοχή στη Καλιφόρνια για παράδειγμα, τα καρότα ήταν μεγαλύτερα με $220 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ (Forbes και Westgate, 1963) και ήταν παρόμοια με τις περισσότερες πηγές N (Forbes, 1966).

Στο Όρεγκον, η λίπανση με το στοιχείο N σε $110 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ αύξησε την απόδοση καρότου σε αργιλώδες έδαφος σε μια εποχή, αλλά δεν είχε καμία επίδραση σε μια άλλη (Hemphill and Jackson, 1982). Στο Τέξας, σε αμμώδες αργιλώδες έδαφος, οι αποδόσεις μεγιστοποιήθηκαν με $110 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ (Hipp, 1978). Η λίπανση αργιλώδους αμμώδους εδάφους με 50 έως $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ σε μια μελέτη και 50 έως $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ σε μια δεύτερη οδήγησε σε παρόμοιες αποδόσεις στον Καναδά (Sanderson and Ivany, 1997).

Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών αποκάλυψαν ότι οι απαιτήσεις σε άζωτο σε αμμώδη εδάφη, ήταν τόσο υψηλές όσο $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, αλλά έως και $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ σε αμμοπηλώδη. Οι ερευνητές εστίασαν στις αποκρίσεις της απόδοσης του καρότου στη γονιμοποίηση με άζωτο, αλλά σπάνια αξιολόγησαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρότου, όπως οι συγκεντρώσεις σακχάρων ή καροτενοειδών. Η περιεκτικότητα σε καροτενοειδή σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε βιταμίνη A και τα γευστικά συστατικά επηρεάζονται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες (Rosenfeld et al., 1998, Simon et al., 1980, 1982, Simon and Peterson, 1979).

Η λίπανση με άζωτο μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των λαχανικών (Locascio et al., 1984; Mozafar, 1993). Τα υψηλά ποσοστά λίπανσης με άζωτο μείωσαν την περιεκτικότητα σε ξηρή ύλη και τις συγκεντρώσεις σακχαρόζης στα ζαχαρότευτλα (Follett, 1991). Αύξηση της λίπανσης με άζωτο από 170 σε $310 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ άζωτο ενισχυμένης περιεκτικότητας σε διμεθυλοσουλφίδιο (ένωση υπεύθυνη για το άρωμα του μαγειρεμένου γλυκού καλαμποκιού) ανεξάρτητα από την επίδραση στην απόδοση (Wong et al., 1995).

Τα μεγαλύτερα ποσοστά γονιμοποίησης των στοιχείων καλίου, αζώτου και φωσφόρου, οδήγησαν σε μειωμένη συγκέντρωση σακχάρου στα καρότα σε

πειράματα στη Φινλανδία (Evers, 1989c). Η συγκέντρωση καροτίνης στα καρότα αυξήθηκε με την τοποθέτηση σε ταινίες λιπασμάτων φώσφορο και κάλιο, αλλά δεν βελτιώθηκε με την αύξηση του αζώτου από 80 σε 150 kg·ha⁻¹ (Evers, 1989b). Οι αυξανόμενοι ρυθμοί αζώτου συσχετίστηκαν με αυξανόμενες συγκεντρώσεις καροτίνης σε μια μελέτη (Freeman και Harris, 1951), αλλά σε μια άλλη, βρέθηκε η αντίστροφη σχέση (Southards και Miller, 1962).

Λίπανση με Νιτρικό Κάλιο και Θεϊκό Κάλιο

Το λίπασμα με νιτρικό κάλιο στην εν λόγω περίπτωση επίσης της καλλιέργειας καρότων σε μια αμμώδη περιοχή στο Δήμο Τανάγρας, θα πρέπει να χρησιμοποιείται λαμβάνοντας υπόψη την αναλογία και το χρόνο του κύκλου καλλιέργειας των καρότων. Αυτό το λίπασμα είναι ωφέλιμο από το μεσαίο στάδιο της καλλιέργειας μέχρι το στάδιο της ωρίμανσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο με τη μέθοδο στάγδην άρδευσης όσο και με τη μέθοδο με ψεκάσμο με φύλλα. Η συνιστώμενη δόση λιπάσματος μέσω της μεθόδου στάγδην άρδευσης, θα πρέπει να είναι περίπου 1,5 έως 2,5 γραμμάρια λιπάσματος αναμειγμένα με ανά λίτρο νερού λαμβάνοντας υπόψη την καλλιέργεια και τον τύπο του εδάφους.

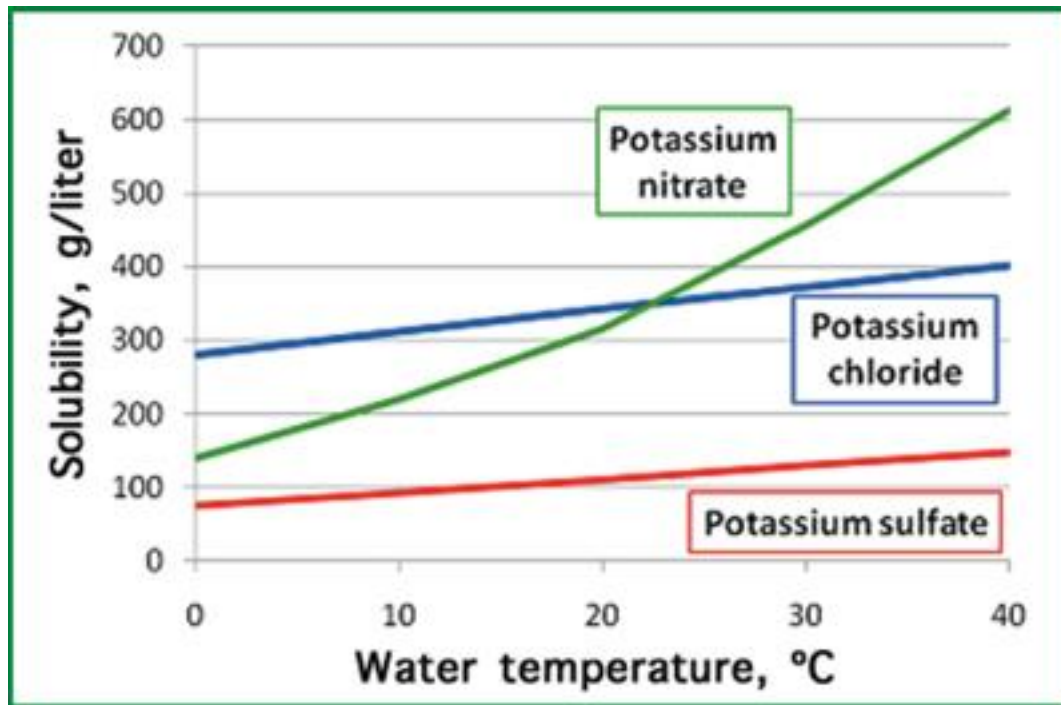
Κατά την εφαρμογή λιπάσματος μέσω της μεθόδου 1,0-1,5gm υδατοδιαλυτού νιτρικού καλίου (13-0-45), πρέπει να αναμινύεται με ανά λίτρο νερού και να χρησιμοποιείται 60-70 ημέρες μετά τη σπορά της καλλιέργειας. Το νιτρικό κάλιο (KNO₃) είναι μια διαλυτή πηγή δύο βασικών βασικών θρεπτικών συστατικών των φυτών. Χρησιμοποιείται συνήθως ως λίπασμα για καλλιέργειες υψηλής αξίας που επωφελούνται από τη διατροφή με νιτρικά (NO₃⁻) και μια πηγή καλίου (K⁺) χωρίς χλωριούχο (Cl⁻).

Οι κατασκευαστές συνήθως παράγουν λίπασμα νιτρικού καλίου (μερικές φορές αναφέρεται ως νιτρικό άλας ποτάσας ή NOP αντιδρώντας χλωριούχο κάλιο (KCl) με μια πηγή νιτρικών. Ανάλογα με τους στόχους και τους διαθέσιμους πόρους, το νιτρικό μπορεί να προέρχεται από νιτρικό νάτριο, νιτρικό οξύ ή νιτρικό αμμώνιο. Το προκύπτον KNO₃ είναι πανομοιότυπο ανεξάρτητα από τη διαδικασία παραγωγής. Το νιτρικό κάλιο πωλείται συνήθως ως υδατοδιαλυτό, κρυσταλλικό

υλικό που προορίζεται κυρίως για διάλυση και εφαρμογή με νερό ή σε μορφή σφαιριδίων για εφαρμογή στο έδαφος. Παραδοσιακά, αυτή η ένωση είναι γνωστή ως άλας.

Οι καλλιεργητές εκτιμούν τη λίπανση με KNO_3 ειδικά σε συνθήκες όπου απαιτείται μια εξαιρετικά διαλυτή, χωρίς χλωριούχα πηγή θρεπτικών συστατικών. Σε τέτοια εδάφη, όλο το N είναι άμεσα διαθέσιμο για πρόσληψη από τα φυτά ως νιτρικό, χωρίς να απαιτείται πρόσθετη μικροβιακή δράση και μετασχηματισμός του εδάφους. Οι καλλιεργητές υψηλής αξίας καλλιέργειες λαχανικών και σπωρώνων προτιμούν μερικές φορές να χρησιμοποιούν μια πηγή διατροφής με βάση τα νιτρικά άλατα σε μια προσπάθεια να ενισχύσουν την απόδοση και την ποιότητα. Το νιτρικό κάλιο στην εν λόγω περίπτωση επίσης της καλλιέργειας καρότων σε μια αμμώδη περιοχή στο Δήμο Τανάγρας, θα περιέχει σχετικά υψηλή αναλογία σε κάλιο, με αναλογία αζώτου προς κάλιο, περίπου ένα προς τρία. Πολλές καλλιέργειες έχουν υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο και μπορούν να αφαιρέσουν τόσο πολύ ή περισσότερο κάλιο από άζωτο κατά τη συγκομιδή.

Οι εφαρμογές του KNO_3 στο έδαφος γίνονται πριν από την καλλιεργητική περίοδο ή ως συμπλήρωμα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Ένα αραιωμένο διάλυμα ψεκάζεται μερικές φορές στο φύλλωμα των φυτών για την τόνωση των φυσιολογικών διεργασιών ή για την αντιμετώπιση των ελλείψεων σε θρεπτικά συστατικά. Η διαφυλλική εφαρμογή του κάλιου κατά την ανάπτυξη των καρπών ωφελεί ορισμένες καλλιέργειες, καθώς αυτό το στάδιο ανάπτυξης συχνά συμπίπτει με υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο κατά τη διάρκεια της μείωσης της δραστηριότητας της ρίζας και της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων. Χρησιμοποιείται επίσης συνήθως για την παραγωγή φυτών θερμοκηπίου και την υδροπονική καλλιέργεια.



Τόσο το άζωτο όσο και το νιτρικό κάλιο, απαιτούνται από τα φυτά για να υποστηρίξουν την ποιότητα της συγκομιδής, τον σχηματισμό πρωτεϊνών, την αντοχή στις ασθένειες και την αποδοτικότητα χρήσης νερού. Επομένως, για να υποστηρίξουν την υγιή ανάπτυξη, οι αγρότες συχνά εφαρμόζουν KNO_3 στο έδαφος ή μέσω του συστήματος άρδευσης κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Το νιτρικό κάλιο αντιπροσωπεύει μόνο ένα μικρό μέρος της παγκόσμιας αγοράς λιπασμάτων. Χρησιμοποιείται κυρίως όπου η μοναδική του σύνθεση και οι ιδιότητές του μπορούν να προσφέρουν συγκεκριμένα οφέλη στους καλλιεργητές. Επιπλέον, είναι εύκολο στον χειρισμό και την εφαρμογή του και είναι συμβατό με πολλά άλλα λιπάσματα, συμπεριλαμβανομένων ειδικών λιπασμάτων για πολλές εξειδικευμένες καλλιέργειες υψηλής αξίας, καθώς και με εκείνα που χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες σιτηρών και ινών. Η σχετικά υψηλή διαλυτότητα του KNO_3 σε θερμές συνθήκες επιτρέπει ένα πιο συμπυκνωμένο διάλυμα από ότι για άλλα κοινά λιπάσματα. Ωστόσο, οι αγρότες πρέπει να διαχειρίζονται προσεκτικά το νερό για να εμποδίζουν τα νιτρικά άλατα να κινούνται κάτω από τη ζώνη της ρίζας.

Το νιτρικό κάλιο είναι ένα είδος λιπάσματος που μεταφέρει δύο σημαντικά θρεπτικά συστατικά για τα φυτά και αυξάνει την απόδοση και την ποιότητα. Περιέχει περίπου άζωτο (N) και 46% κάλιο (K₂O), το οποίο προτιμάται για τα φυτά. Όλο το άζωτο που περιέχει είναι σε μορφή νιτρικού (NO₃) και μπορεί να προσληφθεί από τα φυτά αμέσως. Δεδομένου ότι το νιτρικό (-) είναι ηλεκτρικά φορτισμένο, ενθαρρύνει επίσης την πρόσληψη κάποιων άλλων θρεπτικών συστατικών. Το νιτρικό κάλιο είναι επίσης το καλύτερο αναμεμιγμένο λίπασμα για την ανάμειξη λιπασμάτων και την παρασκευή υγρού λιπάσματος.

Ως προς τα οφέλη του νιτρικού καλίου ως λίπασμα στην εν λόγω περίπτωση της καλλιέργειας καρότων σε μια αμμώδη περιοχή στο Δήμο Τανάγρας, δεδομένου ότι το λίπασμα νιτρικού καλίου δεν περιέχει νάτριο και χλώριο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια σε όλα τα φυτά. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με όλα τα είδη συστημάτων άρδευσης σε λαχανικά. Εξασφαλίζει ομαλή, άφθονη και υψηλής ποιότητας απόδοση προϊόντος. Αυξάνει την ποσότητα και την ποιότητα των φρούτων στα εσπεριδοειδή. Αποτρέπει επίσης την πτώση των καρπών.

Το νιτρικό κάλιο γενικά αυξάνει την αναλογία ξηρής ύλης μειώνοντας τις απώλειες αποθήκευσης. Αυξάνει την ανθοφορία των σκληρών πυρηνόκαρπων, αυξάνει την ποσότητα του καρπού και την ποιότητα των καρπών. Χρησιμοποιείται με ασφάλεια σε όλα τα λουλούδια. Επίσης, επηρεάζει άμεσα την ποιότητα των λουλουδιών με στοιχεία όπως το χρώμα και η απαλότητα. Αυξάνει το προϊόν και την ποιότητα που δίνεται στους αμπελώνες.

Επίσης στην εν λόγω περίπτωση επίσης της καλλιέργειας καρότων σε μια αμμώδη περιοχή στο Δήμο Τανάγρας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα στο θειικό κάλιο είναι ένα σημαντικό θρεπτικό συστατικό για τα φυτά και ειδικότερα για τα καρότα. Το λίπασμα θειικού καλίου περιέχει επίσης 18% θείο σε θειική μορφή. Το θείο είναι ένα σημαντικό θρεπτικό συστατικό, όπως το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο, και βρίσκεται στη δομή των πρωτεϊνών στα φυτά. Το θειικό κάλιο έχει πολλά οφέλη για τα φυτά.

Η έλλειψη καλίου παρατηρείται κυρίως σε αρδευόμενες γεωργίες και σε βροχερές περιοχές. Σε αμμώδη εδάφη που είναι φτωχά σε οργανική ύλη πρέπει να χορηγείται λίπασμα θειικού καλίου. Χρησιμοποιείται κυρίως σε πατάτες, καπνό, λαχανικά, φρούτα, εσπεριδοειδή, όσπρια, καλαμπόκι, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα και θερμοκήπια. Εάν δεν χορηγηθεί σε επαρκή ποσότητα, στα μέρη των πράσινων φύλλων των φυτών διακρίνονται κίτρινες ή καφέ κηλίδες. Το κάλιο εξισορροπεί την αναλογία οξέος-ζάχαρης στα φρούτα, επηρεάζει το χρώμα, αυξάνει τη γεύση και την οσμή και ελαχιστοποιεί το πρόβλημα της πτώσης των φρούτων. Παρέχει αυξημένη αντοχή στον παγετό και το κρύο.

Ως προς τα οφέλη του θειικού καλίου, στην εν λόγω περίπτωση επίσης της καλλιέργειας καρότων σε μια αμμώδη περιοχή στο Δήμο Τανάγρας, αυτά αναφέρονται ως Βοηθά το φυτό να αντέχει στην ξηρασία, το κρύο, τη ζέστη και να αντιστέκεται σε ασθένειες και παράσιτα. Επιτρέπει στα φυτά να χρησιμοποιούν το νερό οικονομικά. Η ουσία αυτή είναι ευεργετική η χρήση θειικού καλίου σε ελαιώδη φυτά όπως η ελιά, ο ηλιάνθος, η κανόλα, το φιστίκι και η σόγια. Επιπλέον, αυξάνει την ποιότητα του άχυρου στα δημητριακά και αποτρέπει την ωοτοκία, η οποία προκαλεί απώλειες απόδοσης.

Το θειικό κάλιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα είδη της γεωργικής παραγωγής. Τόσο το νιτρικό κάλιο όσο και το θειικό κάλιο χρησιμοποιούνται συχνά σε πολλές αφρικανικές χώρες όπως το Μαρόκο, η Αλγερία, η Μπουρκίνα Φάσο, η Σαουδική Αραβία και ο Λίβανος, οι οποίες κατέχουν εξέχουσα θέση στη γεωργική ζωή. Τέλος, ως προς την διαφορά μεταξύ του θειικού καλίου και του νιτρικού καλίου, το θειικό κάλιο έχει περιεκτικότητα σε κάλιο και θειικό άλας. Από την άλλη πλευρά, το νιτρικό κάλιο περιέχει νιτρικό άζωτο, εκτός από κάλιο. Το θειικό κάλιο προτιμάται σε αλκαλικά εδάφη και το νιτρικό κάλιο σε όξινα εδάφη.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, θα λέγαμε πως τα καρότα είναι ένα από τα σημαντικότερα λαχανικά που παράγονται από αγρότες μικρής κλίμακας, επειδή είναι εύκολο να αναπτυχθούν και έχουν μέτριες ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά σε σύγκριση με άλλα λαχανικά. Ωστόσο, οι καλλιεργητικές αποδόσεις καρότου που πραγματοποιούνται από αυτούς τους αγρότες, είναι χαμηλές και κακής ποιότητας.

Οι αγρότες χρησιμοποιούν οργανικά λιπάσματα, όπως κοπριά, καθώς και κομπόστ για να παρέχουν θρεπτικά συστατικά στα λαχανικά, επειδή είναι πιο προσιτά από τα ανόργανα λιπάσματα. Αν και τα καρότα είναι γνωστά ως μεσαίου μεγέθους λαχανικά, εξακολουθούν να απαιτούν γόνιμο έδαφος, που επιτρέπει την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Η εφαρμογή υπερβολικής ποσότητας οργανικών λιπασμάτων προάγει την υπερβολική ανάπτυξη των φύλλων και τις τραχιές, χονδροειδείς και διχαλωτές ρίζες καρότου.

Ωστόσο, άλλοι παράγοντες, όπως το έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο και κακή δομή (συμπυκνωμένο έδαφος), η θερμοκρασία, τα υψηλά ποσοστά αζωτούχων λιπασμάτων και οι ποικίλες συνθήκες υγρασίας του εδάφους, μπορεί επίσης να ευθύνονται για αυτές τις αποκλίσεις της ρίζας. Σύμφωνα με τους Allemann και Young (2002), τα εδάφη στις υγρές περιοχές, είναι φυσικά όξινα, εκπλένονται εύκολα και μπορεί να απαιτούν βαριές εφαρμογές λιπασμάτων. Ως εκ τούτου, συνιστούν η εφαρμογή κομπόστ ή οργανικής κοπριάς να γίνεται στην προηγούμενη καλλιέργεια για να αποφευχθεί η εμφάνιση τριχωτών και χονδροειδών ριζών.

Η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων σε έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο μπορεί να μειώσει την πυκνότητα του εδάφους και επομένως να επιτρέψει στις ρίζες του καρότου να διεισδύσουν στο έδαφος σε βάθος 35-110 cm. Στο αμμώδες έδαφος, η εφαρμογή οργανικού λιπάσματος βελτιώνει τη δομή του εδάφους και επιτρέπει στον ώμο των καρότων να διαστέλλεται με ευκολία. Ο

χρόνος εφαρμογής του οργανικού λιπάσματος είναι σημαντικός, δεδομένου ότι οι μικροοργανισμοί είναι πιο ενεργοί κατά τους θερμότερους μήνες από ό,τι τους πιο ψυχρούς μήνες του χρόνου.

Τέλος, οι χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους (15°C) προκαλούν την αδράνεια των μικροοργανισμών. Σε θερμοκρασίες εδάφους 20°C και υψηλότερες, η οργανική ύλη μεταλλοποιείται και τα φυτικά θρεπτικά συστατικά γίνονται διαθέσιμα στα φυτά. Εκτός από τη χαμηλή θερμοκρασία του εδάφους, το pH του εδάφους επηρεάζει επίσης την πρόσληψη οργανικών θρεπτικών συστατικών.

Βιβλιογραφικές Πηγές

Αγγλική Βιβλιογραφία

Allemann L, Young BW. 1993. *An introduction to vegetable production: nutrition, fertilizers, organic manures and compost making*. Pietermaritzburg: Department of Agriculture and Environmental Affairs.

Allemann L, Young BW. 2002. *Vegetable production guidelines for KwaZulu–Natal*. Pietermaritzburg: Department of Agriculture and Environmental Affairs.

Anon. 2007. Organic farming: carrot production. Note no. AG1091. Melbourne: Department of Environment Primary Industries, Agriculture, State Government of Victoria.

Babik J, Kaniszewski S, Babik I. 2011. The usefulness of vegetable species and cultivars for organic cultivation. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 56(3): 15–19 (Abstract).

Duncan J. 2005. Composting chicken manure. Seattle Tilth. Available at <http://seattletilth.org/learn/resources-1/city-chickens/compostingchickenmanure> [accessed 1 May 2013].

Farina MPW. 1981. The Hunter system of soil analysis. *Fertilizer Society of South Africa Journal* 1: 39–41.

FSSA (Fertilizer Society of South Africa). 2003. *The fertilizer handbook* (5th edn). Lynwood Ridge: Foskor Publisher.

Gutezeit B. 2001. Yield and quality of carrots as affected by soil moisture and N-fertilization. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76: 732–738.

Hailu S, Seyoum T, Dechassa N. 2008. Effect of combined application of organic-P and inorganic-N fertilizers on yield of carrot. *African Journal of Biotechnology* 7: 27–34.

- Hunter A. 1975. New techniques and equipment for routine soil/ plant analytical procedures. In: Borremiza E, Alvarado A (eds), *Soil management in tropical America*. Raleigh: North Carolina State University. pp 467–483.
- Hygrotech. 2008. Production guidelines for carrots. Pretoria: Hygrotech Sustainable Solutions.
- Kristensen HL, Thorup-Kristensen K. 2002. Root depth and nitrogen uptake from deep soil layers in organic vegetable production – a preliminary study. *Acta Horticulturae* 571: 203–208.
- Lampkin NH. 2000. Organic farming. In: Padel S (ed.), *Soil sickness and soil fertility*. Wallingford: CAB Publishing. pp XXXX.
- Maathuis, F. J. (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. *Current opinion in plant biology*, 12(3), 250-258.
- Marais JP, de Wit JL, Quicke GV. 1966. A critical examination of the Nelson–Somogyi method for the determination of reducing sugars. *Analytical Biochemistry* 15: 373–381.
- Mog B. 2007. Effect of organics and biofertilizers on productivity potential in carrot (*Daucus carota* L.). MSc (Agriculture) thesis, Dharwad University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.
- Mufwanzala N, Dikinya O. 2010. Impact of poultry manure and its associated salinity on the growth and yield of spinach (*Spinacea oleracea*) and carrot (*Daucus carota*). *International Journal of Agriculture and Biology* 12: 489–494
- Rubatzky VE, Quiros CF, Simon PW. 1999. *Carrots and related vegetable Umbelliferae*. Wallingford: CABI Publishing.
- SAKATA. 2008. Carrot ‘Kuroda’. SAKATA Seed South Africa (Pty) Ltd. Technical Bulletin Ref. Kuroda (RSA)10/06/08.

- Soil Classification Working Group. 1991. *Soil classification: a taxonomic system for South Africa. Memoirs on the Agricultural Natural Resources of South Africa* no. 15. Pretoria: Department of Agricultural Development. Soil Fertility and Analytical Services. 2004. Fertility advisory service. Pietermaritzburg: KwaZulu-Natal Department of Agriculture.
- Steel RGD, Torrie JH. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach* (2nd edn). New York: McGraw-Hill.
- Sunandarani N, Mallareddy K. 2007. Effect of different organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 20: 686–688.
- Walker GE. 2004. Effects of *Meloidogyne javanica* and organic amendments, inorganic fertilisers and nematicides on carrot growth and nematode abundance. *Nematologia Mediterranea* 32: 181–188.
- Wong JWC, Ma KK, Fang KM, Cheung C. 1999. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bioresource Technology* 67: 43–46.
- Zakir HM, Sultana MN, Saha KC. 2010. Influence of commercially available organic vs inorganic fertilizers on growth yield and quality of carrot. *Journal of Environmental Science and Natural Resources* 5(1): 39–45.

Αγγλική Αρθρογραφία

- Conner TS, Brookie KL, Richardson AC, Polak MA: On carrots and curiosity: Eating fruit and vegetables is associated with greater flourishing in daily life. *Brit J Health Psych* 2015, 20:413-427.
- da Silva Dias JC: Nutritional and Health Benefits of Carrots and Their Seed Extracts. *J Food Nutr* 2014, 05:2147-2156.

- Lee EJ, Yoo KS, Patil BS: Total carotenoid, anthocyanin, and sugar contents in sliced or whole purple (cv. Betasweet) and orange carrots during 4-week cold storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 2011, 52:402-407.
- Lucier G, Lin B-H: Factors Affecting Carrot Consumption in the United States. *Economic Research Service/USDA* 2007:21.
- Saha S, Kalia P, Sureja AK, Sarkar S: Breeding tropical carrots (*Daucus carota*) for enhanced nutrition and high temperature stress. *Indian J Agr Sci* 2016, 86:940-945.
- Sorensen JN, Jorgensen U, Kuhn BF: Drought effects on the marketable and nutritional quality of carrots. *J Sci Food Agr* 1997, 74:379-391.
- Stolarczyk J, Janick J: Carrot: History and Iconography. *Chron Horticult* 2011, 51.
- Zhang H, Liu RH, Tsao R: Anthocyanin-rich phenolic extracts of purple root vegetables inhibit pro-inflammatory cytokines induced by H₂O₂ and enhance antioxidant enzyme activities in Caco-2 cells. *J Funct Foods* 2016, 22:363-375.
- Zhang DL, Hamauzu Y: Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Food Agriculture & Environment* 2004, 2:95-100.
- Ulrich D, Nothnagel T, Schulz H: Influence of cultivar and harvest year on the volatile profiles of leaves and roots of carrots (*Daucus carota* spp. *sativus* Hoffm.). *J Agric Food Chem* 2015, 63:3348-3356.
- Παπαγεωργίου Ε., *Η Επίδραση της Χημικής Λίπανσης στην Ποιότητα των Καρπών Δέντρων και των Λαχανικών*. Τμήμα Γεωπονίας, Κατεύθυνση Φυτικής Παραγωγής. 2021