



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ-ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ,
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΟΥΜΙΝ-ΟΓΛΟΥ ΝΙΝΤΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ-ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ,
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΟΥΜΙΝ-ΟΓΛΟΥ ΝΙΝΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΠΑΧΑΤΖΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2025

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8

3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ	12
3.1 Βοτανική ταξινόμηση του ακτινιδίου	12
3.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά	13
3.3 Ποικιλίες ακτινιδίου	13
3.4 Καλλιεργητικές φροντίδες	13
3.4.1 Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις	13
3.4.2 Φύτευση και υποστύλωση	14
3.4.3 Άρδευση	14
3.4.4 Λίπανση	14
3.4.5 Κλάδεμα	15
3.4.6 Εχθροί και ασθένειες	15
3.4.7 Συγκομιδή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί	16
3.4.8 Αναπαραγωγή και πολλαπλασιασμός	16
3.4.9 Προβλήματα φυσιολογίας και διαταραχές	17
3.5 Προϊόντα μεταποίησης ακτινιδίου	17
3.6 Οικονομική σημασία – Εξαγωγές – Αγορά	17
3.7 Προοπτικές και νέες τεχνολογίες στην καλλιέργεια	18
4. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΦΥΛΛΩΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	18
5. ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΠΩΝ	23
6. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΩΝ	25
6.1 Κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής έρευνας	26
6.2 Μέθοδοι ανάλυσης και αποτελέσματα εδαφών της περιοχής έρευνας	27
6.3 Περίοδος πλήρους ανθοφορίας	28
6.4 Περίοδος καρπόδεσης	28
6.5 Μέση περίοδος ανάπτυξης-πριν από την ωρίμανση των καρπών	29
6.6 Περίοδος συγκομιδής	29
6.7 Χρώμα καρπού	29
7. ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	30

7.1 Συγκέντρωση N στα φύλλα	30
7.2 Συγκέντρωση P στα φύλλα	32
7.3 Συγκέντρωση K στα φύλλα	34
7.4 Συγκέντρωση Ca στα φύλλα	37
7.5 Συγκέντρωση Mg στα φύλλα	39
7.6 Συγκέντρωση Fe στα φύλλα	41
7.7 Συγκέντρωση Cu στα φύλλα	43
7.8 Συγκέντρωση Zn στα φύλλα	45
7.9 Συγκέντρωση Mn στα φύλλα	47
7.10 Συγκέντρωση B στα φύλλα	50
8. ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ (N) ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	52
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	55
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με σκοπό να διερευνηθούν οι επιδράσεις της αυξανόμενης εφαρμογής αζώτου (8-16-24-32 kg N/στρ) και καλίου (0-8-16-24-32-40 kg K₂O/στρ) στην απόδοση και σε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού της ποικιλίας Hayward, καθώς και στην περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία. Σύμφωνα με τα

αποτελέσματα, η απόδοση μειώθηκε με την αύξηση των ποσοτήτων αζώτου, ενώ παρουσίασε γενικά ακανόνιστη αύξηση με την εφαρμογή καλίου. Αν και η υψηλότερη απόδοση επιτεύχθηκε με την εφαρμογή 24 kg N και 40 kg K₂O ανά στρέμμα και τις δύο χρονιές, οι δόσεις των 16 kg N και 32 kg K₂O κρίθηκαν οικονομικά πιο συμφέρουσες, λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση, το βάρος και την ποιότητα του καρπού. Με την εφαρμογή καλίου, η περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα αυξήθηκαν μέχρι ένα ορισμένο επίπεδο και στη συνέχεια μειώθηκαν όταν εφαρμόστηκαν υψηλές δόσεις καλίου. Η περιεκτικότητα σε συνολικές φαινόλες αυξήθηκε κυρίως με την αύξηση των ποσοτήτων αζώτου.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε αυτά τα στοιχεία αυξήθηκε συνήθως με την εφαρμογή αζώτου και καλίου σε αυξανόμενες δόσεις, με την επίδραση να είναι εντονότερη στην εφαρμογή του αζώτου. Οι συγκεντρώσεις μαγγανίου (Mn) και βορίου (B) στα φύλλα αυξήθηκαν σε ορισμένες περιόδους με την εφαρμογή αζώτου. Αντιθέτως, οι συγκεντρώσεις ασβεστίου (Ca), μαγνησίου (Mg) και χαλκού (Cu) στα φύλλα μειώθηκαν σε ορισμένες περιόδους λόγω της εφαρμογής καλίου.

Οι συγκεντρώσεις αζώτου (N), φωσφόρου (P) και καλίου (K) στα φύλλα των καρποφόρων βλαστών μειώθηκαν σταδιακά από την πλήρη άνθηση έως τα μέσα της καλλιεργητικής περιόδου, ανάλογα με τα επίπεδα εφαρμογής των λιπασμάτων N και K. η μείωση αυτή στις συγκεντρώσεις του αζώτου και του καλίου συνεχίστηκε έως τη συγκομιδή, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση στη συγκέντρωση του φωσφόρου. Οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου (Ca), του σιδήρου (Fe) και του μαγγανίου (Mn) αυξήθηκαν κατά κύριο λόγο καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και παρουσίασαν παρόμοια πορεία. Οι συγκεντρώσεις του μαγνησίου (Mg) παρουσίασαν έντονη μεταβλητότητα, με αύξηση από την πλήρη άνθηση έως τη δημιουργία του καρπού και στη συνέχεια αστάθεια. Οι συγκεντρώσεις του χαλκού (Cu) εμφάνισαν κυμαινόμενη τάση με μειώσεις κατά τη διάρκεια της περιόδου, ενώ οι συγκεντρώσεις του ψευδαργύρου (Zn) μειώθηκαν γενικά καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου. Αν και οι συγκεντρώσεις του βορίου (B) μειώθηκαν σε ορισμένες περιπτώσεις κατά τη συγκομιδή, γενικά παρουσίασαν αυξητική και κυμαινόμενη τάση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Κατά τη μέση της καλλιεργητικής περιόδου, οι συγκεντρώσεις των στοιχείων N, P, K και B στα φύλλα των καρποφόρων βλαστών ήταν χαμηλότερες σε σύγκριση με εκείνες των μη καρποφόρων βλαστών, ενώ παρατηρήθηκε το αντίθετο φαινόμενο για τις συγκεντρώσεις των Ca, Mg, Fe, Zn και Mn. Κατά την περίοδο της συγκομιδής, οι συγκεντρώσεις των N και B στα φύλλα των καρποφόρων βλαστών ήταν χαμηλότερες, ενώ οι συγκεντρώσεις των P, K, Ca, Fe και Mn ήταν υψηλότερες σε σύγκριση με εκείνες των μη καρποφόρων βλαστών.

Γενικά, κατά την περίοδο της πλήρους άνθησης, οι συγκεντρώσεις των N, Fe, Zn και Mn στα φύλλα και η απόδοση, οι συγκεντρώσεις των Ca και B και η περιεκτικότητα των καρπών σε συνολικά φλαβονοειδή, καθώς και οι συγκεντρώσεις των P και B και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών, εμφάνισαν αρνητικές συσχετίσεις. Ωστόσο, διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων του Ca και του μέσου βάρους του καρπού. Στους καρποφόρους βλαστούς, κατά τη μέση της καλλιεργητικής περιόδου, παρατηρήθηκαν αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων των P και K και της περιεκτικότητας σε συνολικές φαινολικές ενώσεις, καθώς και μεταξύ των συγκεντρώσεων των

Fe, Zn και Mn και του μέσου βάρους των καρπών. Παρ' όλα αυτά, διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων των Ca, Fe και Zn στα φύλλα και της περιεκτικότητας των καρπών σε βιταμίνη C. κατά την περίοδο της συγκομιδής, στα φύλλα των καρποφόρων βλαστών, παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων Mg στα φύλλα και της σκληρότητας της σάρκας των καρπών, καθώς και γενικά θετικές συσχετίσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων των N, Mg, Zn και Mn και της περιεκτικότητας σε συνολικές φαινολικές ενώσεις.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ακτινίδιο (*Actinidia*) είναι ένα φυτό με καταγωγή από τη Νοτιοανατολική Ασία, το οποίο περιλαμβάνει περισσότερα από 50 είδη. Η πιο ευρέως καλλιεργούμενη ποικιλία για εμπορικούς σκοπούς είναι η *Actinidia deliciosa* <Hayward> (Strik & Cahn, 2000). Επιπλέον, καλλιεργούνται και άλλες ποικιλίες όπως οι *Actinidia chinensis*, *Actinidia kolomikta* και *Actinidia arguta*. Λόγω της υψηλής διατροφικής αξίας, των εξαιρετικών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και των θεραπευτικών ιδιοτήτων του, το ακτινίδιο εξακολουθεί να διαδίδεται με γοργούς ρυθμούς σε ολόκληρο το κόσμο (Pinto & Vilela, 2018). Το ακτινίδιο είναι

λειτουργικά δίοικο φυτό και μορφολογικά διαθέτει άνθη που φέρουν τόσο ύπερο (θηλυκά άνθη) όσο και στήμονες (αρσενικά άνθη). Τα άνθη του χαρακτηρίζονται ως τέλεια (εμπεριέχουν ταυτόχρονα αρσενικά και θηλυκά όργανα) και ερμαφρόδιτα. Το βρώσιμο τμήμα του καρπού είναι το μεσοκάρπιο και ο πλακούντας. Οι ώριμοι καρποί έχουν υψηλά επίπεδα διαλυτών στερεών ουσιών, απαλή υφή, ιδιαίτερη γεύση και ισορροπημένο συνδυασμό γλυκύτητας και οξύτητας. Συνήθως έχουν βάρος 20-70 γραμμάρια, αλλά μπορούν να φτάσουν ακόμη και τα 200 γραμμάρια ή περισσότερο. Οι σπόροι του ακτινιδίου ζυγίζουν περίπου 1,2-1,6 γραμμάρια ανά 1.000 τεμάχια, περιέχουν υψηλά επίπεδα λιπαρών (22-24%, με μέγιστο έως και 36,5%) και 15-16% πρωτεΐνη (Huang, 2016). Το ακτινίδιο καταναλώνεται κυρίως φρέσκο, αλλά χρησιμοποιείται και σε άλλες μορφές, όπως χυμός, ενισχυμένα ποτά, γλυκίσματα, αποξηραμένα ή λυοφιλοποιημένα προϊόντα. Είναι πλούσιο σε βιοδραστικές ενώσεις, όπως βιταμίνη C, βιταμίνη E, φλαβονοειδή και καροτενοειδή, καθώς και σε μέταλλα (Guroo et al., 2017). Επιπλέον, αποτελεί εξαιρετική πηγή αντιοξειδωτικών μορίων, όπως το ασκορβικό οξύ, οι φαινολικές ενώσεις, τα καροτενοειδή και τα τοκοφερόλες (D'Enoli et al., 2015). Το ακτινίδιο είναι επίσης πλούσιο σε φολικό οξύ, κάλιο και φυτικές ίνες. Εκτός από την αντιοξειδωτική του δράση, προσφέρει διάφορα οφέλη, όπως η βελτίωση της γαστρεντερικής λειτουργίας, η μείωση των επιπέδων λιπιδίων στο αίμα και η ανακούφιση δερματικών παθήσεων. Ωστόσο, σε ορισμένα άτομα έχει αναφερθεί ότι προκαλεί αλλεργικές αντιδράσεις (Singletary, 2012). Το ακτινίδιο περιέχει μεγάλες ποσότητες ακτινιδίνης, ένα ένζυμο παρόμοιο με τις πρωτεάσες που βρίσκονται στον ανανά, το σύκο και την παπάγια (Ferguson & Ferguson, 2003).

Το ακτινίδιο μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές όπου ο χειμώνας είναι ήπιος και το καλοκαίρι ζεστό και υγρό. Η ποσότητα των βροχοπτώσεων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλιματικούς παράγοντες για την ανάπτυξη του, καθώς το ακτινίδιο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην έλλειψη νερού. Παράλληλα, δεν μπορεί να αναπτυχθεί σταθερά σε βαριά εδάφη, ενώ σε πολύ αμμώδη εδάφη η ανάπτυξη του παρουσιάζει προβλήματα (Samanci, 1990).

Η ετήσια ανάπτυξη των δέντρων ακτινιδίου σχετίζεται με τις αλλαγές στη θερμοκρασία και την υγρασία. Στην Κίνα (Wuhan), η ανάπτυξη των ετήσιων βλαστών διαρκεί περίπου 170 ημέρες και πραγματοποιείται σε τρεις περιόδους. Η πρώτη περίοδος καλύπτει περίπου 40 ημέρες, από τον σχηματισμό των φύλλων έως την πτώση των ανθέων. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, η ανάπτυξη εξαρτάται κυρίως από τα θρεπτικά συστατικά που έχουν αποθηκευτεί στα δέντρα από την προηγούμενη χρονιά. Εξαιτίας των σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών, η ανάπτυξη είναι αργή και αντιστοιχεί περίπου στο 16% της ετήσιας ανάπτυξης. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, η επιφάνεια των φύλλων μεγαλώνει, η φωτοσύνθεση ενισχύεται και η ανάπτυξη των βλαστών επιταχύνεται σταδιακά. Η δεύτερη περίοδος διαρκεί περίπου 70 ημέρες, από την αρχή της ανάπτυξης των καρπών έως τις αρχές Αυγούστου. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, σημειώνεται ταχεία ανάπτυξη των βλαστών, που αντιστοιχεί περίπου το 70% της ετήσιας ανάπτυξης. Αυτή η φάση ευνοείται από μέτριες θερμοκρασίες και επαρκείς βροχοπτώσεις. Η τρίτη περίοδος εκτείνεται από τα τέλη Αυγούστου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου, διαρκώντας περίπου 60 ημέρες, και χαρακτηρίζεται από επιβράδυνση της ανάπτυξης μέχρι την πλήρη παύση της. Αυτή η φάση αντιστοιχεί στο 14% της ετήσιας ανάπτυξης. Σημειώνεται ότι κατά τις πρώτες 30 ημέρες μετά τον σχηματισμό των φύλλων παρατηρείται γρήγορη ανάπτυξη τους, η οποία στη συνέχεια επιβραδύνεται. Η λίπανση και η άρδευση κατά την περίοδο των φύλλων είναι απαραίτητες για την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας (Huang, 2016).

Το σταθερό μέρος ενός φυτού ακτινιδίου αντιστοιχεί περίπου στο 30% του ξηρού βάρους του πάνω από το έδαφος, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του ζωντανού ιστού αλλάζει από χρόνο σε χρόνο (Ferguson, 1987). Οι ρίζες του ακτινιδίου έχουν μικρότερο όγκο σε σύγκριση με τα υπέργεια όργανα, αλλά είναι πολυάριθμες και σαρκώδεις. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ριζών βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, μέσα στα πρώτα 40 εκατοστά. Παράγουν μεγάλο αριθμό λεπτών ριζών, οι οποίες ανανεώνονται και αυξάνονται γρήγορα (Samanci, 1990). Λόγω της αφθονίας των λεπτών ριζών, το ακτινίδιο εκμεταλλεύεται σε μεγαλύτερο βαθμό τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους. Η πιο ισχυρή και ταχεία ανάπτυξη του σε σύγκριση με άλλα είδη φρούτων απαιτεί μεγαλύτερη προσοχή στη λίπανση. Εξαιτίας της μεγάλης απομάκρυνσης θρεπτικών συστατικών, τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται πιο γρήγορα από ό,τι σε άλλα είδη (Soyergin et al., 2003). Στο ακτινίδιο, η ανάπτυξη των ριζών (λευκές-τριχοειδείς ρίζες) ξεκινά μετά την έναρξη της ανάπτυξης των βλαστών και καρπών. Η πιο έντονη ανάπτυξη των ριζών παρατηρείται προς το τέλος του καλοκαιριού, αφού η ανάπτυξη των καρπών και των βλαστών έχει φτάσει στο μέγιστο επίπεδο της (Von bennewitz et al., 2019).

Η ανάγκη του φυτού για λίπανση καθορίζεται από τη διαφορά μεταξύ της απαιτούμενης ποσότητας θρεπτικών στοιχείων και της ποσότητας αυτών που υπάρχουν στο έδαφος. Κατά τον καθορισμό της ανάγκης λίπανσης λαμβάνονται υπόψη τα παρατηρούμενα συμπτώματα ελλείψεων, οι δοκιμές φυτικού ιστού και τα συνολικά αποτελέσματα ανάλυσης του φυτού (Kacar & Katkat, 2009). Η ανάλυση του φυτού αφορά τη χημική αξιολόγηση των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται στους φυτικούς ιστούς και είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού. Τα στοιχεία αυτά είναι ζωτικής σημασίας για την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του φυτού. Ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O) και το υδρογόνο (H) προέρχονται από την ατμόσφαιρα και το νερό και δεν θεωρούνται περιοριστικοί παράγοντες. Το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg) και το θείο (S) είναι μακροθρεπτικά στοιχεία και απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες. Ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), το βόριο (B), το μολυβδαίνιο (Mo) και το χλώριο (Cl) είναι μικροθρεπτικά στοιχεία και απαιτούνται σε πολύ μικρές ποσότητες. Η τοξικότητα των μακροθρεπτικών στοιχείων είναι εξίσου σημαντική με την ανεπάρκεια τους, καθώς και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να περιορίσει την απόδοση. Οι αναλύσεις φυτών είναι επίσης χρήσιμες στη διάγνωση της τοξικότητας των μικροθρεπτικών στοιχείων (Campbell, 2000). Σε σύγκριση με τις αναλύσεις εδάφους, οι αναλύσεις φυτών προσφέρουν διαφορετικά πλεονεκτήματα για τη διάγνωση, ιδιαίτερα σε φυτά όπως το ακτινίδιο, που έχουν εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Ένα στοιχείο που δεν βρίσκεται στον φυτικό ιστό μπορεί στην πραγματικότητα να είναι παρόν στο έδαφος. Ταυτόχρονα, οι αναλύσεις φυτών αντανακλούν την τρέχουσα κατάσταση ολόκληρης της ζώνης των ριζών. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των αναλύσεων φυτών είναι η δυνατότητα προσδιορισμού όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων (Smith et al., 1987).

Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και των προσδοκιών για τρόφιμα, σε συνδυασμό με τη μείωση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, έχουν οδηγήσει σε μία σταθερή αύξηση της χρήσης λιπασμάτων παγκοσμίως (Shavin, 2001). Η λίπανση με άζωτο (N), φώσφορο (P) και κάλιο (K) αποσκοπεί όχι μόνο στην επίτευξη υψηλής οικονομικής απόδοσης μέσω της βελτίωσης της παραγωγής και της ποιότητας, αλλά και στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Hera, 1995).

Τα τελευταία χρόνια, η κατανάλωση λιπασμάτων παγκοσμίως αυξάνεται ραγδαία, προκαλώντας σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η λίπανση μπορεί να επηρεάσει τη συσσώρευση βαρέων μετάλλων στο έδαφος και στο φυτικό σύστημα. Τα λιπάσματα που απορροφώνται άμεσα από τα φυτά μέσω του εδάφους μπορούν να εισέλθουν στην τροφική αλυσίδα, οδηγώντας έτσι σε ρύπανση του νερού, του εδάφους και της ατμόσφαιρας (Savci, 2012). Στην φυτική παραγωγή, η αποδοτική χρήση των λιπασμάτων που περιέχουν άζωτο (N) αποτελεί σημαντική παράμετρο. Η υπερβολική χρήση τους αυξάνει το κόστος παραγωγής και προκαλεί ρύπανση των υπόγειων υδάτων με νιτρικά, μειώνοντας έτσι την ανάκτηση των θρεπτικών στοιχείων (Drake et al., 2002). Η υπερβολική χρήση λιπασμάτων δεν είναι μόνο σπατάλη, αλλά έχει επίσης τη δυνατότητα να ρυπαίνει τις υδατικές πηγές, ιδιαίτερα μέσω των νιτρικών και άλλων θρεπτικών στοιχείων των φυτών (Weinbaum et al., 1992).

Το άζωτο αποτελεί μέρος της δομής των αμινοξέων που συνθέτουν τις πρωτεΐνες και είναι απολύτως απαραίτητο για τη σύνθεση πρωτεϊνών. Το κάλιο έχει πολύπλευρη επίδραση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, καθώς συμβάλλει στη μεταφορά των αμινοξέων στα σημεία όπου συντίθενται οι πρωτεΐνες, στην ενεργοποίηση ενζύμων και στην εξισορρόπηση του ηλεκτρικού φορτίου. Το άζωτο μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) σε ορισμένα φυτά, ενώ σε άλλα δεν έχει κάποια επίδραση. Αντίστοιχα, το κάλιο επηρεάζει θετικά την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C μέχρι ένα ορισμένο επίπεδο (Karaman, 2012).

Η πρόσληψη καλίου από τα φυτά επηρεάζεται από διάφορους φυτικούς και εδαφικούς παράγοντες. Ένας σημαντικός παράγοντας για τη διάχυση του καλίου προς τις ρίζες είναι η διαφορά στη συγκέντρωση καλίου μεταξύ των κυττάρων στις ρίζες των φυτών και του εδαφικού διαλύματος. Σε εδάφη με παρόμοιο περιεχόμενο ανταλλάξιμου καλίου, διαφορετικά φυτά απορροφούν κάλιο σε διαφορετικές ποσότητες. Τα φυτά με σχετικά χαμηλή ικανότητα κατιονικής ανταλλαγής στις ρίζες τείνουν να απορροφούν περισσότερο κάλιο και λιγότερο ασβέστιο (Kacar & Katkat, 2009).

Στοιχεία όπως το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K) και το μαγνήσιο (Mg) είναι σε έλλειψη, μετακινούνται από τα παλαιότερα φύλλα προς τα νεότερα, ενεργά μέρη του φυτού. Η ανακατανομή αυτών των στοιχείων γίνεται μέσω του φλοιού, γι' αυτό και κατατάσσονται ως στοιχεία κινητά στο φλοιώμα. Συνήθως, τα πιο εμφανή συμπτώματα ανεπάρκειας αυτών των στοιχείων παρατηρούνται στα παλαιότερα φύλλα. Αντίθετα, στοιχεία όπως το βόριο (B), ο σίδηρος (Fe) και ο χαλκός (Cu) δεν ανακατανέμονται σημαντικά υπό συνθήκες έλλειψης και χαρακτηρίζονται ως στοιχεία ακίνητα στο φλοιώμα. Η έλλειψη αζώτου επιβραδύνει σοβαρά την ανάπτυξη της ακτινιδιάς. Τα συμπτώματα της ανεπάρκειας εμφανίζονται αρχικά στα παλαιότερα φύλλα και, καθώς επιδεινώνεται, εξαπλώνονται σταδιακά στα νεότερα φύλλα, επηρεάζοντας τελικά ολόκληρο το φυτό. Αρχικά, το χρώμα των φύλλων αλλάζει από το φυσιολογικό σκούρο πράσινο σε ανοιχτό πράσινο. Όταν η έλλειψη επιδεινωθεί, μπορεί να παρατηρηθεί ομοιόμορφος κιτρινισμός στα επηρεασμένα φύλλα. Ωστόσο, ακόμα και σε περιπτώσεις σοβαρής έλλειψης, οι φλέβες των φύλλων παραμένουν πράσινες (ειδικά στα παλαιότερα φύλλα). Η υπερβολική ποσότητα αζώτου (N) μειώνει γρήγορα της ανάπτυξη της ακτινιδιάς. Τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά στα παλαιότερα φύλλα με τη μορφή ξηρότητας (κάψιμο) ανάμεσα στις φλέβες των φύλλων, η οποία εξαπλώνεται από τις άκρες των φύλλων προς τη φλέβα στο κέντρο. Τα φύλλα των επηρεασμένων φυτών αποκτούν πολύ

πιο σκούρο πράσινο χρώμα από το φυσιολογικό. Καθώς η διαταραχή εξελίσσεται, τα φύλλα χάνουν τον στροβιλισμό τους, γίνονται πολύ χαλαρά και το φυτό αποκτά μια ξεθωριασμένη εμφάνιση. Από αυτή την άποψη, τα συμπτώματα μοιάζουν με εκείνα που παρατηρούνται στην έλλειψη καλίου (K) (Smith et al., 1987).

Το άζωτο, το οποίο έχει σημαντικούς φυσιολογικούς ρόλους στο φυτό, σε περιπτώσεις υπερβολής ή έλλειψης, μειώνει την ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής. Λόγω της χημείας του, δεν μπορεί να συγκρατηθεί στο έδαφος, δεν αποθηκεύεται για χρήση τα επόμενα χρόνια και απαιτείται η εφαρμογή του κάθε χρόνο (Bellitürk et al., 2007). Στη διεθνή γεωργία υπάρχουν προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση του λιπάσματος ουρίας. Ένα από αυτά είναι οι αρνητικές επιπτώσεις στη βλάστηση των σπόρων, την ανάπτυξη των φυτωρίων και την αρχική ανάπτυξη του φυτού (Bremner & Krogmeier, 1988).

Το πρώτο σημάδι έλλειψης καλίου στο χωράφι είναι η αδύναμη ανάπτυξη κατά το στάδιο διόγκωσης των οφθαλμών. Στα δέντρα που επηρεάζονται σοβαρά, τα φύλλα είναι μικρά, με ανοιχτό κίτρινο-πράσινο χρώμα, ενώ στα παλαιότερα φύλλα παρατηρείται οριακή χλώρωση. Όταν η έλλειψη επιδεινώνεται, οι άκρες των παλαιότερων φύλλων αρχίζουν να κατσαρώνουν προς τα πάνω, γεγονός που γίνεται ιδιαίτερα εμφανές κατά τις θερμές ώρες της ημέρας. Στη συνέχεια, οι άκρες των επηρεασμένων φύλλων παραμένουν μόνιμα κυρτωμένες, ενώ οι ιστοί ανάμεσα στις μικρές φλέβες συχνά διογκώνονται προς τα πάνω (Smith et al., 1987).

Τα αζωτούχα λιπάσματα αυξάνουν τη συγκέντρωση καροτίνης και βιταμίνης B1 στα φυτά. Ωστόσο, η υπερβολική χρήση τους αυξάνει τη συγκέντρωση NO₃ στα φυτικά τρόφιμα, ενώ ταυτόχρονα προκαλεί μείωση του ασκορβικού οξέος, το οποίο εμποδίζει τη μετατροπή του νιτρώδους σε καρκινογενές ενώσεις τύπου N-νιτροζο (Mozafar, 1993).

Το ακτινίδιο περιέχει υψηλή ποσότητα νερού (84,4 g ανά 100 g), γεγονός που καθιστά το περιεχόμενο του σε μακροθρεπτικά συστατικά χαμηλό. Περιέχει πολύ μικρή ποσότητα πρωτεΐνης (0,9 g ανά 100 g) και λιπιδίων (0,1 g ανά 100 g), ενώ η ποσότητα των υδατανθράκων φτάνει έως 9 g ανά 100 g (D'Evoli et al., 2015).

Κατά τη συγκομιδή του ακτινιδίου, η περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά στερεά πρέπει να είναι τουλάχιστον 6,5%, ενώ η σκληρότητα της σάρκας του καρπού πρέπει να είναι 14lbf (62,3 Newton). Στο στάδιο της ωρίμανσης για κατανάλωση, η περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά συστατικά πρέπει να φτάνει το 14% και η σκληρότητα να μειώνεται στα 2-3lbf (8,9-13,3 Newton). Οι καρποί που συγκομίζονται αργά διατηρούν τη σκληρότητα τους περισσότερο από αυτούς που συγκομίζονται νωρίτερα, ενώ τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και κατά την ωρίμανση παρουσιάζουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά στερεά (Crisoto, 1999).

3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ

3.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ

Το ακτινίδιο (*Actinidia* spp.) είναι ένα φυλλοβόλο, αναρριχώμενο φυτό, το οποίο κατάγεται από την Κίνα και τις γύρω περιοχές της Ανατολικής Ασίας. Ανήκει στην

οικογένεια Actinidiaceae και περιλαμβάνει περίπου 70 είδη. Τα δύο βασικά καλλιεργούμενα είδη είναι το *Actinidia deliciosa*, που είναι το πιο διαδεδομένο παγκοσμίως, και το *Actinidia chinensis*, το οποίο φέρει καρπούς με κίτρινη σάρκα.

Η βοτανική ταξινόμηση του ακτινιδίου είναι η εξής:

- Βασίλειο: Plantae
- Συνομοταξία: Angiosperms
- Τάξη: Ericales
- Οικογένεια: Actinidiaceae
- Γένος: *Actinidia*
- Είδος: *Actinidia deliciosa*, *Actinidia chinensis*, *Actinidia arguta* κ.ά.

Το γένος *Actinidia* διακρίνεται για τη μεγάλη ποικιλία μορφών και χαρακτηριστικών μεταξύ των ειδών του, τόσο σε μορφολογικά όσο και σε φαινολογικά στοιχεία. Τα είδη ποικίλουν ως προς την αντοχή στο ψύχος, τη διάρκεια ωρίμανσης και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών. (Ferguson & Huang, 2007; FAO, 2021)

3.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το φυτό του ακτινιδίου είναι ξυλώδες, αναρριχώμενο και παρουσιάζει έντονη βλαστική ανάπτυξη. Τα φύλλα του είναι μεγάλα, καρδιόσχημα, με εμφανείς νευρώσεις και έντονη τριχοφυΐα στην κάτω επιφάνεια. Τα άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθίες ή μονήρη, είναι λευκά έως υποκίτρινα και παρουσιάζουν έντονη ευωδία. Η ανθοφορία λαμβάνει χώρα την άνοιξη, και είναι ιδιαίτερα σημαντικό να υπάρχει επικάλυψη μεταξύ της ανθοφορίας των αρσενικών και θηλυκών φυτών για επιτυχή γονιμοποίηση.

Ο καρπός είναι ράγα, συνήθως ωοειδής έως κυλινδρικός, καλύπτεται από χνούδι ή είναι λείος, ανάλογα με το είδος, και το χρώμα της σάρκας κυμαίνεται από πράσινο έως κίτρινο ή και κόκκινο. Η γεύση είναι όξινη έως γλυκιά, και περιέχει μικρούς μαύρους σπόρους διασκορπισμένους ομοιόμορφα στη σάρκα. (Ferguson & Huang, 2007; UCANR, 2018).

3.3 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ

Η πιο διαδεδομένη ποικιλία του είδους *Actinidia deliciosa* είναι η ‘Hayward’, γνωστή για τον μεγάλο καρπό, τη μακρά μετασυλλεκτική διατηρησιμότητα και την καλή προσαρμοστικότητα σε διάφορες κλιματικές συνθήκες. Οι καρποί έχουν χνούδι, πρασινοκίτρινη σάρκα και ελαφρώς όξινη γεύση.

Το *Actinidia chinensis* περιλαμβάνει ποικιλίες όπως οι ‘Hort16A’ και ‘Soreli’, με λεία επιδερμίδα, κίτρινη σάρκα και γλυκιά γεύση, αλλά είναι πιο ευπαθείς σε παγετούς. Το *Actinidia arguta* είναι λιγότερο διαδεδομένο εμπορικά, αλλά παρουσιάζει αυξανόμενο ενδιαφέρον λόγω των μικρών καρπών του που καταναλώνονται με τη φλούδα, χωρίς ανάγκη αποφλοιώσης. (Ferguson & Huang, 2007; FAO, 2021).

3.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

3.4.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το ακτινίδιο αναπτύσσεται καλύτερα σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, χωρίς θερμικά άκρα. Είναι ευαίσθητο τόσο στους όψιμους ανοιξιάτικους παγετούς, που μπορεί να καταστρέψουν τα άνθη, όσο και στις υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες που επηρεάζουν την καρπώδεση και την ποιότητα των καρπών.

Όσον αφορά το έδαφος, απαιτείται ελαφρύ, βαθύ και καλά αποστραγγιζόμενο υπόστρωμα με χαμηλή αλατότητα. Ιδανικό είναι το pH μεταξύ 5.5 και 6.5. Η ύπαρξη οργανικής ουσίας στο έδαφος ευνοεί σημαντικά την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή ποιοτικών καρπών.

3.4.2 ΦΥΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ

Η φύτευση γίνεται κυρίως από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Μάρτιο, με κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους. Οι αποστάσεις φύτευσης ποικίλλουν ανάλογα με το σύστημα διαμόρφωσης και υποστύλωσης, αλλά συνήθως κυμαίνονται στα 4 μέτρα μεταξύ των γραμμών και 3 μέτρα μεταξύ των φυτών.

Η υποστύλωση είναι απαραίτητη λόγω του αναρριχώμενου χαρακτήρα του φυτού.

Χρησιμοποιούνται συνήθως συστήματα τύπου pergola ή T-bar, τα οποία επιτρέπουν

καλύτερη έκθεση στο φως και διευκολύνουν τις καλλιεργητικές επεμβάσεις, όπως το κλάδεμα και τη συγκομιδή. (UCANR, 2018; ΟΓΕΕΚΑ, 2019).

3.4.3 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία της καλλιέργειας. Το ακτινίδιο έχει επιφανειακό ριζικό σύστημα και είναι ευαίσθητο στην έλλειψη νερού, ιδιαίτερα κατά την περίοδο ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών. Το σύστημα στάγδην είναι το πλέον ενδεδειγμένο, καθώς εξασφαλίζει σταθερή υγρασία και περιορίζει τις απώλειες νερού. Προτείνεται επίσης η εφαρμογή προγραμματισμένης άρδευσης βάσει κλιματικών δεδομένων και αναλύσεων υγρασίας του εδάφους, προκειμένου να αποφεύγεται η υπερβολική ή ελλιπή άρδευση. (UCANR, 2018; Τσούλης, 2017).

3.4.4 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση του ακτινιδίου πρέπει να είναι ισορροπημένη και να στηρίζεται σε αναλύσεις εδάφους και φύλλων. Το άζωτο (N) είναι το κυρίαρχο μακροστοιχείο για την ανάπτυξη του φυτού, αλλά η υπερβολική εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική βλαστική ανάπτυξη εις βάρος της καρποφορίας.

Ο φωσφόρος (P) είναι σημαντικός για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την άνθηση, ενώ το κάλιο (K) ενισχύει την ποιότητα των καρπών και την αντοχή του φυτού στο ψύχος. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης τα ιχνοστοιχεία, όπως το βόριο (B), το μαγνήσιο (Mg), ο σίδηρος (Fe) και το ψευδάργυρο (Zn).

Η εφαρμογή της λίπανσης μπορεί να γίνει βασικά με κοκκώδη λιπάσματα στο έδαφος, αλλά και επιφανειακά με διαφυλλικούς ψεκασμούς, ιδιαίτερα για τα ιχνοστοιχεία. (ΟΓΕΕΚΑ, 2019; Τσούλης, 2017).

3.4.5 ΚΛΑΔΕΜΑ

Το κλάδεμα στο ακτινίδιο είναι απαραίτητο τόσο για τη διαμόρφωση του σκελετού του φυτού όσο και για την εξισορρόπηση της βλάστησης και της καρποφορίας. Το χειμερινό κλάδεμα, που γίνεται κατά την περίοδο ληθάργου, έχει ως στόχο την απομάκρυνση των

παλαιών, ξερών ή μη παραγωγικών βλαστών και την ανανέωση της βλάστησης. Το θερινό κλάδεμα περιλαμβάνει κορυφολόγημα, αφαίρεση πλάγιων βλαστών και αραίωμα φύλλων, και εφαρμόζεται για τη βελτίωση της έκθεσης των καρπών στο φως, την κυκλοφορία του αέρα και τη μείωση της εμφάνισης μυκητολογικών ασθενειών. (UCANR, 2018; Τσούλης, 2017)

3.4.6 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Το ακτινίδιο προσβάλλεται από πλήθος παθογόνων και εχθρών, με σημαντικότερο την βακτηριακή καρκίνωση που προκαλείται από το βακτήριο *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Η ασθένεια αυτή οδηγεί σε νέκρωση βλαστών, φυλλόπτωση και καταστροφή ολόκληρων φυτών.

Άλλες σημαντικές ασθένειες περιλαμβάνουν:

- Τη φυτόφθορα (*Phytophthora* spp.) που προκαλεί σήψεις στις ρίζες,
- Τον βοτρυτή (*Botrytis cinerea*) που προσβάλλει άνθη και καρπούς σε συνθήκες υψηλής υγρασίας,
- Την αλτερνάρια (*Alternaria* spp.) που επηρεάζει φύλλα και καρπούς.

Στους εντομολογικούς εχθρούς περιλαμβάνονται τα κοκκοειδή (όπως η *Pseudaulacaspis pentagona*), τα ακάρεα και οι αφίδες. Η αντιμετώπιση απαιτεί συνδυασμό καλλιεργητικών πρακτικών, βιολογικών μέσων και σε κάποιες περιπτώσεις, φυτοπροστατευτικών προϊόντων που εφαρμόζονται στοχευμένα. (FAO, 2021; ΟΓΕΕΚΑ, 2019).

3.4.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ

Η συγκομιδή πραγματοποιείται όταν ο καρπός φτάσει το κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης, με βάση κυρίως την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά (Brix) και τη σκληρότητα της σάρκας. Στην ποικιλία 'Hayward', η συγκομιδή ξεκινά όταν τα σάκχαρα φτάσουν το 6,2–6,5° Brix.

Μετά τη συγκομιδή, οι καρποί αποθηκεύονται σε ψυκτικούς θαλάμους στους 0–1°C με σχετική υγρασία 90–95% και μπορούν να διατηρηθούν για αρκετούς μήνες. Η χρήση ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (CA) βοηθά στην παράταση της συντήρησης και τη

διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά τη μεταφορά και συσκευασία, καθώς οι καρποί είναι ευαίσθητοι στους μηχανικούς τραυματισμούς. (FAO, 2021; UCANR, 2018).

3.4.8 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Το ακτινίδιο πολλαπλασιάζεται κυρίως αγενώς, με μοσχεύματα και εμβολιασμό. Η αναπαραγωγή με σπόρο χρησιμοποιείται σπάνια, κυρίως για παραγωγή υποκειμένων ή γενετικές μελέτες, καθώς τα φυτά παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος είναι η ριζοβολία ημιξυλωδών μοσχευμάτων κατά την άνοιξη ή το φθινόπωρο, με τη χρήση ρυθμιστών αύξησης (κυρίως IBA). Επιπλέον, η μέθοδος του ενοφθαλμισμού και του εγκεντρισμού σε σπορόφυτα ή άλλα υποκείμενα εξασφαλίζει καλύτερη προσαρμογή στο περιβάλλον και ανθεκτικότητα σε εχθρούς. (Ferguson & Huang, 2007; UCANR, 2018).

3.4.9 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

Η καλλιέργεια του ακτινιδίου αντιμετωπίζει συχνά φυσιολογικές διαταραχές, που δεν σχετίζονται με παθογόνα ή έντομα. Ένα συχνό φαινόμενο είναι η πτώση ανθέων ή άγουρων καρπών, το οποίο αποδίδεται σε έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, κακή επικονίαση ή ξαφνικές αλλαγές στη θερμοκρασία. Επιπλέον, η ηλιοέγκαυμα των καρπών σε περιόδους έντονου καύσωνα προκαλεί ποιοτική υποβάθμιση. Άλλες διαταραχές περιλαμβάνουν ανισομορφία στο μέγεθος των καρπών και υδαρείς ιστοί κατά την ωρίμανση, ιδιαίτερα όταν έχει προηγηθεί περίσσεια νερού στο έδαφος. (ΟΓΕΕΚΑ, 2019; Τσούλης, 2017).

3.5 ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ

Ο καρπός του ακτινιδίου αποτελεί πρώτη ύλη για πληθώρα μεταποιημένων προϊόντων, όπως μαρμελάδες, χυμοί, αποξηραμένα φρούτα και λικέρ. Η υψηλή περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C και φυτικές ίνες το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικό για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων. Η αποξήρανση γίνεται με φυσικό ή τεχνητό τρόπο, ενώ η παραγωγή χυμών περιλαμβάνει πολτοποίηση, φιλτράρισμα και παστερίωση. Η ζήτηση για καινοτόμα προϊόντα από ακτινίδιο αυξάνεται, κυρίως λόγω της τάσης για υγιεινή διατροφή. (FAO, 2021; Ferguson & Huang, 2007).

3.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ – ΕΞΑΓΩΓΕΣ – ΑΓΟΡΑ

Η Ελλάδα κατατάσσεται στις πρώτες θέσεις παγκοσμίως στην παραγωγή και εξαγωγή ακτινιδίου, με κύριες εξαγωγικές αγορές την Ιταλία, τη Γερμανία και την Κίνα. Η καλλιέργεια παρουσιάζει υψηλό οικονομικό ενδιαφέρον, καθώς οι αποδόσεις ανά στρέμμα είναι σημαντικές και το προϊόν έχει μεγάλη διάρκεια συντήρησης. Η μέση τιμή παραγωγού κυμαίνεται από 0,40 έως 0,90 €/κιλό, ενώ οι νέες ποικιλίες με κίτρινη σάρκα έχουν αυξημένη εμπορική αξία. Ο τομέας ενισχύεται επίσης από την ύπαρξη Ομάδων Παραγωγών και σχημάτων ΠΟΠ/ΠΓΕ. (FAO, 2021; ΟΓΕΕΚΑ, 2019).

3.7 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Η καλλιέργεια του ακτινιδίου εξελίσσεται διαρκώς, με την είσοδο νέων τεχνολογιών και πρακτικών. Η χρήση αισθητήρων εδάφους, συστημάτων άρδευσης ακριβείας και εφαρμογών γεωργίας ακριβείας ενισχύουν τη βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα. Επίσης, η έρευνα επικεντρώνεται στη δημιουργία νέων ποικιλιών με ανθεκτικότητα σε ασθένειες και προσαρμοστικότητα στις κλιματικές μεταβολές. Οι πρακτικές βιολογικής καλλιέργειας γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς, ενώ ο ψηφιακός μετασχηματισμός διευκολύνει την ιχνηλασιμότητα και τη διαχείριση της παραγωγής. (Ferguson & Huang, 2007; UCANR, 2018).

4. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΦΥΛΛΩΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

Ο Ferguson (1980), σε μια μελέτη του σχετικά με τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων (Ca, Mg, K, P) στο ακτινίδιο (*Actinidia Chinensis* Planch) στη Νέα Ζηλανδία, πραγματοποίησε τη δειγματοληψία φύλλων τον Δεκέμβριο. Στη μελέτη του, τα δείγματα φύλλων συλλέχθηκαν από την εξωτερική πλευρά των τελευταίων κλαδιών των δέντρων, σε ύψος περίπου 2 μέτρων από το έδαφος, από τα νεότερα φύλλα που βρίσκονταν πάνω από τον καρπό. Συγκεκριμένα, ελήφθησαν 5 φύλλα ανά δείγμα. Επιπλέον, κάθε τρεις εβδομάδες, ο ερευνητής συνέλεγε δείγματα καρπών από το δεύτερο καρπό του ίδιου κλαδιού (που προερχόταν από τον κύριο βλαστό στην κορυφή του κλαδιού) για ανάλυση. Ο Ferguson αναφέρει ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο (Ca) στον καρπό επιτυγχανόταν αργότερα συγκριτικά με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία.

Ο Ferguson και ο Eiseman (1983), σε μελέτη τους σχετικά με την εκτίμηση των ετήσιων μακροθρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται από το φυτό του ακτινιδίου, ανέφεραν ότι σε μία έκταση 1 ha (με ετήσια παραγωγή 16,5 τόνων καρπού) απομακρύνονται 24 kg αζώτου (N), 3,5 kg φωσφόρου (P), 4,7 kg ασβεστίου (Ca), 2,0 kg μαγνησίου (Mg) και 48 kg καλίου (K).

Στη μελέτη τους ο Buwalda και ο Smith (1987) σχετικά με τη συσσώρευση και την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στο ακτινίδιο, αναφέρθηκαν ότι τα υψηλότερα επίπεδα συσσώρευσης παρατηρούνται στα φύλλα για το άζωτο (N), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο

(Mg) και το θείο (S), ενώ στους καρπούς καταγράφονται τα υψηλότερα επίπεδα καλίου (K) και φωσφόρου (P). Επιπλέον, οι ερευνητές επεσήμαναν ότι η εκτιμώμενη ετήσια απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων αυξάνεται με την ηλικία των δέντρων και την απόδοση των καρπών. Συγκεκριμένα, υπολόγισαν ότι πενταετή δέντρα αφαιρούν ετησίως ανά εκτάριο 141 kg αζώτου (N), 19 kg φωσφόρου (P), 169 kg καλίου (K), 161 kg ασβεστίου (Ca), 28 kg μαγνησίου (Mg), 32 kg θείου (S) και λιγότερο από 2 kg νατρίου (Na) και άλλων μικροθρεπτικών στοιχείων.

Ο Clark (1987) ανέφερε ότι κατά τη περίοδο πριν από την καρπόδεση δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ γόνιμων και άγονων βλαστών. Για τη δειγματοληψία επιλέχθηκαν τα νεότερα ώριμα φύλλα (έλασμα φύλλου). Κατά την καρπόδεση και μετά, στα γόνιμα βλαστάρια, τα δείγματα των φύλλων συλλέχθηκαν από το δεύτερο φύλλο που βρισκόταν μετά το τελευταίο καρπό.

Ο Clark και ο Smith (1987), στη μελέτη τους για την έλλειψη μαγνησίου (Mg) στο ακτινίδιο, συνέλεξαν δείγματα από τα νεότερα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα (μαζί με τον μίσχο) σε διαστήματα δύο εβδομάδων, από την έναρξη της διόγκωσης των οφθαλμών μέχρι την καρπόδεση. Επιπλέον, πραγματοποίησαν τρία είδη δειγματοληψίας: από τα νεότερα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα άγονων βλαστών, από τα κύρια φύλλα στους ίδιους βλαστούς και από τα δεύτερα φύλλα που ακολουθούσαν την τελευταία ταξιανθία στους γόνιμους βλαστούς. Οι ερευνητές αξιολόγησαν την απόδοση μεταξύ των δέντρων που επηρεάζονται και δεν επηρεάζονται από την έλλειψη μαγνησίου (Mg). Διαπίστωσαν ότι η κύρια επίδραση στην απόδοση οφείλεται στη μείωση του αριθμού των καρπών, ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο μέσο βάρος των καρπών. Επιπλέον, ανέφεραν ότι η συγκέντρωση του Mg στα πιο νεαρά και πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα των επηρεασμένων δέντρων ήταν κάτω από 0,2%, τέσσερις εβδομάδες μετά την έκπτυξη των οφθαλμών και παρέμεινε σε αυτό το επίπεδο μέχρι το τέλος της περιόδου. Αντίθετα, στα μη επηρεασμένα δέντρα, η συγκέντρωση Mg δεν έπεσε κάτω από αυτό το όριο και αυξήθηκε σταδιακά, φτάνοντας το 0,45% κατά τη συγκομιδή, μετά την καρπόδεση. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι οι ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων στα ακτινίδια εμφανίζονται πριν από την καρπόδεση και ότι η κατάσταση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα μπορεί να αξιολογηθεί 4-6 εβδομάδες μετά την έκπτυξη των οφθαλμών, με τη συλλογή φύλλων.

Ο Smith και οι συνεργάτες του (1987), στη μελέτη τους σχετικά με την έλλειψη καλίου (K) στα ακτινίδια, ανέφεραν ότι πριν από την καρπόδεση υπάρχει ισχυρή σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα και της απόδοσης. Διαπίστωσαν, ότι όταν η θρέψη με κάλιο δεν ήταν επαρκής, η απόδοση μειωνόταν σημαντικά. Στη μελέτη, η απόδοση σε δέντρα με έλλειψη καλίου ήταν 13 kg ανά δέντρο, ενώ στα υγιή δέντρα ήταν 50 kg ανά δέντρο. Οι ερευνητές τόνισαν ότι αυτή η μείωση σχετιζόταν περισσότερο με τον αριθμό των καρπών παρά με το βάρος τους. Επιπλέον, διαπίστωσαν ότι η έλλειψη καλίου συσχετίστηκε με μείωση της απόδοσης άνω του 65% στον ερευνητικό οπωρώνα, γεγονός που αποδόθηκε στη μείωση του αριθμού των καρπών λόγω της βακτηριακής ανθοσήψης που προκαλείται από το *Pseudomonas viridiflava* σε φυτά με έλλειψη καλίου. Συνέδεσαν τη μέγιστη απόδοση με συγκεντρώσεις καλίου άνω του 2,5% στα φύλλα. Επίσης, τόνισαν ότι η ισχύς της σχέσης ήταν χαμηλότερη στα φύλλα που συλλέχθηκαν μετά την καρπόδεση. Τέλος, σημείωσαν ότι δεν υπήρχε σαφής σχέση μεταξύ του διαθέσιμου καλίου στο έδαφος και της κατάστασης του καλίου στα δέντρα.

Ο Smith και οι συνεργάτες του (1988) ανέφεραν ότι τα δέντρα ακτινιδιάς με απόδοση 30 τόνων ανά εκτάριο ετησίως απορροφούν κυρίως άζωτο (N), κάλιο (K) και ασβέστιο (Ca) σε ποσότητες μεταξύ 125-140 kg ανά εκτάριο, ακολουθούμενα από χλώριο (Cl) σε ποσότητα 60 kg ανά εκτάριο, φώσφορο (P), μαγνήσιο (Mg) και θείο (S) σε ποσότητες μικρότερες από 25 kg ανά εκτάριο, καθώς και μικροθρεπτικά στοιχεία σε ποσότητες μικρότερες από 5 kg ανά εκτάριο. Οι ερευνητές ανέφεραν επίσης ότι το μέσο μήκος ριζών της ακτινιδιάς είναι περίπου 2,7 km ανά τετραγωνικό μέτρο όταν τα δέντρα είναι πέντε ετών, ενώ φτάνει τα 12,9 km ανά τετραγωνικό μέτρο όταν τα δέντρα είναι δέκα ετών.

Ο Buwalda και ο Smith (1988) ανέπτυξαν ένα μαθηματικό μοντέλο για την εκτίμηση των αναγκών λίπανσης σε εμπορικούς οπωρώνες ακτινιδιάς. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η εφαρμογή του μοντέλου σε έναν ώριμο και έναν αναπτυσσόμενο οπωρώνα έδειξε ότι η προτεινόμενη ποσότητα αζωτούχου λίπανσης ήταν χαμηλότερη από την ποσότητα που απαιτείται για να αποφευχθούν συμπτώματα έλλειψης. Επιπλέον, υπέθεσαν ότι η απορρόφηση αζώτου από το έδαφος ή η αποτελεσματικότητα της ανακύκλωσης του αζώτου ενδεχομένως να είχε εκτιμηθεί εσφαλμένα.

Ο Kotze και ο Villiers (1989), στη μελέτη τους σχετικά με την απορρόφηση και κατανομή των μακροθρεπτικών στοιχείων στην ακτινιδιά, ανέφεραν ότι η συνολική περιεκτικότητα σε κάλιο (K) στο δέντρο αυξανόταν συνεχώς από την κατάσταση ληθάργου μέχρι τη συγκομιδή. Επιπλέον, σημείωσαν ότι κατά τις τελευταίες 10 εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή, η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο παρουσίαζε τάση μείωσης. Παρατήρησαν ότι το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg) ήταν συγκεντρωμένα κυρίως στις ρίζες (48% και 63% αντίστοιχα) και στα φύλλα (38% και 24% αντίστοιχα), ενώ μικρότερες ποσότητες βρέθηκαν σε άλλα όργανα κατά τη συγκομιδή. Επιπλέον, σημαντικές ποσότητες αζώτου (N, 33%), καλίου (K, 27% και φωσφόρου (P, 23%) εντοπίστηκαν στα φύλλα και τους καρπούς. Τέλος, υπογράμμισαν ότι, όπως και στην άμπελο και σε άλλα οπωροφόρα δέντρα, τα αποθέματα θρεπτικών στοιχείων από την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είναι κρίσιμα για την ανάπτυξη λίγες εβδομάδες μετά την έκπτυξη των φύλλων, με το αποθηκευμένο άζωτο (N) και το κάλιο (K) να έχουν ιδιαίτερη σημασία.

Ο Kotze και ο Villiers (1989), στη μελέτη τους για την απορρόφηση και κατανομή των μικροθρεπτικών στοιχείων στην ακτινιδιά, ανέφεραν ότι ο ψευδάργυρος (Zn) συσσωρευόταν κατά τη διάρκεια των πρώτων 12 εβδομάδων μετά την έκπτυξη των οφθαλμών, το μαγγάνιο (Mn) κατά τις πρώτες 17 εβδομάδες, το βόριο (B) και ο σίδηρος (Fe) κατά τις πρώτες 24 εβδομάδες, ενώ ο χαλκός (Cu) κατά τις πρώτες 27 εβδομάδες. Διαπίστωσαν ότι μεγάλες ποσότητες Mn, Fe και B βρίσκονταν στα φύλλα, ενώ οι μεγαλύτερες ποσότητες Zn και Cu εντοπιζόταν στις ρίζες. Επιπλέον, ανέφεραν ότι σημαντικά ποσά Mn, Zn και Fe χάνονταν από τα φύλλα μετά την συγκομιδή, πριν από την πτώση των φύλλων.

Ο Warrington και ο Weston (1990) ανέφεραν ότι η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της ακτινιδιάς μεταβάλλεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Επίσης, υπογράμμισαν ότι πρόσφατες μελέτες επιβεβαιώνουν πως η περίοδος πριν από την καρπώδηση είναι η πιο ευαίσθητη φάση ανάπτυξης για την ανίχνευση θρεπτικών ανισορροπιών.

Ο Ledgard και ο Smith (1992), στη μελέτη τους για τη λίπανση με άζωτο στο ακτινίδιο, εφάρμοσαν τρεις διαφορετικές μεθόδους: μία εφάπαξ εφαρμογή 100 και 200 kg N ha⁻¹ δύο εβδομάδες πριν από τη διόγκωση των οφθαλμών στις αρχές της άνοιξης, καθώς και μια διασπασμένη εφαρμογή 100 kg N ha⁻¹ (η πρώτη δόση στην ίδια χρονική στιγμή και η δεύτερη δέκα εβδομάδες αργότερα). Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι μεγαλύτερες δομές που περιείχαν άζωτο στα υπέργεια μέρη του φυτού ήταν τα φύλλα και οι βλαστοί (αντιπροσωπεύοντας το 60% του συνόλου), ενώ οι καρποί περιείχαν μόλις το 5% του συνολικού αζώτου του φυτού. Επιπλέον, ανέφεραν ότι το 45% του συνολικού ξηρού βάρους του φυτού και το 57% του συνολικού αζώτου βρέθηκαν στις ρίζες.

Ο Velemis και οι συνεργάτες του (1995), στη μελέτη τους για το ακτινίδιο στην Ελλάδα, συνέλεξαν δείγματα φύλλων κατά τη μέση της καλλιεργητικής περιόδου (Ιούλιο-Αύγουστο) από τα φύλλα που βρίσκονταν στο μέσο των ετήσιων βλαστών. Η λίπανση πραγματοποιήθηκε διασπείροντας το λίπασμα σε ακτίνα 60cm γύρω από τον κορμό του δέντρου και ενσωματώνοντας το στο έδαφος. Οι εφαρμογές των αζωτούχων λιπασμάτων έγιναν σε τρεις φάσεις: η πρώτη στις αρχές Μαρτίου, η δεύτερη τουλάχιστον έναν μήνα πριν από την άνθιση και η τρίτη κατά τη φάση της καρπώδεσης. Οι ερευνητές, χρησιμοποιώντας ένα πολυπαραγοντικό μοντέλο παλινδρόμησης, διαπίστωσαν ότι η απόδοση σχετιζόταν σημαντικά με την περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα στοιχεία. Τα πιο σημαντικά θρεπτικά στοιχεία ήταν ο Zn, το Ca, το K, το N, ενώ τα λιγότερα σημαντικά ήταν ο Fe, το B, το Mg, το P, το Cu και το Mn.

Ο Loupassaki και οι συνεργάτες του (1997), σε μελέτη που διεξήγαγαν στην Κρήτη (Ελλάδα) σχετικά με την επίδραση τριών διαφορετικών δόσεων K και P στην περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων των φύλλων σε διαφορετικές ποικιλίες ακτινιδίων, ανέφεραν ότι η λίπανση με K αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε K, ενώ η λίπανση με P δεν αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε P. Αντίθετα, στην τρίτη δόση P, παρατηρήθηκε μικρή και σταθερή μείωση στην περιεκτικότητα των φύλλων σε P. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι με την ηλικία των φύλλων, η περιεκτικότητα σε Ca, Mg, B και Mn αυξάνεται, ενώ η περιεκτικότητα σε N, P, K και Cu μειώνεται. Οι μεταβολές στην περιεκτικότητα σε Fe και Zn ήταν λιγότερο έντονες και ασυνεπείς.

Ο Tsadilas και οι συνεργάτες του (1997), στη μελέτη τους για τις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών που καλλιεργούνται ακτινίδια στην Ελλάδα, ανέφεραν ότι τα δείγματα φύλλων που συλλέχθηκαν στα μέσα Αυγούστου παρουσίασαν τις εξής ελάχιστες και μέγιστες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων: για το N 1.83-2.73%, για το P 0.10-0.22%, για το K 0.67-2.08%, για το Ca 1.90-4.66%, για το Fe 52.6-294mg kg, για το Mn 11.8-114mg kg, για το Zn 12.8-27.4mg kg και για το B 22.7-78.4mg kg.

Ο Jastas και ο Therios (1997), στη μελέτη τους για τη διατροφική κατάσταση και τη λίπανση του φυτού ακτινιδίου στη Βόρεια Ελλάδα, συνέλεξαν δείγματα φύλλων στις 20 Ιουλίου από το 6ο κόμβο μετά τον τελευταίο καρπό και πραγματοποίησαν αναλύσεις. Διαπίστωσαν ότι στο 80% των δειγμάτων η συγκέντρωση του N στα φύλλα κυμαινόταν μεταξύ 2-2.6%, στο 70% των δειγμάτων η συγκέντρωση του K ήταν μεταξύ 1.3-2.2%, ενώ στο 30% των δειγμάτων η συγκέντρωση του P ήταν μεταξύ 0.16-0.19%. Οι ερευνητές ανέφεραν επίσης ότι το 40% των παραγωγών ακτινιδίων στην Ελλάδα εφαρμόζουν λιπάνσεις με δόσεις 200-300 kg N, 100-150 kg P και 200-300 kg K ανά εκτάριο.

Ο Therios και οι συνεργάτες του (1997), στη μελέτη τους στη Βόρεια Ελλάδα σχετικά με την εποχική μεταβολή των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα και στους χυμούς που ρέουν από τα κλαδέματα των ποικιλιών ακτινιδίου Hayward και Bruno, συνέλεξαν όλα τα δείγματα φύλλων από τον τέταρτο κόμβο, ξεκινώντας από την κορυφή του βλαστού, μαζί με τον μίσχο. Ανέφεραν ότι οι συγκεντρώσεις N, P και K στους αναφερόμενους χυμούς ήταν οι υψηλότερες κατά την έναρξη της ροής και μειώθηκαν στο 25% της αρχικής τιμής μέσα σε ένα μήνα.

Ο Sotiropoulos και οι συνεργάτες του (2002), στη μελέτη τους στη Βόρεια Ελλάδα για την εποχική μεταβολή της χημικής σύστασης των χυμών ξύλου που ρέουν από τα κλαδέματα ακτινιδίων που αρδεύονται με νερό υψηλής περιεκτικότητας σε B, συνέλεξαν δείγματα χυμών ξύλου από την περίοδο ληθάργου των οφθαλμών μέχρι την έναρξη της ανάπτυξης, τρεις φορές με μεσοδιάστημα 10 ημερών. Επιπλέον, στο τέλος Ιουλίου, συνέλεξαν δείγματα φύλλων από τον τρίτο κόμβο μετά τον τελευταίο καρπό των καρποφόρων βλαστών. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι κατά τη διάρκεια του μήνα πριν από την διόγκωση των οφθαλμών, η συγκέντρωση του K και του Fe στους χυμούς μειώθηκε, ενώ η συγκέντρωση του Mg, του Mn και του Zn αυξήθηκε. Η συγκέντρωση του Ca και του B παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη. Διαπίστωσαν επίσης ότι στα δέντρα που αρδεύονται με νερό υψηλής περιεκτικότητας σε B, η συγκέντρωση του B στους χυμούς ξύλου ήταν 2-3 φορές υψηλότερη σε σύγκριση με το δείγμα ελέγχου. Επιπλέον, η συγκέντρωση του B στα φύλλα ήταν 5-6 φορές και στους καρπούς 2 φορές υψηλότερη, γεγονός που θα μπορούσε να αποδοθεί στην τοξικότητα του B.

Ο Soyergin και οι συνεργάτες του (2003), στη μελέτη τους για τη διατροφική κατάσταση των οπωρώνων ακτινιδίων στην Ανατολική περιοχή της Μαμαράς (Τουρκία), ανέφεραν ότι στα ανώτερα στρώματα των εδαφών των οπωρώνων η οργανική ύλη βρέθηκε σε χαμηλότερες ποσότητες, ενώ στα κατώτερα στρώματα σχεδόν στο μισό των εδαφών βρέθηκε σε ανεπαρκή επίπεδα. Αξιολογώντας την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία των δειγμάτων φύλλων που συλλέχθηκαν στα τέλη Μαΐου, διαπίστωσαν ότι κατά τον πρώτο χρόνο το 80% των οπωρώνων είχαν Ca και το 60% Mg κάτω από τα βέλτιστα επίπεδα, ενώ κατά τον δεύτερο χρόνο το σύνολο των οπωρώνων είχε Ca και το 47% Mg κάτω από βέλτιστα επίπεδα. Η περιεκτικότητα σε N ήταν επαρκής ή υψηλή στο σύνολο των οπωρώνων τον πρώτο χρόνο, ενώ τον δεύτερο χρόνο ήταν επαρκής μόνο στο 13%. Αξιολογώντας τα δείγματα φύλλων που συλλέχθηκαν στα τέλη Ιουλίου, ανέφεραν ότι τον πρώτο χρόνο το σύνολο των οπωρώνων είχε N, το 47% Mg και το 27% Ca κάτω από τα βέλτιστα επίπεδα. Τον δεύτερο χρόνο, το 87% των οπωρώνων είχε Ca, το 60% N, το 33% Mg και το 7% K κάτω από τα βέλτιστα επίπεδα.

Σύμφωνα με τη μελέτη των Green και των συνεργατών (2007), στην οποία πραγματοποιήθηκαν πειράματα με δόσεις 120 και 250 kg ha⁻¹ χρησιμοποιώντας λίπασμα ασβεστίου-νιτρικού αμμωνίου σε ακτινίδια, διαπιστώθηκε ότι, παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου (N) επιστρέφει στο έδαφος μέσω των απορριμμάτων των φύλλων και των υπολειμμάτων του κλαδέματος, κατά τη διάρκεια της τρέχουσας περιόδου ανάπτυξης, ποσότητα 60-80 kg ha⁻¹ συσσωρεύεται στους βλαστούς και τα φύλλα. Επίσης, αναφέρουν ότι η υψηλή εφαρμογή N (250 kg ha⁻¹) μπορεί να καθυστερήσει την ωρίμανση των καρπών και να προάγει τη μείωση της ποιότητας του καρπού μέσω υπερβολικής μεταφοράς νιτρικών.

Σύμφωνα με τον Karakaya (2010), σε διάφορους οπωρώνες ακτινιδίων στην περιοχή της Ορδού (Τουρκία), εξετάστηκαν τα θρεπτικά στοιχεία σε δείγματα φύλλων που συλλέχθηκαν

σε δύο διαφορετικές περιόδους της καλλιεργητικής περιόδου (τέλη Μαΐου - αρχές Ιουνίου και τέλη Ιουλίου - αρχές Αυγούστου) καθώς και σε δείγματα εδάφους από βάθη 0-20 cm και 20-40 cm. Ο ερευνητής διαπίστωσε ότι η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο ήταν χαμηλή και το pH κυμαινόταν μεταξύ 4.5 και 8.2. σύμφωνα με τα ευρήματα, το 21.1% των φύλλων που συλλέχθηκαν κατά την πρώτη περίοδο και το 46.9% κατά τη δεύτερη περίοδο είχαν περιεκτικότητα σε άζωτο (N) κάτω από το βέλτιστο επίπεδο. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε κάλιο (K) βρέθηκε κάτω από το βέλτιστο επίπεδο στο 5.6% των φύλλων κατά την πρώτη περίοδο και στο 26.6% κατά τη δεύτερη περίοδο.

Στη μελέτη των Koutinas και των συνεργατών (2010), στη Βόρεια Ελλάδα, σχετικά με την εφαρμογή ασβεστίου (Ca) στα φύλλα της ακτινιδιάς, πραγματοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές εφαρμογές φυλλοδιατροφής σε διαστήματα 10 ημερών, ξεκινώντας από τον Ιούνιο. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι σε όλες τις εφαρμογές όπου το Ca συνδυάστηκε με βόριο (B), το επίπεδο της Ολικής Οξειδωσης των Μηλοξέων (OMA) δεν επηρεάστηκε σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, σημείωσαν ότι τα εμπορικά προϊόντα Ca που χρησιμοποιήθηκαν, σε ορισμένες εφαρμογές του πρώτου έτους του πειράματος, είχαν θετική επίδραση στη σκληρότητα του καρπού και στη συγκέντρωση Ca στους καρπούς

Στη μελέτη των Santoni και των συνεργατών (2014) στη Γαλλία, σχετικά με τη λίπανση της ακτινιδιάς με άζωτο (N) και κάλιο (K), διαπιστώθηκε ότι η περιεκτικότητα του καλίου (K) και του χαλκού (Cu) στα φύλλα και στους καρπούς παρουσίασε παρόμοια επίπεδα. Ωστόσο, η περιεκτικότητα του νατρίου (Na) στους καρπούς ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με τα φύλλα, ενώ στα φύλλα βρέθηκαν υψηλότερα επίπεδα αζώτου (N), βορίου (B), ασβεστίου (Ca), σιδήρου (Fe), μαγνησίου (Mg), μαγγανίου (Mn), φωσφόρου (P) και ψευδαργύρου (Zn) σε σχέση με τους καρπούς.

5. ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΠΩΝ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ

Στη μελέτη των Clark και Smith (1988), όπου εξετάστηκε η εποχική μεταβολή των θρεπτικών στοιχείων στους καρπούς της ακτινιδιάς, η δειγματοληψία των καρπών ξεκίνησε περίπου δύο εβδομάδες μετά την επικονίαση και συνεχίστηκε έως και 21 εβδομάδες μετά την ωρίμανση των καρπών, όταν η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά έφτασε το 6,2%. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η ποσότητα της ξηρής ύλης του καρπού (φλούδα και σάρκα) αυξανόταν γραμμικά καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων N, P, K, S, Cu, Zn και Fe στη σάρκα του καρπού μειώθηκαν ραγδαία κατά τις πρώτες οκτώ εβδομάδες μετά την επικονίαση και στη συνέχεια είτε παρέμειναν σχετικά σταθερές είτε συνέχισαν με μειώνονται μέχρι τη συγκομιδή. Αντίστοιχα, οι συγκεντρώσεις των Mg, Ca, B και Mn παρουσίασαν συνεχή πτωτική τάση καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι ερευνητές σημείωσαν επίσης ότι ο ρυθμός μέγιστης συσσώρευσης κάθε θρεπτικού στοιχείου παρατηρήθηκε κατά τη φάση της κυτταρικής διαίρεσης στην ανάπτυξη του καρπού, δηλαδή κατά τις πρώτες οκτώ εβδομάδες μετά την επικονίαση. Επιπλέον, τα στοιχεία B, Ca, Mg, Mn, K και Zn παρουσίασαν ελάχιστη συσσώρευση κατά τις τελευταίες έξι εβδομάδες πριν τη συγκομιδή.

Στη μελέτη των Testoni και συνεργατών (1990), όπου εξετάστηκε η επίδραση δόσεων αζώτου (100-200-300 kg ha⁻¹) και καλίου (0-100-200 kg ha⁻¹) στην απόδοση και την ποιότητα των

καρπών της ακτινιδιάς, διαπιστώθηκε ότι και οι δύο θρεπτικές ουσίες είχαν επίδραση στο μέγεθος των καρπών. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η αζωτούχος λίπανση είχε σημαντική επίδραση στην παραγωγή, ενώ η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά επηρεάστηκε σημαντικά από τη λίπανση με κάλιο, τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και μετά την αποθήκευση. Επιπλέον, σημειώθηκε ότι η λίπανση με άζωτο μείωσε σημαντικά τη σκληρότητα των καρπών κατά τη συγκομιδή. Κατά το πρώτο έτος του πειράματος, η εφαρμογή 200 kg N και K προκάλεσε καλύτερη επίδραση στην παραγωγή, ενώ η ποιότητα των καρπών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη λίπανση.

Σύμφωνα με τον Costa και τους συνεργάτες του (1997), σε μια μελέτη σχετικά με την αζωτούχο λίπανση στο ακτινίδιο με δόσεις 0-150-300-450 kg N ha⁻¹, διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή του αζώτου αύξησε το μήκος των βλαστών, τον αριθμό φύλλων/βλαστών και την επιφάνεια των φύλλων όσον αφορά τη βλαστική ανάπτυξη. Όσον αφορά την παραγωγή και την ποιότητα των καρπών, παρατηρήθηκε τάση αύξησης της απόδοσης ανά δέντρο και του μέσου βάρους των καρπών. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η ποιότητα των καρπών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την εφαρμογή του αζώτου, ενώ το ποσοστό των εμπορεύσιμων καρπών αυξήθηκε ελαφρώς με τη δόση 150 kg N ha⁻¹, αλλά μειώθηκε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Σύμφωνα με τον Johnson και τους συνεργάτες του (1997), σε μια τριετή μελέτη λίπανσης με άζωτο στο ακτινίδιο, διαπιστώθηκε ότι η υψηλή ποσότητα αζώτου συνδέεται με τη γρήγορη μαλάκυνση των καρπών κατά την αποθήκευση. Αναφέρθηκε επίσης ότι η περιεκτικότητα σε άζωτο των φύλλων, των μίσχων και των καρπών παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με τη σκληρότητα της σάρκας των καρπών μετά από μακροχρόνια αποθήκευση (4-6 μήνες). Οι ερευνητές, βασιζόμενοι στα αποτελέσματα των πρώτων δύο ετών της μελέτης τους, υποστήριξαν ότι στοιχεία όπως το κάλιο (K) και το ασβέστιο (Ca) μπορεί μερικές φορές να σχετίζονται με τη σκληρότητα των καρπών μετά την αποθήκευση, αλλά όχι τόσο όσο το άζωτο.

Σύμφωνα με τον Sotomayor και τους συνεργάτες του (2010), σε μια μελέτη όπου εφαρμόστηκε βορικό οξύ (500 mg L⁻¹) σε τελικά φύλλα και άνθη του ακτινιδίου, διαπιστώθηκε ότι τα φρούτα που αναπτύχθηκαν σε βλαστούς με φύλλα στα οποία εφαρμόστηκε βόριο είχαν 14.1% μεγαλύτερο βάρος σε σύγκριση με τα φρούτα της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, τα φρούτα που προήλθαν από άνθη στα οποία εφαρμόστηκε βόριο ήταν 17% βαρύτερα από εκείνα που προήλθαν από άνθη χωρίς εφαρμογή βορίου. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι τα φρούτα που αναπτύχθηκαν από βλαστούς με φύλλα στα οποία εφαρμόστηκε βόριο περιείχαν 43% περισσότερους σπόρους, ενώ εκείνα που προήλθαν από άνθη με εφαρμογή βορίου είχαν 44% περισσότερους σπόρους σε σύγκριση με τα φρούτα της ομάδας ελέγχου.

Σύμφωνα με τον Khachi και τους συνεργάτες του (2015), σε μία μελέτη που εξέτασε την επίδραση βιοοργανικών λιπασμάτων και των συνδυασμών τους στην απόδοση και την ποιότητα του ακτινιδίου, καθώς και στην περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία, διαπιστώθηκε ότι ο <<σούπερ συνδυασμός>> (κοπριά στάβλου + πράσινη λίπανση + βερμικομπόστ + βιολογικό λίπασμα + τσάι βερμικομπόστ) ήταν η πιο αποτελεσματική εφαρμογή όσον αφορά την περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία, τη συνολική ξηρή ουσία, τη συνολική ζάχαρη και την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ.

Ο Vajari και οι συνεργάτες του (2018), ανέφεραν ότι η εφαρμογή φυλλώματος (ουρία, θειικός ψευδάργυρος και βορικό οξύ) κατά την περίοδο πριν την συγκομιδή αύξησε σημαντικά τη διαλυτή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, άμυλο, χλωροφύλλη, βόριο και ψευδάργυρο στα μπουμπούκια και τα φύλλα. Επίσης, βελτίωσε σημαντικά το φούσκωμα των μπουμπουκιών, την ανθοφορία και τον συνολικό αριθμό ανθέων στην επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Κατέληξαν, στα συμπεράσματα ότι μπορεί να εφαρμοστεί ουρία, Zn και B μέσω των φύλλων στο τέλος της περιόδου.

Ο Ozturk και οι συνεργάτες του (2019), σε μελέτη τους σχετικά με την επίδραση του aminoethoxyvinylglycine (AVG) και της τροποποιημένης ατμοσφαιρικής συσκευασίας (MAP) στις ποιοτικές ιδιότητες και τις βιοδραστικές ενώσεις του ακτινιδίου κατά την περίοδο ψυχρής αποθήκευσης και ζωής στο ράφι, ανέφεραν ότι την 180η ημέρα της ψυχρής αποθήκευσης, τα φρούτα που υποβλήθηκαν σε MAP είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C σε σύγκριση με τον έλεγχο. Κατά τη διάρκεια της ζωής στο ράφι, όλες οι επεξεργασίες παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από τον έλεγχο. Επιπλέον, στη μέτρηση στο τέλος της ψυχρής αποθήκευσης και της ζωής στο ράφι, η υψηλότερη συνολική ποσότητα φαινολικών παρατηρήθηκε στην επεξεργασία AVG, ενώ όλες οι επεξεργασίες καθυστέρησαν σημαντικά τις απώλειες στις συνολικές φλαβονοειδείς ενώσεις και τη αντιοξειδωτική δραστηριότητα σε σύγκριση με τον έλεγχο.

6. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΩΝ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε έναν κήπο ακτινιδίων που εγκαταστάθηκε το 2004 στην περιοχή Akcatepe, στον δήμο Altinordu της επαρχίας Ordu. Ο κήπος είχε διαμορφωθεί με το σύστημα Pergola (κιόσκι) και είχε πυκνότητα φύτευσης 2,5 μ. x 5 μ., με αναλογία 8 θηλυκές ποικιλίες Hayward προς 1 επικονιαστή ποικιλίας Matua. Το πείραμα σχεδιάστηκε σύμφωνα με το σύστημα τυχαιοποιημένων μπλοκ με 4 επαναλήψεις και διεξήχθη κατά την περίοδο βλάστησης 2015-2016, διαρκώντας δύο έτη. Στον ερευνητικό κήπο χρησιμοποιήθηκε σύστημα άρδευσης με μίνι ψεκαστήρες. Για τη μελέτη της επίδρασης των εφαρμογών λιπασμάτων, επιλέχθηκαν δέντρα που είχαν κλαδευτεί κατά τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο. Κατά την επιλογή των δέντρων, δόθηκε προσοχή ώστε ο αριθμός των βλαστών να είναι παρόμοιος, η ανάπτυξη τους να είναι ομοιόμορφη και να βρίσκονται σε αποστάσεις που να μην επηρεάζονται μεταξύ τους.

6.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το κλίμα της περιοχής έρευνας είναι το ήπιο κλίμα της Μαύρης Θάλασσας, με βροχοπτώσεις σχεδόν όλες τις εποχές του έτους. Τα κλιματικά δεδομένα για τα έτη της έρευνας από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1

Πίνακας 6.1

ΜΗΝΕΣ	Μηνιαία συνολική βροχόπτωση (mm)		Μηνιαία μέση θερμοκρασία (C)		Μηνιαία μέση σχετική υγρασία (%)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	172.5	118.0	5.8	4.8	75.6	79.1
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	85.0	53.3	9.2	5.5	76.4	76.6
ΜΑΡΤΙΟΣ	119.2	79.4	9.7	8.4	77.8	84.6
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	24.4	50.3	13.1	9.7	79.7	89.7
ΜΑΙΟΣ	102.5	70.4	16.0	14.9	87.2	92.1
ΙΟΥΝΙΟΣ	48.1	53.2	21.2	19.9	83.7	90.4
ΙΟΥΛΙΟΣ	117.4	18.4	23.1	23.0	82.0	86.0
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	90.8	44.6	24.7	24.4	83.9	89.9
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	175.0	55.4	19.6	20.9	79.8	87.8
ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ	119.4	84.8	15.0	15.0	88.4	88.1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	140.7	54.8	10.0	11.3	82.3	87.5
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	184.0	148.1	5.0	9.5	80.6	87.3
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	114.9	69.2	14.4	13.9	81.5	86.6

Κατά τα έτη διεξαγωγής της μελέτης, η μηνιαία μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 4,8 C (Ιανουάριος 2017) έως 24,7 C (Αύγουστος 2016), ενώ η μηνιαία συνολική βροχόπτωση κυμάνθηκε από 18,4 mm (Ιούλιος 2017) έως 184 mm (Δεκέμβριος 2016). Η χαμηλότερη μηνιαία μέση σχετική υγρασία καταγράφηκε στο 75,6% (Ιανουάριος 2016), ενώ η υψηλότερη στο 92,1% (Μάιος 2017). Οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας των δύο ετών ήταν παρόμοιες, αλλά η μέση ποσότητα βροχόπτωσης ήταν υψηλότερη κατά το πρώτο έτος.

6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΑΦΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στον κήπο ακτινιδίων όπου διεξήχθη η έρευνα, στις 29 Φεβρουαρίου 2016, λήφθηκαν δείγματα εδάφους από διαφορετικά σημεία στα βάθη 0-20 και 20-40 cm. Τα δείγματα κοσκινίστηκαν μέσω κόσκινου 2 mm και αναλύθηκαν για φυσικές και χημικές ιδιότητες.

- **Δομή του εδάφους:** Οι κατηγορίες υφής του εδάφους καθορίστηκαν μέσω της μεθόδου υδρομέτρου προσδιορίζοντας τα ποσοστά άμμου, ιλύος και αργίλου, και προσδιορίστηκαν μέσω του τριγώνου υφής (Bouyoucos, 1951).
- **Περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο:** Μετρήθηκε με τη χρήση του καλσιμέτρου Scheibler, όπως περιγράφεται από τον Caglar (1949).
- **Αντίδραση εδάφους (pH):** Προσδιορίστηκε με ηλεκτρόδιο γυαλιού και πεχάμετρο σε αναλογία εδάφους:νερού 1:2,5, σύμφωνα με τους Grewelling και Peech (1960).
- **Οργανική ύλη:** Προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Walkley-Black, όπως έχει τροποποιηθεί και περιγραφεί από τον Jackson (1962).
- **Συνολικό άζωτο:** Καθορίστηκε με τη μέθοδο Kjeldahl, όπως περιγράφεται από τον Bremner (1965).
- **Διαθέσιμος φώσφορος:** Αναλύθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που αναπτύχθηκε από τους Olsen και συνεργάτες (1954).
- **Διαθέσιμα K, Ca και Mg:** Εξάχθηκαν από δείγματα εδάφους με ουδέτερο 1N NH₄OAc και προσδιορίστηκαν μέσω φασματομετρίας ατομικής απορρόφησης (AAS), σύμφωνα με τον Pratt (1965).
- **Εξαγωγή Fe, Cu, Zn, Mn:** Προσδιορίστηκαν με εκχύλιση DTPA, όπως περιγράφεται από τον Kacar (2009), και μετρήθηκαν μέσω AAS.
- **Διαθέσιμο βόριο:** Προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Azomethine-H, όπως περιγράφεται από τον Wolf (1971), μέσω φασματοφωτομέτρου.

Ο πίνακας 6.2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των δειγμάτων εδάφους που ελήφθησαν από το πειραματικό αγρόκτημα σε βάθη 0-20 cm και 20-40 cm.

Πίνακας 6.2: Ορισμένα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών του πειραματικού αγροκτήματος

Χαρακτηριστικά εδάφους	0-20 cm	20-40 cm
Άμμος %	58.02	58.10
Ιλύς %	28.97	25.21
Αργίλος %	13.01	16.69
Κατηγορία υφής	Αμμώδες ιλυώδες χώμα	Αμμώδες ιλυώδες χώμα
pH, 1:2.5 έδαφος:νερό	8.05	8.10
Ηλεκτρική αγωγιμότητα, dS/m	0.088	0.093
Ασβέστιο %	1.18	0.79
Οργανική ύλη	2.32	1.11
Συνολικό N	0.176	0.099
P, mg kg ⁻¹	57.49	18.99
K, me 100g ⁻¹	0.865	0.521
Ca, me 100g ⁻¹	21.09	20.52
Mg, me 100g ⁻¹	10.93	10.68
Fe, mg kg ⁻¹	54.95	38.48

Cu, mg kg ⁻¹	6.22	6.47
Zn, mg kg ⁻¹	4.89	3.28
Mn, mg kg ⁻¹	38.37	29.42
B, mg kg ⁻¹	0.475	0.204

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης εδάφους, και στα δύο βάθη το εδάφος έχει υψηλά αμμώδους ιλυώδους αργίλου και παρουσιάζει ελαφρώς αλκαλική αντίδραση (Richards, 1954; Ulgen και Yurtsever, 1974). Στο βάθος 0-20 cm, η ποσότητα οργανικής ύλης βρίσκεται σε μέτρια επίπεδα και το έδαφος είναι ασβεστούχο, ενώ στο βάθος 20-40 cm η οργανική ύλη και το ασβέστιο βρέθηκαν σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (Ulgen και Yurtsever, 1974). Στο βάθος 0-20 cm, η συνολική περιεκτικότητα σε άζωτο (N), ο διαθέσιμος για τα φυτά φώσφορος (P) και το διαθέσιμο κάλιο (K) είναι υψηλά, ενώ στο βάθος 20-40 cm οι συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων κρίνονται ικανοποιητικές. Και στα δύο βάθη, η περιεκτικότητα σε μαγγάνιο (Mg) είναι επαρκής, ενώ το διαθέσιμο ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg) και ο ψευδάργυρος (Zn) βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα (FAO, 1990). Επιπλέον, και στα δύο βάθη η περιεκτικότητα σε χαλκό (Cu) είναι επαρκής (Follet, 1969), ενώ η περιεκτικότητα σε σίδηρο (Fe) είναι υψηλή (Lindsay και Norvell, 1978). Η συγκέντρωση βορίου (B) είναι χαμηλή στο βάθος 0-20 cm και πολύ χαμηλή στο βάθος 20-40 cm (Wolf, 1971).

6.3 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΑΝΘΟΦΟΡΙΑΣ

Κατά την περίοδο αυτή, η πλειοψηφία των ανθέων στα δέντρα έχει ήδη ανθίσει, ενώ παρατηρείται ότι ορισμένα πέταλα έχουν κιτρινίσει και πέφτουν. Επιπλέον, εξακολουθούν να υπάρχουν άνθη που βρίσκονται στη διαδικασία άνθισης, καθώς και ανθικά μπουμπούκια. Στην περιοχή μας, η περίοδος αυτή καταγράφεται από τα τέλη Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου.

6.4 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΡΠΟΔΕΣΗΣ

Η περίοδος αυτή αντιστοιχεί σε περίπου έναν μήνα μετά την πλήρη ανθοφορία. Την περίοδο αυτή, η πλειονότητα των έχει φτάσει σχεδόν στο μέγεθος καρυδιού, με μήκος περίπου 4 cm και πλάτος 2,5-3 cm.

6.5 ΜΕΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ - ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΩΡΙΜΝΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

Η περίοδος αυτή στην περιοχή μας αντιστοιχεί περίπου στα τέλη Ιουλίου - αρχές Αυγούστου. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι περισσότεροι καρποί έχουν ξεπεράσει το μέγεθος ενός καρυδιού, ενώ μόνο λίγοι παραμένουν σε αυτό το στάδιο. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε από τα πιο νεαρά φύλλα που έχουν ολοκληρώσει την ανάπτυξη τους σε γόνιμους βλαστούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτά τα φύλλα βρίσκονται ως το τρίτο φύλλο μετά τον τελευταίο καρπό (Smith και συν., 1987; Lalatta και συν., 1990; Sharma και συν., 2005; Soyergin και συν., 2003; Koutinas και συν., 2010).

6.6 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Κατά την περίοδο αυτή, παρατηρούνται κιτρινίσματα στα φύλλα, ενώ σε σύγκριση με τις προηγούμενες φάσεις, εμφανίζονται περισσότερα φύλλα με κηλίδες, κυρίως καφέ. Όπως και στην προηγούμενη περίοδο, η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε τόσο από γόνιμους όσο και από άγονους βλαστούς που είχαν παρόμοια φυσιολογική ηλικία. (Smith και συν., 1987).

6.7 ΧΡΩΜΑ ΚΑΡΠΟΥ

Το χρώμα στα τρόφιμα είναι σημαντικό για τις προτιμήσεις των καταναλωτών, επομένως η μέτρηση του πρέπει να είναι ακριβής. Για την περιγραφή του χρώματος, χρησιμοποιούνται τρεις παράμετροι και εφαρμόζονται συστήματα όπως το CIE, το Munsell και το Hunter (Uren, 1999). Η τιμή L^* εκφράζει τη φωτεινότητα, η τιμή C^* την κορασμένη ή την άτονη απόχρωση (χρωματικότητα) και η τιμή H^* τη γωνία Hue (Konica, 2019).

Η τιμή L^* κυμαίνεται από το μαύρο (0) έως το λευκό (100). Όσο αυξάνεται η τιμή C^* , το χρώμα γίνεται πιο έντονο, ενώ όσο μειώνεται, γίνεται πιο άτονο. Η γωνία Hue είναι μια θεμελιώδης μονάδα χρώματος (για παράδειγμα, 0 μοίρες αντιστοιχεί στο κόκκινο και 90 μοίρες στο κίτρινο. Οι τιμές Chroma και Hue υπολογίζονται από τις παραμέτρους a^* (+κόκκινη κατεύθυνση, -πράσινη κατεύθυνση) και b^* (+κίτρινη κατεύθυνση, -μπλε κατεύθυνση) (Idle & Kabelka, 2009).

Το χρώμα της φλούδας των φρούτων και λαχανικών προέρχεται από τους χρωμοπλάστες και τους χλωροπλάστες, καθώς και από τις χρωστικές της χλωροφύλλης και των καροτενοειδών. Επιπλέον, επηρεάζεται από τις φαινολικές χρωστικές (ανθοκυανίνες, φλαβόνες και προανθοκυανιδίνες) που βρίσκονται στο χυμοτόπιο. Οι οργανοληπτικές μετρήσεις χρώματος χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση της διαδικασίας αλλαγής χρώματος κατά την ωρίμανση των φρούτων (Lancaster, 1997).

7. ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣΜ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

7.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Ν ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Ν ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς σχετικά με την επίδραση της αζωτούχας και καλιούχας λίπανσης στη συγκέντρωση Ν στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς, η αυξανόμενη εφαρμογή αζωτούχας και καλιούχας λίπανσης δεν επηρέασε σημαντικά τη συγκέντρωση Ν στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση και για τα δύο έτη. Η βασική επίδραση των δόσεων αζωτούχου λιπάσματος βρέθηκε

στατιστικά σημαντική και για τα δύο έτη, ενώ η βασική επίδραση των δόσεων καλιούχου λιπάσματος ήταν στατιστικά σημαντική μόνο το δεύτερο έτος.

Πίνακας 7.1. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τη συγκέντρωση N στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	0.43	0.14	4.46	0.006	0.65	0.22	7.26	0.000
K	5	0.14	0.03	0.88	0.501	0.55	0.11	3.69	0.005
N x K	15	0.17	0.01	0.34	0.988	0.37	0.02	0.83	0.639
Σφάλμα	72	2.33	0.03			2.14	0.03		
σύνολο	95	3.07				3.71			

Τα αποτελέσματα του Tukey test καθώς και οι μέσες τιμές σχετικά με την επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση N στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Παρόλο που οι συνδυασμοί δόσεων αζωτούχου και καλιούχου λιπάσματος δεν επηρέασαν σημαντικά τη συγκέντρωση N στα φύλλα, το πρώτο έτος η υψηλότερη συγκέντρωση N καταγράφηκε στο $N_{32}K_0$ με 2,88% και η χαμηλότερη στο $N_{16}K_{32}$ και N_8K_{24} με 2,51%. Το δεύτερο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση καταγράφηκε στο $N_{32}K_8$ με 2,98% και στο $N_{32}K_0$ με 2,96%, ενώ η χαμηλότερη στο N_8K_{16} με 2,47% και στο N_8K_{24} με 2,56%. Και στα δύο έτη, η υψηλότερη τιμή προσδιορίστηκε στο $N_{32}K_0$, ενώ η χαμηλότερη στο N_8K_{24} . Διαπιστώθηκε ότι η μέση συγκέντρωση N κατά το πρώτο έτος (2,63%) ήταν χαμηλότερη σε σύγκριση με το δεύτερο έτος (2,76%). Αυτή η διαφορά μπορεί να αποδοθεί στην κατακράτηση του αμμωνίου από το έδαφος από το προηγούμενο έτος, στα χαρακτηριστικά της κατιονικής ανταλλαγής, καθώς και στην αποθήκευση και επανακινητοποίηση του στο φυτό. Σύμφωνα με τους Tagliavini και τους συνεργάτες (1998), κατά τη διαδικασία γήρανσης των φύλλων, το μεγαλύτερο ποσοστό του 15N μετακινείται από τα φύλλα προς τους βλαστούς και τις ρίζες. Την επόμενη άνοιξη, η επανακινητοποίηση του 15N δεν επηρεάζεται άμεσα από την κατάσταση του N στο δέντρο, με περίπου 38-46% του 15N να ανακτάται στη νέα ανάπτυξη. Επιπλέον, οι Havlin και οι συνεργάτες (1999), ανέφεραν ότι τα ιόντα αμμωνίου στο έδαφος μπορούν να προσδεθούν σε αργιλικά ορυκτά με ικανότητα διόγκωσης. Ένα μέρος του δεσμευμένου αμμωνίου παραμένει εναλλάξιμο και μπορεί να μετατραπεί σε νιτρικά ιόντα.

Πίνακας 7.1.1. Επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση N(%) των φύλλων κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΟΣ	Δόσεις K ανά kg	8	16	24	32	Μέση τιμή K
------	-----------------	---	----	----	----	-------------

2016	0	2.56	2.62	2.68	2.88	2.68
	8	2.58	2.65	2.73	2.73	2.67
	16	2.52	2.62	2.65	2.69	2.62
	24	2.51	2.55	2.67	2.68	2.60
	32	2.63	2.51	2.73	2.68	2.64
	40	2.52	2.52	2.63	2.61	2.57
	Μέση τιμή N	2.55 A	2.58 AB	2.68 AB	2.71 A	
2017	0	2.80	2.82	2.93	2.96	2.88 A
	8	2.68	2.75	2.86	2.98	2.82 AB
	16	2.47	2.74	2.78	2.82	2.70 AB
	24	2.56	2.59	2.78	2.82	2.69 B
	32	2.89	2.64	2.86	2.83	2.80 AB
	40	2.59	2.66	2.72	2.76	2.68 B
	Μέση τιμή N	2.66 C	2.70 BC	2.82 AB	2.86 A	

Με την εφαρμογή αζωτούχου λιπάσματος σε αυξανόμενες δόσεις, η συνολική συγκέντρωση N στα φύλλα αυξήθηκε κανονικά και σημαντικά. Και στα δύο έτη, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στο N₃₂, ενώ η χαμηλότερη στο N₈. Σύμφωνα με τους Stefaniak και τους συνεργάτες (2019), η λίπανση με άζωτο σε *Actinidia arguta* αύξησε τη συγκέντρωση N στα φύλλα.

Με την εφαρμογή καλίου, η συγκέντρωση N στα φύλλα ήταν γενικά χαμηλότερη από αυτή της ομάδας ελέγχου, παρουσιάζοντας τάση μείωσης. Μεταξύ των μέσων τιμών των δόσεων καλίου, η υψηλότερη συγκέντρωση αζώτου καταγράφηκε στο K₀ και η χαμηλότερη στο K₄₀ και στα δύο έτη.

Οι Testolin και Crivello (1987), καθόρισαν το εύρος επάρκειας του N στα φύλλα κατά την περίοδο της ανθοφορίας ως 2,20-2,60%. Σύμφωνα με αυτό, οι χαμηλότερες δόσεις N του πρώτου έτους βρίσκονται σχεδόν εξ ολοκλήρου εντός αυτού του εύρους, ενώ στο δεύτερο έτος, μόνο μερικές από αυτές βρίσκονται σε αυτό το εύρος. Επιπλέον, οι υψηλότερες δόσεις K του πρώτου έτους βρίσκονται επίσης εντός αυτού του εύρους. Αυτό δείχνει ότι οι υψηλές δόσεις N αυξάνουν τη συγκέντρωση N στα φύλλα πάνω από το όριο αυτής της αναφοράς.

Οι Vieira και οι συνεργάτες (2016), ανέφεραν ότι στην Πορτογαλία, η καταλληλότερη περίοδος για τη λήψη δειγμάτων φύλλων και τον προσδιορισμό της θρεπτικής κατάστασης του ακτινιδίου είναι κατά την περίοδο της ανθοφορίας των μπουμπουκιών. Σε άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Ορδού, τα φύλλα κατά την ίδια περίοδο είχαν περιεκτικότητα σε N στο εύρος 1,30-2,92% σύμφωνα με τους Tarakcioglu και συνεργάτες του (2007), και στο εύρος 1,77-3,33% σύμφωνα με τον Karakaya (2010).

7.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ P ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ P ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, που παρουσιάζονται στον πίνακα, καταδεικνύουν την επίδραση της αζωτούχας και καλιούχας λίπανσης στις συγκεντρώσεις φωσφόρου (P) στα φύλλα κατά το στάδιο της πλήρους άνθησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, διαπιστώθηκε ότι, και στα δύο έτη της μελέτης, οι εφαρμογές λιπασμάτων δεν είχαν στατιστικώς σημαντική επίδραση στις συγκεντρώσεις φωσφόρου στα φύλλα.

Πίνακας 6.2. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τις συγκεντρώσεις P στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	0.006	0.002	2.52	0.065	0.003	0.001	2.03	0.117
K	5	0.007	0.001	1.74	0.135	0.002	0.000	0.92	0.476
N x K	15	0.020	0.001	1.69	0.073	0.014	0.001	1.78	0.055
Σφάλμα	72	0.058	0.001			0.038	0.001		
σύνολο	95	0.091				0.058			

Τα αποτελέσματα της Tukey τεστ, καθώς και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις P στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση, παρουσιάζονται στον Πίνακα,. Κατά το πρώτο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση P παρατηρήθηκε στη μεταχείριση N₂₄K₂₄ με ποσοστό 0,343%, ενώ η χαμηλότερη στη N₁₆K₃₂ με 0,266%. Κατά το δεύτερο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση καταγράφηκε στη N₁₆K₀ με 0,302% και η χαμηλότερη στη N₈K₁₆ με 0,251%.

Πίνακας 7.2.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις P (%) στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΟΣ	Δόσεις K ανά kg	8	16	24	32	Μέση τιμή K
2016	0	0.294	0.287	0.307	0.290	0.295
	8	0.293	0.297	0.333	0.288	0.303
	16	0.275	0.288	0.286	0.299	0.287
	24	0.272	0.282	0.343	0.280	0.294
	32	0.281	0.266	0.282	0.270	0.275
	40	0.291	0.278	0.268	0.317	0.288

	Μέση τιμή N	0.284	0.283	0.303	0.291	
	0	0.277	0.302	0.267	0.277	0.281
	8	0.264	0.292	0.267	0.260	0.271
	16	0.251	0.275	0.266	0.291	0.271
2017	24	0.267	0.252	0.266	0.294	0.270
	32	0.289	0.258	0.265	0.292	0.276
	40	0.279	0.258	0.253	0.269	0.265
	Μέση τιμή N	0.271	0.273	0.264	0.280	

Με την εφαρμογή αυξανόμενων δόσεων αζωτούχου λίπανσης παρατηρήθηκαν μη σημαντικές αυξήσεις στην περιεκτικότητα των φύλλων σε P και τα δύο έτη. Όσον αφορά τις μέσες τιμές των δόσεων αζώτου, κατά το πρώτο έτος η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη μεταχείριση N₂₄ και η χαμηλότερη N₁₆, ενώ κατά το δεύτερο έτος η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στη N₃₂, ενώ και η χαμηλότερη στη N₂₄. Γενικά, παρατηρήθηκε μια ακανόνιστη αύξηση πέρα από τη χαμηλότερη δόση N.

Η περιεκτικότητα σε P στα φύλλα των δέντρων που δεν έλαβαν καθόλου κάλιο βρέθηκε υψηλότερη σε σύγκριση με εκείνη των υπολοίπων. Με την αύξηση των δόσεων καλίου, οι συγκεντρώσεις P στα φύλλα παρουσίασαν γενικά τάση μείωσης. Όσον αφορά τις μέσες τιμές των δόσεων καλίου, κατά το πρώτο έτος η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στις μεταχειρίσεις K₈ και K₀ και η χαμηλότερη στη K₃₂, ενώ κατά το δεύτερο έτος η υψηλότερη στη K₀ και η χαμηλότερη στη K₄₀.

Τα αποτελέσματα βρέθηκαν σχεδόν όλα πάνω από το εύρος επάρκειας που προσδιορίστηκε από τους Testolin και Crivello (1987) για τα P στα φύλλα, το οποίο ήταν 0,18-0,25%. Σύμφωνα με την Anonim (2004), το εύρος 0,25-0,70% που αναφέρεται για την περίοδο πριν από την καρπόδεση θεωρείται επαρκές.

Κατά την ίδια περίοδο, οι Tarakcioglu και οι συνεργάτες του (2007) προσδιόρισαν τις συγκεντρώσεις P στα φύλλα στο εύρος 0,12-0,63%. Οι Karakaya (2010) βρήκε το P σε ποσοστό από 0,17-0,55% και ανέφερε ότι το 49,3% των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από τους οπωρώνες στους οποίους πραγματοποιήθηκε η μελέτη του, είχαν συγκεντρώσεις P σε επίπεδα που θεωρούνται σε βέλτιστο επίπεδο.

Οι Havlin και οι συνεργάτες (1999) ανέφεραν ότι το άζωτο (N) ενισχύει την απορρόφηση του φωσφόρου από τα φυτά, συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και ότι η αύξηση της ριζικής μάζας οδηγεί σε αυξημένη πρόσληψη φωσφόρου. Επιπλέον, επισήμαναν ότι τα αζωτούχα λιπάσματα σε μορφή αμμωνίου ενισχύουν περισσότερο την ανάπτυξη των ριζών σε σύγκριση με τα νιτρικά.

7.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Κ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Κ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα στην ανάλυση διασποράς που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης με άζωτο και κάλιο στις συγκεντρώσεις Κ στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, οι συνδυασμοί δόσεων Ν και Κ δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά τις συγκεντρώσεις Κ στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση και στις δύο χρονιές. Οι κύριες επιδράσεις των δόσεων αζώτου και καλίου βρέθηκαν με σημαντικές κατά το πρώτο έτος, ενώ κατά το δεύτερο έτος ήταν στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 7.3. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τις συγκεντρώσεις Κ στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	0.216	0.072	0.77	0.512	1.569	0.523	5.34	0.002
K	5	0.403	0.081	0.87	0.509	4.849	0.970	9.91	0.000
N x K	15	0.915	0.061	0.65	0.819	2.466	0.164	1.68	0.075
Σφάλμα	72	6.708	0.093			7.045	0.098		
Σύνολο	95	8.243				15.929			

Τα αποτελέσματα του τεστ Tukey και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Κ στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα.

Πίνακας 7.3.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Κ (%) στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΟΣ	ΔΟΣΕΙΣ Κ ANA KG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ Κ
2016	0	1.91	2.05	1.71	1.98	1.91
	8	1.86	2.05	2.19	1.86	1.99
	16	1.95	2.02	2.20	1.96	2.03
	24	2.16	2.05	2.17	1.89	2.07
	32	2.27	2.03	2.13	1.99	2.11
	40	2.11	2.10	2.09	2.03	2.08
	Μέση τιμή Ν	2.04	2.05	2.08	1.95	

2017	0	1.61	1.82	1.50	1.39	1.58 C
	8	1.91	1.95	2.05	1.49	1.85 BC
	16	1.85	1.90	2.10	1.87	1.93 AB
	24	2.11	1.78	2.02	1.91	1.95 AB
	32	2.64	1.89	2.29	2.06	2.22 A
	40	2.65	1.86	2.30	2.15	2.24 A
	Μέση τιμή N	2.13 A	1.87 B	2.04 AB	1.81 B	

Και στα δύο έτη της έρευνας, οι εφαρμογές λιπασμάτων με άζωτο και κάλιο προκάλεσαν μη σημαντικές μεταβολές στις συγκεντρώσεις K στα φύλλα. Σύμφωνα με τους συνδυασμούς δόσεων N και K, το πρώτο έτος η υψηλότερη συγκέντρωση K παρατηρήθηκε στο N₈K₃₂ με 2,27%, ενώ η χαμηλότερη στο N₂₄K₀ με 1,71%. Το δεύτερο έτος, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν στο N₈K₄₀ με 2,65% και στο N₈K₃₂ με 2,64%, ενώ η χαμηλότερη στο N₃₂K₀ με 1,39%. Και για τα δύο έτη, η υψηλότερη συγκέντρωση K που μπορεί να θεωρηθεί κοινή παρατηρήθηκε στο N₈K₃₂, ενώ οι χαμηλότερες στο N₂₄K₀ και στο N₃₂K₈.

Εξετάζοντας την επίδραση των δόσεων αζώτου, το πρώτο έτος η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στο N₂₄ και η χαμηλότερη στο N₃₂, ενώ το δεύτερο έτος η υψηλότερη μέση τιμή στο N₈ και η χαμηλότερη στα N₁₆ και N₃₂. Και για τα δύο έτη, η υψηλότερη κοινή μέση τιμή παρατηρήθηκε στο N₂₄ και η χαμηλότερη στο N₃₂. Το πρώτο έτος, οι αυξανόμενες δόσεις N αύξησαν τη συγκέντρωση K στα φύλλα έως το N₂₄ και στη συνέχεια την μείωσαν, ενώ το δεύτερο έτος παρατηρήθηκαν διάφορες διακυμάνσεις. Στα δέντρα χωρίς εφαρμογή καλίου, η υψηλότερη τιμή και για τα δύο έτη καταγράφηκε στο N₁₆. Και στα δύο έτη οι αυξανόμενες δόσεις K αύξησαν τη συγκέντρωση K στα φύλλα με σχετικά σταθερό τρόπο. Αυτή η αύξηση παρατηρήθηκε ξεκάθαρα το δεύτερο έτος. Το πρώτο έτος, οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στα K₃₂ και K₄₀ και η χαμηλότερη στο K₀, ενώ το δεύτερο έτος εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, με την υψηλότερη τιμή K₄₀ και τη χαμηλότερη στο K₀.

Οι Testolin και ο Crivello (1987) ανέφεραν ότι το επαρκές εύρος για το K στα φύλλα που λαμβάνονται κατά την περίοδο άνθησης είναι μεταξύ 1,60% και 2,00%. Σύμφωνα με αυτό, μέρος των δεδομένων της διπλής αλληλεπίδρασης N x K εμπίπτει μόνο σε αυτό το εύρος. Από τις μέσες τιμές των δόσεων αζώτου, μόνο η N₃₂ το πρώτο έτος βρέθηκε εντός αυτού του εύρους, ενώ οι υπόλοιπες ήταν υψηλότερες. Το δεύτερο έτος, όλες οι τιμές βρέθηκαν εντός του εύρους. Όσον αφορά τις μέσες τιμές των δόσεων καλίου, το πρώτο έτος οι δόσεις K₀ και K₈, και το δεύτερο έτος όλες εκτός από το K₄₀ βρέθηκαν εντός του εύρους. Οι τιμές για τις δόσεις K₁₆ και άνω το πρώτο έτος, καθώς και το K₄₀ το δεύτερο έτος, θεωρήθηκαν υψηλές σε σχέση με αυτό το εύρος. Το δεύτερο έτος, όλες οι δόσεις εκτός από το K₄₀ εμπίπτουν στο εν λόγω εύρος.

Σύμφωνα με την Anonim (2004), η επαρκής περιοχή πριν από την καρπόδεση είναι 2,0%-2,8%, και μέρος των δεδομένων μας θεωρείται επαρκές βάσει αυτής. Ωστόσο, το κατώτερο όριο εύρους αυτού (2,00%) είναι υψηλό σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

Ο Tarakcioglu και οι συνεργάτες του (2007) ανέφεραν ότι τα επίπεδα K στα φύλλα κατά την εν λόγω περίοδο κυμαίνονται από 1,00% έως 4,02%, ενώ ο Karakaya (2010) τα βρήκε 1,31% και 3,82%.

7.4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Ca ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Ca ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης με άζωτο και κάλιο στις συγκεντρώσεις ασβεστίου στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Από την ανάλυση διασποράς προέκυψε ότι και τις δύο χρονιές, η συνδυασμένη εφαρμογή αζωτούχας και καλιούχας λίπανσης καθώς και η κύρια επίδραση της καλιούχας λίπανσης στις συγκεντρώσεις Ca στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές, ενώ η επίδραση της αζωτούχας λίπανσης βρέθηκε στατιστικώς σημαντική.

Πίνακας 7.4. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τις συγκεντρώσεις Ca στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμοί ελευθερίας	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	9.569	3.190	47.80	0.000	3.508	1.169	12.56	0.000
K	5	0.700	0.140	2.10	0.075	0.394	0.079	0.85	0.521
N x K	15	1.113	0.074	1,11	0.362	2.444	0.163	1.75	0.060
Σφάλμα	72	4.804	0.067			6.706	0.093		
σύνολο	95	16.187				13.052			

Τα αποτελέσματα της δοκιμής Tukey και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Ca στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Τον πρώτο χρόνο, η συνδυασμένη εφαρμογή αζωτούχας και καλιούχας λίπανσης έδωσε τη μέγιστη συγκέντρωση Ca με 1,95% στην αγωγή N₂₄K₁₆, ενώ η ελάχιστη

συγκέντρωση ήταν 0,92% στην αγωγή N₁₆K₂₄. Το δεύτερο έτος, η μέγιστη συγκέντρωση Ca βρέθηκε στο 2,19% με την αγωγή N₁₆K₃₂ και η ελάχιστη στο 1,26% με την αγωγή N₈K₃₂.

Εξετάζοντας την επίδραση των δόσεων αζώτου, παρατηρήθηκε ότι το πρώτο έτος μόνο η δόση N₁₆ και το δεύτερο έτος η δόση N₈ παρείχαν στατιστικώς σημαντικά και χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης Ca, ενώ μεταξύ των υπολοίπων δόσεων N δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 7.4.1. Επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση Ca (%) των φύλλων κατά την πλήρη άνθηση.

ETH	ΔΟΣΕΙΣ K ANA KG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ANA K
2016	0	1.93	1.17	1.87	1.83	1.70
	8	1.92	0.95	1.80	1.49	1.54
	16	1.77	1.04	1.95	1.46	1.55
	24	1.50	0.92	1.93	1.47	1.45
	32	1.65	0.93	1.63	1.70	1.48
	40	1.50	0.97	1.65	1.71	1.46
	Μέση τιμή N	1.71 A	1.00 B	1.80 A	1.61 A	
2017	0	1.73	1.60	1.90	1.52	1.69
	8	1.39	1.87	1.69	1.84	1.70
	16	1.29	2.04	1.78	1.73	1.71
	24	1.28	2.02	1.75	1.53	1.65
	32	1.26	2.19	1.73	2.02	1.80
	40	1.31	1.58	1.90	1.58	1.59
	Μέση τιμή N	1.38 B	1.88 A	1.79 A	1.70 A	

Κατά το πρώτο έτος, γενικά, παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης Ca στα φύλλα με την αύξηση των δόσεων καλίου (K), ενώ το δεύτερο έτος η μεταβολή ήταν ακανόνιστη. Την πρώτη χρονιά, οι υψηλότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στις δόσεις K₀ και K₁₆, ενώ οι χαμηλότερες στις K₂₄ και K₄₀. Το δεύτερο έτος, οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στις δόσεις K₃₂ και K₁₆, ενώ η χαμηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στη δόση K₄₀.

Ο Testolin και ο Crivello (1987) προσδιόρισαν το επαρκές εύρος συγκέντρωσης Ca στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση στο 2,50-3,00%. Σύμφωνα με αυτό, σχεδόν όλα τα δεδομένα μας βρίσκονται κάτω από το εύρος. Αντίθετα, σύμφωνα με τον Anonim (2004), το εύρος επάρκειας 1,35-2,50% που αναφέρεται πριν την καρπόδεση κρίνεται επαρκές για τις τιμές του διπλού συνδυασμού N x K, με λίγες εξαιρέσεις. Από άποψη μέσων τιμών των δόσεων αζώτου, κατά το πρώτο έτος όλες οι δόσεις εκτός από την N₁₆ ήταν επαρκείς, ενώ από άποψη μέσων τιμών των δόσεων καλίου, όλες οι δόσεις κρίθηκαν επαρκείς.

7.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Mg ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Mg ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς που δείχνουν την επίδραση της εφαρμογής αζωτούχων και καλιούχων λιπασμάτων σε αυξανόμενα επίπεδα στη συγκέντρωση Mg στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Κατά τα δύο έτη, οι συνδυασμοί δόσεων N και K, καθώς και οι δόσεις καλίου, δεν είχαν σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση Mg των φύλλων. Ωστόσο, η κύρια επίδραση των δόσεων αζώτου ήταν σημαντική.

Πίνακας 7.5. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για της συγκεντρώσεις Mg στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	0.034	0.011	3.16	0.030	0.271	0.090	103.64	0.000
K	5	0.009	0.002	0.49	0.783	0.009	0.002	2.08	0.078
N x K	15	0.018	0.001	0.34	0.989	0.022	0.001	1.71	0.069
Σφάλμα	72	0.257	0.004			0.063	0.001		
σύνολο	95	0.318				0.365			

Τα αποτελέσματα του τεστ Tukey και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση Mg στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση δίνονται στον Πίνακα. Κατά το πρώτο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση Mg παρατηρήθηκε στον συνδυασμό $N_{24}K_{16}$ με 0,471%, ενώ η χαμηλότερη στο $N_{16}K_{32}$ με 0,374%. Κατά το δεύτερο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση Mg καταγράφηκε στο $N_{24}K_0$ με 0,351%, ενώ οι χαμηλότερες τιμές σημειώθηκαν στο N_8K_{16} με 0,182% και στο N_8K_8 με 0,184%.

Η συγκέντρωση Mg στα φύλλα αυξήθηκε μέχρι τη δόση N_{24} και στη συνέχεια μειώθηκε. Το πρώτο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση N_{24} , ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δόσεων N_8 και N_{32} . Η χαμηλότερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στη δόση N_{16} , το δεύτερο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε ξανά στη

δόση N₂₄ και η χαμηλότερη στο N₈. Και στα δύο έτη, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης Mg μέχρι τη δόση N₁₆, ακολουθούμενη από μείωση.

Με την αύξηση των δόσεων K, η συγκέντρωση Mg στα φύλλα μειώθηκε ακανόνιστα και μη σημαντικά. Το πρώτο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση K₀ και οι χαμηλότερες στις δόσεις K₃₂ και K₄₀, ενώ το δεύτερο έτος, η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε και πάλι στο K₀ και η χαμηλότερη στο K₄₀.

Πίνακας 7.5.1

ΕΤΗ	ΔΟΣΕΙΣ K ANA KG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ANA K
2016	0	0.458	0.411	0.442	0.453	0.441
	8	0.409	0.392	0.448	0.428	0.419
	16	0.408	0.396	0.471	0.411	0.422
	24	0.388	0.416	0.455	0.429	0.422
	32	0.403	0.374	0.439	0.426	0.411
	40	0.389	0.418	0.447	0.407	0.415
	Μέση τιμή N	0.409 AB	0.401 B	0.450 A	0.426 AB	
2017	0	0.217	0.218	0.351	0.322	0.277
	8	0.184	0.251	0.345	0.310	0.273
	16	0.182	0.243	0.339	0.308	0.268
	24	0.208	0.247	0.344	0.275	0.269
	32	0.199	0.241	0.330	0.268	0.259
	40	0.205	0.217	0.333	0.234	0.247
	Μέση τιμή N	0.199 D	0.236 C	0.340 A	0.286 B	

Όλα τα δεδομένα του πρώτου έτους του πειράματος βρίσκονταν εντός του εύρους επάρκειας που καθορίστηκε από τους Testolin και Crivello (1987) (0,35-0,70%), ενώ σχεδόν όλα τα δεδομένα του δεύτερου έτους βρέθηκαν εκτός αυτού του εύρους (καθώς ήταν στο 0,35% ή χαμηλότερα). Επειδή η χαμηλότερη τιμή του πρώτου έτους ήταν 0,37%, η πλειονότητα των δεδομένων βρισκόταν πάνω από το εύρος 0,25-0,40% που ορίστηκε από τον Anonim (2004). Αντίθετα, η πλειονότητα των δεδομένων του δεύτερου έτους ήταν εντός αυτού του εύρους. Όσον αφορά τις μέσες τιμές των δόσεων N κατά το δεύτερο έτος, οι δόσεις N₈ και N₁₆ δεν κατάφεραν να εμπίπτουν σε αυτό το εύρος.

7.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Fe ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Fe ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς που δείχνουν την επίδραση της αυξανόμενης δόσης αζωτούχων και καλιούχων λιπασμάτων στις συγκεντρώσεις Fe στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.6. Μεταξύ των εφαρμογών λίπανσης, μόνο το κύριο αποτέλεσμα των δόσεων N και K κατά το δεύτερο έτος βρέθηκε στατιστικώς σημαντικό.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμίδες ελευθερίας	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	518	173	1.27	0.292	4734	1578	26.55	0.000
K	5	167	33	0.25	0.941	1509	302	5.08	0.000
N x K	15	1282	85	0.63	0.843	1267	84	1.42	0.161
Σφάλμα	72	9814	136			4279	59		
σύνολο	95	11782				11789			

Τα αποτελέσματα του Tukey test καθώς και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Fe στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα.

Πίνακας 7.6.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Fe στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ	ΔΟΣΕΙΣ Κ ΑΝΑ ΚG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ Κ
2016	0	73.43	73.18	79.70	80.93	76.81
	8	64.40	77.68	80.25	70.98	73.33
	16	77.98	69.78	74.08	74.63	74.11
	24	66.00	68.58	75.90	79.53	72.50
	32	76.20	73.38	77.80	69.53	74.22
	40	76.12	69.40	79.23	72.19	74.24
	Μέση τιμή N	72.35	72.00	77.83	74.63	
2017	0	65.60	53.43	69.56	67.33	63.98 A
	8	58.98	52.98	62.35	68.90	60.80 A
	16	57.43	55.65	67.25	64.28	61.15 A
	24	56.50	41.53	66.02	70.08	58.53 AB
	32	61.58	42.65	73.43	60.40	59.51 A
	40	47.90	43.30	59.90	53.55	51.16 B
	Μέση τιμή N	58.00 B	48.25 C	66.42 A	64.09 A	

Όσον αφορά τους συνδυασμούς δόσεων αζώτου και καλίου, το πρώτο έτος η υψηλότερη συγκέντρωση Fe προσδιορίστηκε στο $N_{32}K_0$ με 80.93 mg kg^{-1} , ενώ η χαμηλότερη στο N_8K_8 με 64.40 mg kg^{-1} . Το δεύτερο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση καταγράφηκε στο $N_{24}K_{32}$ με 73.43 mg kg^{-1} και η χαμηλότερη στο $N_{16}K_{24}$ με 41.53 mg kg^{-1} . Και στα δύο έτη, οι κοινοί υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στον συνδυασμό $N_{24}K_0$, ενώ η χαμηλότερη στον συνδυασμό $N_{16}K_{24}$.

Οι συγκεντρώσεις Fe στα φύλλα αυξήθηκαν γενικά και στα δύο έτη με τις δόσεις αζωτούχου λιπάσματος (εκτός από το N_{16}). Και στα δύο έτη, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στο N_{24} , ενώ η χαμηλότερη στο N_{16} . Το δεύτερο έτος δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δόσεων N_{24} και N_{32} .

Με την αύξηση των δόσεων καλίου, οι συγκεντρώσεις Fe στα φύλλα και στα δύο έτη ήταν χαμηλότερες σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Το πρώτο έτος, παρατηρήθηκαν διάφορες διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις Fe στα φύλλα με την αύξηση των δόσεων K, ενώ το δεύτερο έτος παρατηρήθηκε γενική μείωση. Την πρώτη χρονιά, η υψηλότερη τιμή καταγράφηκε στο K_0 και η χαμηλότερη στο K_{24} . Το δεύτερο έτος, εντοπίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά, με την υψηλότερη μέση τιμή στο K_0 και τη χαμηλότερη στο K_{40} . Δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των K_0 , K_8 , K_{16} και K_{32} το δεύτερο έτος. Και στα δύο έτη, η υψηλότερη τιμή προσδιορίστηκε στο K_0 .

Τα περισσότερα από τα δεδομένα βρέθηκαν κάτω από το εύρος επάρκειας που προσδιορίστηκε από τους Crivello και Testolin (1987), το οποίο κυμαίνεται μεταξύ $102\text{-}340 \text{ mg kg}^{-1}$. Σύμφωνα με τον Anonim (2004), το εύρος $60\text{-}150 \text{ mg kg}^{-1}$ πριν από την καρπόδεση θεωρείται επαρκές. Όλα τα δεδομένα του πρώτου έτους εμπίπτουν σε αυτό το εύρος. Ωστόσο, ένα μέρος των

δεδομένων του δεύτερου έτους ήταν κάτω από το όριο αυτό. Συγκεκριμένα, ορισμένοι διπλοί συνδυασμοί, όπως οι $N_{16}K_{24}$, $N_{16}K_{32}$ και $N_{24}K_{40}$, καθώς και οι δόσεις K_{24} και K_{40} (με το K_{32} να είναι οριακό), όπως και οι δόσεις N_8 και N_{16} , βρέθηκαν κάτω από το όριο των 60 mg kg⁻¹.

Οι Tarakcioglu και οι συνεργάτες του (2007) προσδιόρισαν περιεκτικότητα Fe στα φύλλα κατά την ίδια περίοδο στο εύρος 105.9-355.7 mg kg⁻¹, ενώ ο Karakaya (2010) ανέφερε εύρος 56.3-170 mg kg⁻¹. Οι Tagliavini και Rombola (2001) δήλωσαν ότι κατά την αρχή της άνοιξης παρατηρείται συχνά έλλειψη Fe και ότι η χλωρωτική κατάσταση λόγω Fe κατά την άνθηση και την καρπόδεση, ιδιαίτερα σε ακτινίδιο και αχλαδιά, μπορεί να προκαλέσει σοβαρές μειώσεις στην απόδοση.

7.7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Cu ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Cu ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης που δείχνουν την επίδραση της εφαρμογής αυξανόμενων επιπέδων αζωτούχων και καλιούχων λιπασμάτων στις συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης, οι συνδυασμοί των δόσεων N και K επηρέασαν στατιστικά σημαντικά τις συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα το πρώτο έτος, ενώ το δεύτερο έτος δεν υπήρξε σημαντική επίδραση. Και τα δύο έτη, η αζωτούχος λίπανση προκάλεσε σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα, ενώ η καλιούχος λίπανση δεν έδειξε σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.7. Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία ελευθερίας	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	247.5	82.5	40.52	0.000	118.2	39.4	20.99	0.000
K	5	9.9	2.0	0.97	0.439	20.3	4.1	2.17	0.067
N x K	15	64.8	4.3	2.12	0.018	30.3	2.0	1.08	0.393

Σφάλμα	72	146.6	2.0			135.1	1.9		
σύνολο	95	468.8				303.9			

Τα αποτελέσματα του τεστ Tukey και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα.

Πίνακας 7.7.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ	ΔΟΣΕΙΣ Κ ΑΝΑ ΚG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ Κ
2016	0	7.94	8.40	12.45	7.90	9.17
	8	9.40	7.66	11.75	7.87	9.17
	16	9.80	6.58	11.45	8.00	8.96
	24	7.68	6.30	12.95	8.25	8.79
	32	8.67	6.50	9.38	8.90	8.36
	40	7.64	6.38	10.37	9.38	8.44
	Μέση τιμή N	8.52	6.97	11.39	8.38	
2017	0	8.18	6.38	9.29	5.88	7.43
	8	7.73	6.13	7.59	6.25	6.92
	16	7.79	5.50	8.00	6.65	6.98
	24	7.75	4.08	8.02	6.35	6.55
	32	8.45	4.35	6.05	6.45	6.33
	40	7.05	4.40	7.13	5.55	6.03
	Μέση τιμή N	7.82	5.14	7.68	6.19	

Αν και υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δεδομένων των συνδυασμών δόσεων αζώτου και καλίου κατά το πρώτο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση Cu προσδιορίστηκε στα 12.95 mg kg⁻¹ με την εφαρμογή N₂₄K₂₄, ενώ η χαμηλότερη στα 6.30 mg kg⁻¹ με N₁₆K₂₄. Κατά το δεύτερο έτος, παρότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές, η υψηλότερη συγκέντρωση Cu ήταν 9.29 mg kg⁻¹ με N₂₄K₀ και η χαμηλότερη 4.08 mg kg⁻¹ με N₁₆K₂₄. Ο συνδυασμός λιπασμάτων N₂₄K₀ είναι η υψηλότερη κοινή αλληλεπίδραση και για τα δύο έτη.

Οι συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές με τις δόσεις αζώτου και στα δύο έτη, εμφανίζοντας αρχικά μείωση, στη συνέχεια αύξηση και πάλι μείωση. Την πρώτη χρονιά, η υψηλότερη μέση τιμή εντοπίστηκε στη δόση N₂₄ και η χαμηλότερη στη N₁₆, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των N₈ και N₃₂. Τη δεύτερη χρονιά, η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στη N₈ και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των N₈ και N₂₄.

Με την καλιούχο λίπανση, οι συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα γενικά μειώθηκαν και τα δύο έτη. Την πρώτη χρονιά, οι υψηλότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στις δόσεις K₀ και K₈, ενώ οι χαμηλότερες στις K₃₂ και K₄₀. Τη δεύτερη χρονιά, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση K₀ και η χαμηλότερη στη K₄₀.

Κατά το πρώτο έτος, σχεδόν όλα τα δεδομένα μας βρέθηκαν εντός του εύρους επάρκειας που αναφέρθηκε από τους Testolin και Crivello (1987), δηλαδή 6-22 mg kg⁻¹, ενώ κατά το δεύτερο έτος, ορισμένα δεδομένα βρέθηκαν κάτω από αυτό το εύρος. Το εύρος 10-20 mg kg⁻¹ που αναφέρεται από τον Anonim (2004) πριν την καρπόδεση θεωρείται υψηλό με βάση τα δεδομένα και μόνο ορισμένα δεδομένα εμπίπτουν σε αυτό το εύρος. Ο Tarakcioglu και οι συνεργάτες του (2007), σε μελέτη τους στην Ordu για το ακτινίδιο, ανέφεραν ότι οι συγκεντρώσεις Cu στα φύλλα κυμάνθηκαν μεταξύ 5.60-22.8 mg kg⁻¹ και διαπίστωσαν ότι τα επίπεδα Cu στα φύλλα ήταν επαρκή έως και υπερβολικά.

7.8 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Zn ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Zn ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς που δείχνουν την επίδραση των δόσεων λιπασμάτων αζώτου και καλίου στις συγκεντρώσεις ψευδαργύρου (Zn) στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, οι επιδράσεις των εφαρμογών λιπασμάτων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές κατά το πρώτο έτος, ενώ κατά το δεύτερο έτος βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 7.8. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τις συγκεντρώσεις ψευδαργύρου (Zn) στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία ελευθερίας	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	86.6	28.87	0.76	0.518	1653.0	550.99	21.15	0.000
K	5	168.9	33.77	0.89	0.490	384.3	76.85	2.95	0.018
N x K	15	832.3	55.49	1.47	0.140	791.8	52.79	2.03	0.025
Σφάλμα	72	2719.5	37.77			1875.3	26.05		
σύνολο	95	3807.3				4704.3			

Τα αποτελέσματα του τεστ Tukey καθώς και οι μέσες τιμές που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Zn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα.

Πίνακας 7.8.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Zn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ETH	ΔΟΣΕΙΣ K ANA KG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ANA K
2016	0	36.27	27.23	28.95	30.08	30.63
	8	35.18	30.38	33.73	26.23	31.38
	16	32.50	31.73	29.18	29.73	30.78
	24	24.08	27.25	32.13	29.98	28.36
	32	25.12	26.50	34.95	27.28	28.46
	40	31.30	29.18	23.45	28.67	28.15
	Μέση τιμή N	30.74	28.71	30.40	28.66	
2017	0	37.95	24.48	28.52	35.08	31.50
	8	33.03	23.90	21.93	34.80	28.41
	16	26.53	24.10	30.00	35.83	29.11
	24	22.68	23.63	27.87	32.85	26.76
	32	21.73	20.75	28.95	32.50	25.98
	40	23.20	18.45	27.40	34.25	25.83
	Μέση τιμή N	27.52	22.55	27.44	34.22	

Οι συγκεντρώσεις Zn στα φύλλα, υπό την επίδραση αυξανόμενων δόσεων αζωτούχου και καλιούχου λίπανσης, κατά το πρώτο έτος, βρέθηκαν να είναι υψηλότερες στη μεταχείριση N₈K₀ με 36,27 mg kg⁻¹ και χαμηλότερες στη μεταχείριση N₂₄K₄₀ με 23,45 mg kg⁻¹. Κατά το δεύτερο έτος, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δεδομένων, με τη μέγιστη τιμή να καταγράφεται στη μεταχείριση N₈K₀ και την ελάχιστη στη N₁₆K₄₀. Η μεταχείριση N₈K₀ παρουσίασε τη μέγιστη μέση τιμή και στα δύο έτη.

Όσον αφορά τις μέσες τιμές των δόσεων αζώτου, κατά το πρώτο έτος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση N₈, ενώ η χαμηλότερη στη δόση N₃₂. Αντίθετα, κατά το δεύτερο έτος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, με τη μέγιστη μέση τιμή να παρατηρείται στη δόση N₃₂. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων N₈ και N₂₄. Η χαμηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση N₁₆.

Οι συγκεντρώσεις Zn στα φύλλα παρουσίασαν διάφορες διακυμάνσεις ανάλογα με τις δόσεις καλίου και κατά τα δύο έτη, με τη γενική τάση να δείχνει τη χαμηλότερη τιμή στη δόση K₄₀. Κατά το πρώτο έτος, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση K₈ και η χαμηλότερη στη δόση K₄₀. Κατά το δεύτερο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή σημειώθηκε στη δόση K₀ και η χαμηλότερη και πάλι στη δόση K₄₀. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δόσεων K₈, K₁₆ και K₂₄ καθώς και μεταξύ K₃₂ και K₄₀.

Ο Testolin και ο Crivello (1987) ανέφεραν ότι το εύρος επάρκειας για το Zn στα φύλλα που συλλέγονται κατά την περίοδο της άνθησης κυμαίνεται μεταξύ 22-55 mg kg⁻¹. Σύμφωνα με αυτό, όλα τα δεδομένα του πρώτου έτους βρίσκονται εντός αυτού του εύρους, εκτός από τους συνδυασμούς N₁₆K₃₂ και N₁₆K₄₀. Σύμφωνα με τον Anonim (2004), η επάρκεια του Zn στα φύλλα πριν την καρπώδη αναφέρεται στο εύρος 20-60 mg kg⁻¹. Με βάση αυτό, όλα τα δεδομένα θεωρούνται επαρκή εκτός από τον συνδυασμό N₁₆K₄₀.

7.9 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Mn ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Mn ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς που δείχνουν την επίδραση των συνδυασμών δόσεων αζώτου και καλίου στις συγκεντρώσεις Mn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.9.

Πίνακας 7.9. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τις συγκεντρώσεις Mn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμολογία	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	80	26.6	0.75	0.527	398	132.8	5.18	0.003
K	5	372	74.4	2.10	0.076	317	63.3	2.47	0.040
N x K	15	1138	75.9	2.14	0.017	330	22.0	0.86	0.612
Σφάλμα	72	2556	35.5			1846	25.6		
σύνολο	95	4145				2891			

Ως αποτέλεσμα της ανάλυσης διασποράς, οι συνδυασμοί δόσεων αζώτου και καλίου βρέθηκαν στατιστικά σημαντικοί κατά το πρώτο έτος, ενώ κατά το δεύτερο έτος ήταν μη σημαντικοί. Οι κύριες επιδράσεις των δόσεων αζώτου και καλίου ήταν στατιστικά μη σημαντικές το πρώτο έτος, ενώ το δεύτερο έτος ήταν σημαντικές.

Τα αποτελέσματα της δοκιμής Tukey, που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Mn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση, καθώς και οι μέσες τιμές, παρουσιάζονται στον Πίνακα. Από τους συνδυασμούς των δόσεων αζώτου και καλίου, την πρώτη χρονιά, η υψηλότερη συγκέντρωση Mn παρατηρήθηκε στον συνδυασμό N₂₄K₈, ενώ η χαμηλότερη στον συνδυασμό N₁₆K₃₂. Τη δεύτερη χρονιά, η υψηλότερη συγκέντρωση Mn παρατηρήθηκε στον συνδυασμό N₁₆K₈, ενώ η χαμηλότερη στον συνδυασμό N₈K₀.

Κατά το πρώτο έτος της έρευνας, παρατηρήθηκαν μη σημαντικές διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις Mn στα φύλλα λόγω της αζωτούχας λίπανσης, ενώ κατά το δεύτερο έτος σημειώθηκε σημαντική αύξηση. Το πρώτο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε με τη δόση N₂₄ και η χαμηλότερη με τη δόση N₃₂. Το δεύτερο έτος, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δόσεων αζώτου, με τη μεγαλύτερη μέση τιμή να καταγράφεται στο N₃₂. Οι δόσεις N₃₂ και N₂₄ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε με τη δόση N₈.

Πίνακας 7.9.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Mn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ	ΔΟΣΕΙΣ Κ ΑΝΑ ΚG	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ Κ
2016	0	34.21	32.65	30.10	39.20	34.04
	8	28.63	36.90	42.57	29.97	34.52
	16	29.88	37.90	39.73	31.80	34.83
	24	39.48	33.45	38.33	36.23	36.87
	32	35.82	28.10	30.15	31.83	31.47
	40	34.10	30.68	31.15	28.86	31.20
	Μέση τιμή N	33.68	33.28	35.34	32.98	
2017	0	19.87	22.50	24.93	28.30	23.90
	8	22.05	31.03	27.00	30.98	27.76
	16	20.25	28.80	29.23	28.08	26.59
	24	27.75	24.60	30.12	29.73	28.05
	32	25.40	25.55	28.38	28.63	26.99
	40	21.43	24.68	24.43	23.03	23.39
	Μέση τιμή N	22.79	26.19	27.34	28.12	

Από την άποψη των δόσεων καλιούχου λίπανσης, κατά το πρώτο έτος η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στη δόση K₂₄ και η χαμηλότερη στη δόση K₄₀. Κατά το δεύτερο έτος, η

υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε επίσης στη δόση K₂₄, ενώ η χαμηλότερη στη δόση K₄₀. Και τα δύο έτη, η υψηλότερη μέση τιμή επιτεύχθηκε με τη δόση K₂₄ και η χαμηλότερη με τη δόση K₄₀.

Ο Testolin και ο Crivello (1987) ανέφεραν ότι το εύρος επάρκειας του Mn στα φύλλα κατά την περίοδο της άνθησης κυμαίνεται μεταξύ 56-94 mg kg⁻¹, ενώ σύμφωνα με τον Anonim (2004), πριν από την καρπώδηση, το επαρκές εύρος είναι 50-150 mg kg⁻¹. Τα δεδομένα της παρούσας μελέτης βρέθηκαν κάτω από τις τιμές αυτές.

Ο Tarakcioglu και οι συνεργάτες (2007), σε μελέτη που πραγματοποίησαν στην Ordu σχετικά με το ακτινίδιο, ανέφεραν ότι η περιεκτικότητα Mn στα φύλλα κυμάνθηκε μεταξύ 53.20-664 mg kg⁻¹ και ότι τα επίπεδα Mn στα φύλλα ήταν επαρκή έως και υπερβολικά.

7.10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Β ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Β ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΗ ΑΝΘΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, που δείχνουν την επίδραση των συνδυασμών δόσεων αζώτου και καλίου στις συγκεντρώσεις Β στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση, παρουσιάζονται στον Πίνακα. Διαπιστώθηκε ότι μόνο η επίδραση της αζωτούχας λίπανσης ήταν στατιστικά σημαντική και στα δύο έτη.

Πίνακας 7.10. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς για τις συγκεντρώσεις Β στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ETH		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017	2017
Πηγή διακύμανσης	Βαθμοί ελευθερίας	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P	Τετραγωνικό άθροισμα	Μέσο τετραγωνικό	F	P
N	3	542	180.7	3.24	0.027	548	182.8	5.03	0.003
K	5	504	100.9	1.81	0.122	364	72.7	2.00	0.089
N x K	15	548	36.6	0.66	0.817	304	20.2	0.56	0.898
Σφάλμα	72	4010	55.7			2616	36.3		
σύνολο	95	5605				3831			

Τα αποτελέσματα της δοκιμής Tukey, που δείχνουν την επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Β στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση, καθώς και οι μέσες τιμές, παρουσιάζονται στον Πίνακα. Από τους συνδυασμούς των δόσεων αζώτου και καλίου, κατά το πρώτο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση Β καταγράφηκε στον συνδυασμό N₁₆K₀, ενώ η χαμηλότερη στον συνδυασμό N₃₂K₂₄. Κατά το δεύτερο έτος, η υψηλότερη συγκέντρωση Β παρατηρήθηκε στον συνδυασμό N₁₆K₄₀, ενώ η χαμηλότερη στον συνδυασμό N₃₂K₈.

Η υψηλότερη μέση τιμή που θα μπορούσε να θεωρηθεί κοινή και για τα δύο έτη καταγράφηκε στον συνδυασμό N₁₆K₀, ενώ η χαμηλότερη στον συνδυασμό N₃₂K₂₄.

Πίνακας 7.10.1. Επίδραση της λίπανσης στις συγκεντρώσεις Β στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

ΕΤΗ	ΔΟΣΕΙΣ Κ ΑΝΑ ΚΓ	8	16	24	32	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ Κ
2016	0	44.32	48.63	46.33	42.23	45.38
	8	41.27	42.70	38.39	40.70	40.77
	16	43.58	44.54	42.43	36.67	41.80
	24	37.05	39.74	44.54	32.44	38.44
	32	45.57	35.83	42.62	35.13	39.79
	40	42.83	45.30	47.35	38.11	43.40
	Μέση τιμή N	42.44	42.79	43.61	37.55	
2017	0	41.44	44.11	36.68	38.76	40.25
	8	38.38	42.58	33.80	29.41	36.04
	16	41.44	40.48	38.57	35.64	39.03
	24	37.24	34.75	36.20	32.84	35.26
	32	38.19	38.70	36.47	34.94	37.08
	40	38.76	45.83	38.57	37.24	40.10
	Μέση τιμή N	39.24	41.08	36.72	34.81	

Με την εφαρμογή αυξανόμενων δόσεων αζώτου, οι συγκεντρώσεις Β στα φύλλα παρουσίασαν και τα δύο έτη αρχικά αυξητική και στη συνέχεια φθίνουσα τάση. Κατά το πρώτο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση N₂₄, ενώ η χαμηλότερη στη δόση N₃₂. Δεν

παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δόσεων N₈ και N₁₆. Το δεύτερο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δόση N₁₆, ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων N₈ και N₂₄. Η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε στη δόση N₃₂.

Η λίπανση με κάλιο προκάλεσε σχετικές μειώσεις στις συγκεντρώσεις B στα φύλλα και τα δύο έτη, με τιμές χαμηλότερες από την ομάδα ελέγχου. Κατά το πρώτο έτος, η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στη δόση K₀ και η χαμηλότερη στη δόση K₂₄. Οι συγκεντρώσεις B στα φύλλα παρουσίασαν μια φθίνουσα τάση προς τη δόση K₂₄ και στα δύο έτη, ακολουθούμενη από αυξητική και στη συνέχεια ξανά φθίνουσα τάση, η οποία τελικά μετατράπηκε σε αυξητική έως τη δόση K₄₀.

Ο Testolin και ο Crivello (1987) ανέφεραν ότι το εύρος επάρκειας για το B στα φύλλα που συλλέγονται κατά την περίοδο της άνθησης είναι 10-44 mg kg⁻¹. Σύμφωνα με αυτό, κατά το πρώτο έτος, ορισμένοι διπλοί συνδυασμοί και οι δόσεις K₀ βρέθηκαν πάνω από αυτό το εύρος, ενώ κατά το δεύτερο έτος μόνο ο συνδυασμός N16K40 ήταν πάνω από το αναφερόμενο εύρος.

Σύμφωνα με τον Anonim (2004), το επαρκές εύρος πριν την καρπόδεση ορίζεται ως 30-50 mg kg⁻¹. Κατά το δεύτερο έτος, όλες οι τιμές εμπίπτουν σε αυτό το εύρος, εκτός από τον συνδυασμό N32K8, ο οποίος βρέθηκε ελαφρώς χαμηλότερα.

Ο Tarakcioglu και οι συνεργάτες (2007), σε μελέτη που πραγματοποίησαν στην Ordu για το ακτινίδιο, διαπίστωσαν ότι οι συγκεντρώσεις B στα φύλλα κυμαίνονταν από 34-79.5 mg kg⁻¹ και ανέφεραν ότι τα επίπεδα βορίου στα φύλλα ήταν επαρκή έως υπερβολικά.

8. ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ (N) ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της συγκέντρωσης του αζώτου (N) στα φύλλα και των ιδιοτήτων απόδοσης και ποιότητας για το έτος 2016 παρουσιάζονται στον Πίνακα.

Πίνακας 8.1. Σχέσεις μεταξύ της συγκέντρωσης αζώτου (N) στα φύλλα και των ιδιοτήτων απόδοσης και ποιότητας κατά το έτος 2016.

ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΣΤΩΝ

ΚΡΙΤΗΡΙ Α ΑΠΟΔΟΣ ΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤ ΑΣ	ΚΑΡΠΟΦ ΟΡΟΙ ΒΛΑΣΤΟΙ	ΚΑΡΠΟΦ ΟΡΟΙ ΒΛΑΣΤΟΙ	ΚΑΡΠΟΦ ΟΡΟΙ ΒΛΑΣΤΟΙ	ΚΑΡΠΟΦ ΟΡΟΙ ΒΛΑΣΤΟΙ	ΜΗ ΚΑΡΠΟΦ ΟΡΟΙ ΒΛΑΣΤΟΙ	ΜΗ ΚΑΡΠΟΦ ΟΡΟΙ ΒΛΑΣΤΟΙ
	Συνολική διαλυτότητ α	Συνολικός αριθμός καρπών	Σχηματισμ ός νεαρών βλαστών	Συγκομιδή	Σχηματισμ ός νεαρών βλαστών	Συγκομιδή

ΑΠΟΔΟΣΗ	-0.226	-0.127	0.007	-0.006	0.242	0.101
ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΟΥ	-0.018	-0.079	-0.088	-0.051	-0.019	0.060
ΒΙΤΑΜΙΝΗ C	0.110	0.243	0.268	0.313	0.387	0.268
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	-0.055	0.113	-0.065	0.056	0.000	-0.053
ΔΙΑΛΥΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	-0.018	0.028	-0.038	-0.219	-0.143	-0.300
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	-0.387	-0.303	-0.297	-0.416	-0.443	-0.331
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ	0.215	0.442	0.328	0.403	0.417	0.292
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ	-0.042	-0.037	0.01	-0.046	-0.116	-0.027
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΣΙΔΗΡΟΥ	-0.013	-0.097	-0.029	0.046	0.095	0.000
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ	-0.077	-0.242	-0.079	-0.162	-0.062	-0.113
ΦΛΟΙΟΣΛ (ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ)	0.007	-0.015	-0.001	0.146	0.178	0.075

ΦΛΟΙΟΣ C (ΧΡΩΜΑ ΤΙΚΟΣ ΚΟΡΕΣΜ ΟΣ)	-0.040	-0.086	-0.079	0.097	0.155	0.141
ΦΛΟΙΟΣ HUE (ΑΠΟΧΡ ΩΣΗ ΧΡΩΜΑΤ ΟΣ)	-0.082	-0.069	-0.028	0.161	0.348	0.235
ΣΑΡΚΑ L (ΦΩΤΕΙΝ ΟΤΗΤΑ ΣΑΡΚΑΣ)	-0.318	-0.260	-0.362	-0.191	-0.217	-0.260
ΣΑΡΚΑ C (ΧΡΩΜΑ ΤΙΚΟΣ ΚΟΡΕΣΜ ΟΣ ΣΑΡΚΑΣ)	-0.058	0.076	-0.035	-0.037	-0.119	-0.167
ΣΑΡΚΑ HUE (ΑΠΟΧΡ ΩΣΗ ΧΡΩΜΑΤ ΟΣ ΣΑΡΚΑΣ)	0.306	0.401	0.431	0.267	0.217	0.259

Κατά το πρώτο έτος, διαπιστώθηκε μια σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του αζώτου (N) στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση και της απόδοσης. Αντίθετα, κατά τη μέση περίοδο της βλαστικής ανάπτυξης, υπήρξε σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του N στα φύλλα των μη καρποφόρων βλαστών και της απόδοσης. Οι Sharma και Bhan (2005), καθώς και οι Chandel και Rana (2005), ανέφεραν ότι στην ακτινίδα υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας των φύλλων σε άζωτο και της απόδοσης.

Σημαντικές θετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ της περιεκτικότητας των καρπών σε βιταμίνη C και όλων των σταδίων ανάπτυξης, εκτός από την πλήρη άνθηση κατά το πρώτο έτος

Κατά την περίοδο συγκομιδής του πρώτου έτους, παρατηρήθηκε σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του N στα φύλλα, τόσο στους καρποφόρους όσο και στους μη καρποφόρους βλαστούς, και της περιεκτικότητας των καρπών σε διαλυτά στερεά. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν σημαντικές συσχετίσεις κατά τις υπόλοιπες περιόδους. Κατά το δεύτερο έτος, σημαντικές θετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μόνο κατά την πλήρη άνθηση και την περίοδο καρπόδεσης.

Κατά το πρώτο έτος της δοκιμής διαπιστώθηκε σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης N στα φύλλα και της ποσότητας TEA στους καρπούς σε όλες τις περιόδους. Το δεύτερο έτος, σημαντική αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε μόνο κατά τη συγκομιδή. Παρόλο που δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση στις άλλες περιόδους του δεύτερου έτους, οι συντελεστές συσχέτισης ήταν αρνητικοί.

Ο Prasad και ο Spiers (1991) ανέφεραν ότι κατά την περίοδο συγκομιδής του ακτινιδίου, το άζωτο στον καρπό και τα νιτρικά στο μίσχο των φύλλων σχετίζονται σημαντικά με τον ρυθμό μαλακώματος του καρπού και ότι η όψιμη εφαρμογή αζώτου αυξάνει τον ρυθμό μαλακώματος. Ο Johnson και οι συνεργάτες του (1997) διαπίστωσαν σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας των φύλλων σε άζωτο και της σκληρότητας της σάρκας των καρπών μετά από 2 και 4 μήνες αποθήκευσης στο ακτινίδιο.

Διαπιστώθηκαν σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ της συνολικής περιεκτικότητας των καρπών σε φαινολικές ενώσεις και της συγκέντρωσης αζώτου στα φύλλα σε όλες τις περιόδους του δεύτερου έτους, εκτός από την πλήρη άνθηση και τη συγκομιδή.

Επίσης, σημαντική θετική συσχέτιση διαπιστώθηκε μεταξύ του χρώματος της φλούδας των καρπών και της συγκέντρωσης αζώτου στα φύλλα μόνο κατά το πρώτο έτος. Ενώ σημαντική αρνητική συσχέτιση διαπιστώθηκε μεταξύ της τιμής C και της ίδιας περιόδου.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης που διερεύνησε την επίδραση διαφορετικών δόσεων αζωτούχων και καλιούχων λιπασμάτων στην απόδοση, σε ορισμένα χαρακτηριστικά ποιότητας των καρπών και στα επίπεδα θρεπτικών στοιχείων των φύλλων σε διαφορετικές περιόδους.

Η εφαρμογή αυξανόμενων δόσεων αζώτου προκάλεσε μείωση στην απόδοση, ενώ το κάλιο προκάλεσε μη σταθερή αύξηση στην απόδοση. Αυτές οι διακυμάνσεις θεωρείται ότι σχετίζονται με παράγοντες όπως η μεταφορά του K από το έδαφος στο φυτό και η κατάσταση ανάπτυξης του φυτού. Η μέση απόδοση κατά το πρώτο έτος καθορίστηκε στα 41,35 kg ανά δέντρο και το δεύτερο έτος στα 62,02 kg ανά δέντρο. Με το πρόγραμμα λίπανσης που εφαρμόστηκε, επιτεύχθηκε συνολική αύξηση κατά 50% το δεύτερο έτος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διετούς έρευνας, η υψηλότερη απόδοση επιτεύχθηκε με την εφαρμογή 24 kg N και 40 kg K₂O ανά στρέμμα και επίσης με 24 kg N και 8 kg K₂O. Η χαμηλότερη απόδοση καταγράφηκε με την εφαρμογή 8 kg N και 8 kg K₂O, καθώς και με 8 kg N και 0 kg K₂O. Σύμφωνα με τις μέσες αποδόσεις των δύο ετών για κάθε συνδυασμό, η υψηλότερη μέση απόδοση καταγράφηκε με την εφαρμογή 24 kg N και 40 kg K₂O ανά στρέμμα και η χαμηλότερη με την εφαρμογή 8 kg N και 8 kg K₂O.

Διαπιστώθηκαν σημαντικές αρνητικές σχέσεις μεταξύ της απόδοσης και των συγκεντρώσεων Fe, Zn και Mn στα φύλλα σε ορισμένες περιόδους, ενώ παρατηρήθηκαν σημαντικές θετικές σχέσεις με τις συγκεντρώσεις Mg και Cu. Γενικά, από τη συνολική αξιολόγηση προέκυψε ότι η απόδοση σχετίζεται αρνητικά με τις συγκεντρώσεις N, Fe, Zn και Mn στα φύλλα κατά την πλήρη άνθηση.

Διαπιστώθηκαν σημαντικές αρνητικές σχέσεις μεταξύ του μέσου βάρους των καρπών και των συγκεντρώσεων Mg, Fe και Zn στα φύλλα σε ορισμένες περιόδους, ενώ παρατηρήθηκαν σημαντικές θετικές σχέσεις με τις συγκεντρώσεις P, Ca, Cu και B. στα μέσα της περιόδου ανάπτυξης, διαπιστώθηκαν γενικά αρνητικές σχέσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων Mg, Fe, Zn και Mn στα φύλλα τόσο σε καρποφόρους όσο και σε μη καρποφόρους βλαστούς και του μέσου βάρους καρπών. Στην πλήρη άνθηση παρατηρήθηκε θετική σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων Ca και του μέσου βάρους καρπών.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C αυξήθηκε με την εφαρμογή λιπασμάτων καλίου έως μια συγκεκριμένη δόση και στη συνέχεια μειώθηκε. Αυτή η κατάσταση έδειξε ότι η υπερβολική λίπανση με κάλιο μειώνει την περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C. διαπιστώθηκαν σημαντικές θετικές σχέσεις μεταξύ της περιεκτικότητας των καρπών σε βιταμίνη C και των συγκεντρώσεων N, K, Mg και Mn στα φύλλα σε ορισμένες περιόδους, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική αρνητική σχέση με τη συγκέντρωση P. στους καρποφόρους βλαστούς, κατά τη μέση περίοδο της ανάπτυξης, διαπιστώθηκαν γενικά θετικές σχέσεις μεταξύ της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C και των συγκεντρώσεων Ca, Fe και Zn στα φύλλα.

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η ποσότητα των υδατοδιαλυτών στερεών μειώθηκε με την εφαρμογή υψηλών δόσεων λιπάσματος καλίου. Παρατηρήθηκαν σημαντικές θετικές σχέσεις μεταξύ των υδατοδιαλυτών τιμών και των συγκεντρώσεων Ca, Mg, Cu, Zn και Mn στα φύλλα σε ορισμένες περιόδους, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική αρνητική σχέση με τις συγκεντρώσεις K.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι με την εφαρμογή αυξημένων επιπέδων αζωτούχου και καλιούχου λίπανσης, η τιτλοδοτήσιμη οξύτητα του ακτινιδίου μειώθηκε γενικά. Παρατηρήθηκαν σημαντικές θετικές σχέσεις μεταξύ τιτλοδοτήσιμης οξύτητας και των συγκεντρώσεων Zn στα φύλλα, καθώς και σημαντικές αρνητικές σχέσεις με τις συγκεντρώσεις N, K και Fe.

Σημαντικές αρνητικές σχέσεις διαπιστώθηκαν μεταξύ της σκληρότητας της σάρκας των καρπών και των συγκεντρώσεων P, Fe και Mn στα φύλλα σε ορισμένες περιόδους. Στους καρποφόρους βλαστούς, κατά την περίοδο της συγκομιδής, παρατηρήθηκε επίσης σημαντική θετική σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης Mg στα φύλλα και της σκληρότητας της σάρκας των καρπών.

Η συνολική περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικές ενώσεις αυξήθηκε με την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης, ενώ με την καλιούχο λίπανση παρατηρήθηκε γενικά ακανόνιστη αύξηση πάνω από τα επίπεδα του μάρτυρα. Διαπιστώθηκαν σημαντικές θετικές σχέσεις μεταξύ της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις και των συγκεντρώσεων N, Mg και Mn στα φύλλα σε ορισμένες περιόδους, ενώ παρατηρήθηκαν σημαντικές αρνητικές σχέσεις με τις συγκεντρώσεις P και Cu. Κατά την περίοδο της συγκομιδής παρατηρήθηκαν γενικά θετικές σχέσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων N, Mg, Zn και Mn στα φύλλα και της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις. Στα μέσα της περιόδου ανάπτυξης διαπιστώθηκαν αρνητικές σχέσεις με τις συγκεντρώσεις P και K.

Η συνολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα των καρπών παρουσίασε τη μέγιστη τιμή της με λίπανση καλίου (K) σε συγκεκριμένη δόση, και μειώθηκε με περαιτέρω αύξηση της δόσης. Αυτό δείχνει ότι η συνολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα αυξάνεται έως ένα ορισμένο επίπεδο με την εφαρμογή καλίου, ενώ σε υψηλότερες δόσεις μπορεί να μειώνεται. Με την

αζωτούχο λίπανση παρατηρήθηκε μείωση το πρώτο έτος, ενώ το δεύτερο έτος υπήρξε αύξηση. Σημαντικές θετικές συσχετίσεις εντοπίστηκαν μεταξύ της συνολικής αντιοξειδωτικής δραστηριότητας και των συγκεντρώσεων Mg, Fe και Mn στα φύλλα κατά ορισμένες περιόδους, ενώ παρατηρήθηκαν αρνητικές συσχετίσεις με τις συγκεντρώσεις P, Cu και B. κατά τις περιόδους πλήρους άνθισης και καρπόδεσης, οι συγκεντρώσεις P και B παρουσίασαν γενικά αρνητική σχέση με τη συνολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα, ενώ κατά τη μέση της περιόδου ανάπτυξης παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις με τις συγκεντρώσεις Fe και Mn.

Η επίδραση της αζωτούχας και της καλιούχας λίπανσης στις τιμές χρώματος της φλούδας και της σάρκας του καρπού ακτινιδίου ήταν διαφορετική μεταξύ τους.

Με την αύξηση της αζωτούχας λίπανσης, διαπιστώθηκε ότι η συνολική συγκέντρωση αζώτου (N) στα φύλλα αυξήθηκε γενικά με σταθερό και σημαντικό τρόπο σε όλες τις περιόδους. Οι συγκεντρώσεις του συνολικού αζώτου στα φύλλα παρουσίασαν τάση μείωσης από την περίοδο άνθισης έως τη συγκομιδή εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις κατά την περίοδο συγκομιδής του πρώτου έτους, σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας τα φυτά διέθεταν επαρκή επίπεδα αζώτου. Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις του συνολικού αζώτου στα φύλλα παρουσίασαν ακανόνιστη κατανομή με την εφαρμογή αυξανόμενων ποσοτήτων καλιούχου λίπανσης.

Διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή καλιούχου λίπανσης σε αυξανόμενα επίπεδα αύξησε κατά κανόνα με σταθερό και σημαντικό τρόπο τη συνολική συγκέντρωση καλίου (K) στα φύλλα. Οι συγκεντρώσεις K στα φύλλα κυμαίνονταν γενικά εντός των προτεινόμενων τιμών αναφοράς, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα φυτά ακτινιδίου ήταν επαρκώς εφοδιασμένα σε κάλιο. Παρατηρήθηκε επίσης τάση μείωσης των συγκεντρώσεων K στα φύλλα κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, ενώ κατά τα μέσα της καλλιεργητικής περιόδου και την περίοδο συγκομιδής, τα φύλλα των μη καρποφόρων βλαστών παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις καλίου.

Ως αποτέλεσμα της λίπανσης, διαπιστώθηκε ότι οι συνολικές συγκεντρώσεις φωσφόρου (P) στα φύλλα παρουσίασαν ακανόνιστη κατανομή και τάση μείωσης έως τα μέσα της καλλιεργητικής περιόδου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκαν. Σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας (εκτός της συγκομιδής), οι συγκεντρώσεις του συνολικού P στα φύλλα βρέθηκαν γενικά σε επαρκή επίπεδα σύμφωνα με τις καθορισμένες τιμές αναφοράς.

Διαπιστώθηκε ότι οι συνολικές συγκεντρώσεις ασβεστίου (Ca) στα φύλλα μειώθηκαν γενικά με την εφαρμογή καλιούχου λίπανσης, ενώ παρουσίασαν ακανόνιστη κατανομή με τη χρήση αζωτούχου λίπανσης. Οι συγκεντρώσεις Ca στα φύλλα του ακτινιδίου έδειξαν συνεχή αυξητική τάση καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Κατά τις δύο πρώτες περιόδους παρατηρήθηκε έλλειψη, ενώ κατά τη δειγματοληψία στα μέσα της περιόδου κυμάνθηκαν εντός των ορίων επάρκειας. Στην τελευταία δειγματοληψία, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Ca καταγράφηκαν στις θεραπείες με χαμηλές δόσεις καλίου.

Με την εφαρμογή αυξανόμενων επιπέδων λίπανσης, παρατηρήθηκε ότι οι συνολικές συγκεντρώσεις μαγνησίου (Mg) στα φύλλα του ακτινιδίου αυξήθηκαν από την περίοδο της άνθισης έως την καρπόδεση, παρουσίασαν τάση μείωσης προς τα μέσα της καλλιεργητικής περιόδου και στη συνέχεια αυξήθηκαν ξανά έως τη συγκομιδή. Διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις Mg στα φύλλα κυμάνθηκαν γενικά εντός των ορίων επάρκειας, σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς που δίνονται από διάφορους ερευνητές.

Διαπιστώθηκε ότι οι συνολικές συγκεντρώσεις σιδήρου (Fe) στα φύλλα του φυτού ακτινιδίου παρουσίασαν απότομη αύξηση μεταξύ της άνθισης και της καρπώδεσης, ενώ στη συνέχεια ακολούθησαν σταδιακά αυξητική πορεία. Για το ακτινίδιο, κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου, η τιμή των 80 mg kg^{-1} προτείνεται γενικά ως τιμή αναφοράς. Τα φύλλα των καρποφόρων βλαστών βρέθηκαν να κυμαίνονται εντός των ορίων επάρκειας. Ο σίδηρος αποτελεί σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για το ακτινίδιο και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, συγκεντρώσεις κάτω από 60 mg kg^{-1} υποδηλώνουν έλλειψη.

Οι συνολικές συγκεντρώσεις χαλκού (Cu) στα φύλλα παρουσίασαν γενικά φθίνουσα τάση κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου, ενώ διαπιστώθηκε ότι το φυτό ακτινιδίου ήταν γενικά επαρκώς εφοδιασμένο σε χαλκό (άνω των 3 mg kg^{-1}).

Οι συνολικές συγκεντρώσεις ψευδαργύρου (Zn) στο φυτό ακτινιδίου παρουσίασαν φθίνουσα τάση από την άνθιση έως τη συγκομιδή, ενώ διαπιστώθηκε ότι το φυτό ήταν γενικά επαρκώς εφοδιασμένο σε Zn.

Οι συνολικές συγκεντρώσεις μαγγανίου (Mn) στα φύλλα του ακτινιδίου παρουσίασαν σταδιακή αύξηση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ωστόσο διαπιστώθηκε ότι το φυτό δεν ήταν επαρκώς εφοδιασμένο σε Mn ($<50 \text{ mg kg}^{-1}$).

Καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, οι συνολικές συγκεντρώσεις βορίου (B) στα φύλλα παρουσίασαν συνεχή αύξηση. Γενικά διαπιστώθηκε ότι η ακτινιδιά τρεφόταν επαρκώς ως προς το βόριο. Ωστόσο, το φυτό της ακτινιδιάς είναι ευαίσθητο στο βόριο και μπορεί να εμφανίσει τοξικά αποτελέσματα όταν η συγκέντρωση ξεπερνά τα 100 mg kg^{-1} .

Στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου, διαπιστώθηκε ότι οι μέσες συγκεντρώσεις των στοιχείων αζώτου (N), φωσφόρου (P), καλίου (K) και βορίου (B) στα φύλλα των καρποφόρων βλαστών ήταν χαμηλότερες σε σύγκριση με εκείνες των μη καρποφόρων βλαστών. Αντίθετα, οι μέσες συγκεντρώσεις ασβεστίου (Ca), μαγνησίου (Mg), σιδήρου (Fe), ψευδαργύρου (Zn) και μαγγανίου (Mn) ήταν υψηλότερες στους καρποφόρους βλαστούς. Κατά την περίοδο της συγκομιδής, οι συγκεντρώσεις N και B στα φύλλα των καρποφόρων βλαστών βρέθηκαν επίσης χαμηλότερες από αυτές των μη καρποφόρων βλαστών, ενώ οι συγκεντρώσεις P, K, Ca, Fe και Mn ήταν υψηλότερες.

Πριν από την έναρξη του πειράματος, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του εδάφους σε διαθέσιμο κάλιο (K), κατά το πρώτο έτος δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές επιδράσεις. Ωστόσο, κατά το δεύτερο έτος, στα δέντρα που δεν έλαβαν εφαρμογή καλίου, οι συγκεντρώσεις των στοιχείων φωσφόρου (P), καλίου (K), μαγνησίου (Mg) και βορίου (B) στα φύλλα παρουσίασαν γενικά μείωση σε σύγκριση με το πρώτο έτος, ενώ η συγκέντρωση μαγγανίου (Mn) στους καρποφόρους βλαστούς. Ιδιαίτερα κατά τις κρίσιμες φαινολογικές φάσεις της πλήρους άνθισης και της καρπώδεσης, καταγράφηκαν σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις καλίου (K) υπό υψηλές δόσεις αζώτου (N) (24 kg/στρ. και 32 kg/στρ.). Αντίθετα, κατά την περίοδο καρπώδεσης, οι υψηλές δόσεις αζώτου οδήγησαν σε αυξημένες συγκεντρώσεις ασβεστίου (Ca), γεγονός που υποδεικνύει ότι, καθώς μειώνεται η περιεκτικότητα του εδάφους σε K, επηρεάζονται αρνητικά όχι μόνο οι συγκεντρώσεις του K στα φύλλα αλλά και άλλων θρεπτικών στοιχείων, διαταράσσοντας έτσι τις θρεπτικές ισορροπίες του φυτού. Επιπλέον, κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο, ακόμη και στην υψηλότερη δόση καλίου, οι συγκεντρώσεις φωσφόρου (P) και μαγνησίου (Mg) στα φύλλα μειώθηκαν σε γενικές γραμμές.

Αντίστοιχες μειώσεις καταγράφηκαν και στις συγκεντρώσεις χαλκού (Cu) και μαγγανίου (Mn), αλλά μόνο στους καρποφόρους βλαστούς. Η μακροχρόνια εφαρμογή τέτοιων πρακτικών ενδέχεται να οδηγήσει σε περαιτέρω μείωση των συγκεντρώσεων αυτών των στοιχείων και να προκαλέσει προβλήματα θρεπτικής φύσεως στα φυτά.

Μετά τις φαινολογικές φάσεις της πλήρους άνθησης και της καρπόδεσης, παρατηρήθηκαν ελλείψεις ορισμένων θρεπτικών στοιχείων. Κατά συνέπεια, κρίνεται σκόπιμη και συνιστώμενη η εφαρμογή όλων των θρεπτικών στοιχείων εκτός του βορίου (B) μετά από τις εν λόγω φάσεις, προκειμένου να διασφαλιστεί η επαρκής θρέψη των φυτών.

Αναφορικά με τις μέσες αποδόσεις καρπών ανά συνδυασμό για τα δύο έτη, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των υψηλότερων και χαμηλότερων τιμών του μέσου βάρους καρπού. Ωστόσο, σύμφωνα με τους μέσους όρους των δύο ετών, ο συνδυασμός με 16 kg/στρ. αζώτου (N) και 32 kg/στρ. οξειδίου του καλίου (K₂O) παρήγαγε τη μεγαλύτερη απόδοση και το υψηλότερο μέσο βάρος καρπού. Ο εν λόγω συνδυασμός απέδωσε επίσης πολύ καλά αποτελέσματα ως προς τη σκληρότητα της σάρκας του καρπού και δεν διέφερε σημαντικά από υψηλότερες δόσεις όσον αφορά την κατάσταση θρέψης των φύλλων. Λαμβάνοντας υπόψη το κόστος των λιπασμάτων καθώς και τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της υπερλίπανσης στο περιβάλλον, συνάγεται ότι η εφαρμογή αυτού του συνδυασμού είναι οικονομικότερη και πιθανόν πιο συμφέρουσα για τον παραγωγό.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anonim. (2004). Kiwifruit, Crop Guide.

Bellitürk, K., Gülser, C., & Sonmez, F. (2007). Ure uygulamasinin topraklarda amonyum ve nitrat olusumuna etkisi. Anadolu Tarim Bilimleri Dergisi.

Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43(9), 434–438.

Bremner, J.M. (1965). Total nitrogen. In: Black, C.A. (Ed.), Methods of Soil Analysis.

- Bremner, J.M., & Krogmeier, M.J. (1988). Elimination of the adverse effects of urea fertilizer on seed germination, seedling growth, and early plant growth in soil. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 85(13), 4601-4604.
- Buwalda, J. G., & Smith, G. S. (1987). Accumulation and partitioning of dry matter and mineral nutrients in developing kiwifruit vines. *Tree Physiology*, 3(3), 295- 307.
- Buwalda, J. G., & Smith, G. 1. (1988). A mathematical model for predicting annual fertiliser requirements of kiwifruit vines. *Scientia Horticulturae*, 37(1-2), 71- 86.
- Caglar, K. (1949). Toprak Bilgisi. Ankara Universitesi Ziraat Fakultesi Yayin No: 10. Ankara.
- Clark, C. J., & Smith, G. S. (1987). Magnesium deficiency of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Plant and Soil*, 104(2), 281-289.
- Clark, C. J., & Smith, G. S. (1988). Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit 2. *Fruit. New Phytologist*, 108(4), 399-409.
- Costa, G., et al. (1997). Effect of nitrogen fertilization on fruiting and vegetative performance, fruit quality and post-harvest life of Kiwifruit cv Hayward. *Acta Horticulturae*, 444, 279-284.
- Crivello, F., & Testolin, R. (1987). Il kiwi suo Mondo. Fed. Reg. Colt. Dir. Veneto. Iripa.
- D'Evoli, L., et al. (2015). Nutritional traits and antioxidant capacity of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Planch., cv. Hayward) grown in Italy. *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 25-29.
- Drake, S.R., et al. (2002). Time of nitrogen application and its influence on 'golden delicious' apple yield and fruit quality. *Journal of Plant Nutrition*, 25(1), 143-157.
- FAO. (2021). Kiwifruit production and market trends. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ferguson, A. R., & Huang, H. (2007). Genetic resources of kiwifruit: domestication and breeding. *Horticultural Reviews*, 33, 1-121.
- Ferguson, A.R. (1980). Movement of mineral nutrients into the developing fruit of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 23(3), 349-353.
- Ferguson, A.R. (1987). Interactions: Management and nutrition of kiwifruit vines. *Journal of Plant Nutrition*, 10(9-16), 1531-1537.
- Ferguson, A.R., & Ferguson, L.R. (2003). Are kiwifruit really good for you ?. *Acta Horticulturae*, 610, 131-138.
- Green, S., et al. (2007). A water and nitrogen budget for 'Hort16A' kiwifruit vines. *Acta Horticulturae*, 753, 527-535).
- Grewelling, T., & Peech, M. (1960). Chemical soil tests. Cornell University. Agr. Expt. Station Bull.

Guroo, I., et al. (2017). A review of production and processing of kiwifruit. *Journal of Food Processing & Technology*, 8 (10).

Hera, C. (1995). The role of inorganic fertilizers and their management practices. *Fertilizer Research*, 43(1-3), 63-81.

Huang, H. (2016). *Kiwifruit: The Genus Actinidia*. Academic Press. 334 pp.

Itle, R.A., & Kabelka, E.A. (2009). Correlation Between L*a*b* Color Space Values and Carotenoid Content in Pumpkins and Squash (*Cucurbita* spp.). *American Society for Horticultural Science*, 44 (3), 633–637.

Jackson, M.L. (1962). *Soil Chemical Analysis*. Prentice- Hall.Inc.Eng. Chiff. USA.

Johnson, R.S., et al. (1997). Nitrogen influences kiwifruit storage life. *Acta Horticulturae*, 444, 285-290.

Karakaya, N. (2010). Ordu ilindeki bazı kivi bahçelerinin toprak ve yaprak analizleriyle besin elementlerinin düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.

Karaman, M.R. (2012). Bitki Besleme “Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim”. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi, Yayın No: 14021, Ankara, 1066 pp, 748-755.

Kacar, B., & Katkat, A.V. (2009). Bitki Besleme. Nobel yayın No:849, Fen Bilimleri:30, Ankara 300 s.

Khachi, S., et al. (2015). Study on comparative efficacy of bio-organic nutrients on plant growth, leaf nutrient contents and fruit quality attributes of kiwi fruit. *Journal of Applied and Natural Science*, 7(1), 175-181.

Konica Minolta. (2019). Identifying Color Differences Using L*a*b* or L*C*H* Coordinates.<https://sensing.konicaminolta.us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/> (Erişim tarihi:06.12.2019).

Kotze, W.A.G., & Villiers, O.T. (1989). Seasonal uptake and distribution of nutrient elements by kiwifruit vines 1. Macronutrients. *South African Journal Of Plant And Soil*, 6(4), 256-264.

Koutinas, N., et al. (2010). Effects of preharvest calcium foliar sprays on several fruit quality attributes and nutritional status of the kiwifruit cultivar Tsechelidis. *American Society for Horticultural Science*, 45(6), 984-987.

Lalatta, G., et al. (1990). Application of leaf analysis on kiwifruit orchards in Northern Italy. *Acta Horticulturae*, 282, 187-196.

Ledgard, S.F., & Smith, G.S. (1992). Fate of 15 N-labelled nitrogen fertilizer applied to kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) vines. *Plant and soil*, 147(1), 59-68.

Loupassaki, M., et al. (1997). Iron deficiency in kiwi and its correction by different methods. *Acta Horticulturae*, 444, 267-272.

Mozafar, A. (1993). Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 16(12), 2479-2506.

Οργανισμός Γεωργικών Εφαρμογών. (2019). Καλλιέργεια Ακτινιδίου. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Olsen, S.R., et al. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate.

Oregon State University. (2015). Growing Kiwifruit in Your Home Garden.

Ozturk, B., et al. (2019). Combined effects of aminoethoxyvinylglycine and MAP on the fruit quality of kiwifruit during cold storage and shelf life. *Scientia Horticulturae*, 251, 209-214.

Pinto, D., & Vilela, A. (2018). Kiwifruit, a botany, chemical and sensory approach a review. *Kiwifruit, A Botany, Chemical And Sensory Approach A Review*, 8(6), 383-390.

Prasad, M., & Spiers, T.M. (1991). The effect of nutrition on the storage quality of kiwifruit (a review). *Acta Horticulturae*, 297, 579-585.

Pratt, P.F. (1965). Methods of soil analysis. Part II. Chemical and Microbiological properties. In ed.C.A. Black. American Soc. of Agr.Inc.Pub. Agron Series. No;9. Madison. Wisconsin. USA.

Santoni, S., et al. (2014). Relationships between the leaf and fruit mineral compositions of *Actinidia deliciosa* var. Hayward according to nitrogen and potassium fertilization. *Food Chemistry*, 147, 269-271.

Savci, S. (2012). ant: chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(1), 73.

Shaviv, A. (2001). Advances in controlled-release fertilizers. *Advances in Agronomy*, (71), 1-49.

Sharma, R.K., et al. (2005). Foliar sampling techniques and seasonal variation in leaf nutrient contents of kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 696, 241-247.

Singletary, K. (2012). Kiwifruit: overview of potential health benefits. *Nutrition Today*, 47(3), 133-147.

Smith. G.S., et al. (1987). *Kiwifruit Nutrition, Diagnosis of Nutritional Disorders*. 2nd.Ed. Agpress Commun Ltd. Wellington, New Zealand, 60pp.

Smith, G.S., et al. (1988). Nutrient dynamics of a kiwifruit ecosystem. *Scientia Horticulturae*, 37: 87-109.

Sotiropoulos, T.E., et al. (2002). Seasonal variation and chemical composition of bleeding xylem sap of kiwifruit vines irrigated with high boron water. *Journal of Plant Nutrition*, 25:6, 1239-1248.

Sotomayor, C., et al. (2010). Boron dynamics related to fruit growth and seed production in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv. Hayward). *Ciencia E Investigación Agraria: Revista Latinoamericana De Ciencias De La Agricultura*, 37(1), 133-141.

Soyergin, S., et al. (2003). Doğu Marmara Bölgesinde Kivi. Bahçelerinin (*Actinidia Deliciosa* Chev.) Makro Besin Elementleri Açısından Beslenme Durumu. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 107-123.

Strik, B.C., & Cahn, H. (2000). Growing Kiwi Fruit. Oregon State University. Pub. EC. 1464.

Testoni, A., et al. (1990). Mineral nutrition influence on the yield and the quality of kiwi fruit. *Acta Horticulturae*, 282, 203-208.

Therios, I., et al. (1997). Seasonal variation of mineral composition of kiwifruit (*actinidia deliciosa*) in Northern Greece. *Acta Horticulturae*, 444 (1), 261-265.

Tsadilas, C.D., et al. (1997). Physicochemical characteristics of Greek soils on which kiwifruit are grown in relation to their properties. *Acta Horticulturae*, 444, 297-304.

Τσούλης, Γ. (2017). Δενδροκομία - Ειδικές Καλλιέργειες. Εκδόσεις Σταμούλη.

Uren, N.C. (1999). Üç boyutlu renk ölçme yöntemleri. *Gıda*, 24(3).

University of California Agriculture and Natural Resources (UCANR). Kiwifruit Production Manual.

Vajari, R., et al. (2018). Influence of late season foliar application of urea, boric acid and zinc sulfate on nitrogenous compounds concentration in the bud and flower of Hayward kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 242, 137-145.

Velemis, D., et al. (1995). Determination of desirable nutrient leaf levels for kiwifruit in Greece. *Acta Horticulturae*, 383, 385-392.

Von Bennewitz, E., et al. (2019). Seasonal Root, Shoot, and Fruit Growth Patterns in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* a. Chev.) in Central Chile. *Erwerbs-Obstbau*, 1-10.

Warrington, I.J., & Weston, G.C. (1990). Kiwifruit: Science and Management. Bennets Unit New Zealand. 576p.

Weinbaum, S.A., et al. (1992). Cause and consequences of Overfertilization in Orchards. *HortTechnology*, 2 (1), 112-132.