



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**‘Επίδραση πυριτικών σκευασμάτων στην ποιότητα και αντοχή στο
σχίσσιμο των καρπών κερασιάς’**

Πέτκου Ελισάβετ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μαλέτσικα Περσεφώνη

Βόλος, 2023

Τίτλος πτυχιακής εργασίας:
‘Επίδραση πυριτικών σκευασμάτων στην ποιότητα και αντοχή στο
σχίσσιμο των καρπών κερασιάς’

Τίτλος στην αγγλική γλώσσα: ‘Effect of silicon compounds on cherry
fruit quality and cracking susceptibility’

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- Μαλέτσικα Περσεφόνη, Επίκουρος Καθηγήτρια Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)
- Πετούμενου Δέσποινα, Επίκουρος Καθηγήτρια Αμπελουργίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)
- Τσιρόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Χημείας, Ανάλυσης και Προσδιορισμού Οργανικών Ουσιών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Υπεύθυνη δήλωση

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος».

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την συνεισφορά της επιβλέπουσας Καθηγήτριας μου κυρίας Περσεφόνης Μαλέτσικα. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας, την καθοδήγηση, την πολύτιμη βοήθεια και τον χρόνο που διέθεσε όλο αυτό το διάστημα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Ευαγγελία Παναγιωτάκη, μέλος Ε.ΔΙ.Π. του Π.Θ., την κα. Νικολίτσα Τομαρά, μέλος Ε.Τ.Ε.Π. του Π.Θ. και όλους τους συνεργάτες του εργαστηρίου Δενδροκομίας για τη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που μου έδωσε τη δυνατότητα να πραγματοποιήσω τις σπουδές μου στη σχολή της επιλογής μου και μου παρείχαν κάθε ηθική και υλική στήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Συγκεκριμένα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου και τον αδερφό που διέθεσαν τον πειραματικό αγρό στον οποίο πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη έρευνα αλλά και για τη πολύτιμη βοήθεια τους καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Σημαντικότητα και εξάπλωση της καλλιέργειας της κερασιάς	1
1.2 Ποικιλίες κερασιάς	1
1.3 Εδαφοκλιματικές συνθήκες	2
1.4 Καλλιεργητικές φροντίδες	3
1.5 Καινοτομίες στην καλλιέργεια της κερασιάς	4
1.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κερασιών και θρεπτική αξία	5
1.7 Σχίσσιμο κερασιών	6
1.8 Ρόλος K και Ca στην ποιότητα των κερασιών	8
1.9 Ρόλος ασβεστίου και πυριτίου ως βιοδιεγέρτες στα φυτά και η επίδρασή τους στην ποιότητα των καρπών	10
1.10 Συγκομιδή και συντήρηση των κερασιών	13
1.11 Σκοπός της εργασίας	14
2. Υλικά και μέθοδοι	15
2.1 Φυτικό υλικό και μεταχειρίσεις	15
2.2 Μετρήσεις ποιότητας καρπών	16
2.2.1 Βάρος καρπού	17
2.2.2 Χρώμα φλοιού	18
2.2.3 Δύναμη αποκοπής ποδίσκου	19
2.2.4 Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)	19
2.2.5 Οξύτητα χυμού	19
2.2.6 Λόγος της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού προς οξύτητα, ΔΣΣ/Οξύτητα	20
2.2.7 Ποσοστό % ξηράς ουσίας	20
2.3 Εκτίμηση της ευαισθησίας των κερασιών στο σχίσσιμο	20
2.4 Αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά καρπών	21
2.4.1 Προετοιμασία εκχυλίσματος	21
2.4.2 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά	22
2.4.3 Μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών	22
2.4.4 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικές ανθοκυάνες	23
2.5 Στατιστική επεξεργασία	23
3. Αποτελέσματα	24

3.1 Ποικιλία Τσολακέικα	24
3.1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κερασιών	24
3.1.2 Ευαισθησία των κερασιών στο σχίσμο	26
3.1.3 Αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά κερασιών	28
3.2 Ποικιλία Grace Star	28
3.2.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κερασιών	28
3.2.2 Ευαισθησία κερασιών στο σχίσμο	31
3.2.3 Αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά κερασιών	32
4. Συζήτηση	34
Συμπεράσματα	43
Βιβλιογραφία	45

Περίληψη

Το σχίσσιμο των κερασιών αποτελεί ένα από τα κύρια προβλήματα της καλλιέργειας της κερασιάς που ετησίως οδηγεί σε μεγάλες απώλειες της ηρτημένης παραγωγής. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της διαφυλλικής εφαρμογής εμπορικών σκευασμάτων ασβεστίου-πυριτίου και καλίου-πυριτίου στην αντοχή των κερασιών στο σχίσσιμο και αξιολογήθηκε η επίδρασή τους στα ποιοτικά και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά των κερασιών. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2022 στην αγροτική περιοχή της Έδεσσας σε εμπορικό οπωρώνα με κερασιές των ποικιλιών Τσολακέικα και Grace Star. Για τη μελέτη της αντοχής των κερασιών στο σχίσσιμο εκτιμήθηκε ο δείκτης σχισίματος των κερασιών τόσο σε καρπούς δένδρων που δέχτηκαν διαφυλλική εφαρμογή των πυριτικών σκευασμάτων αλλά και σε καρπούς (του μάρτυρα) οι οποίοι εμβάπτιστηκαν σε διαλύματα των πυριτικών σκευασμάτων και ακολούθησε η συντήρησή τους για 7 ημέρες στους 3 °C. Η διαφυλλική εφαρμογή των πυριτικών σκευασμάτων δεν βελτίωσε την αντοχή των κερασιών στο σχίσσιμο αλλά αύξησε τη δύναμη αποκοπής του ποδίσκου και στις δύο ποικιλίες. Επίσης, η εμβάπτιση των καρπών στα πυριτικά σκευάσματα δεν βελτίωσε την αντοχή των κερασιών στο σχίσσιμο μετά την έξοδό τους από τη συντήρηση. Η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων ασβεστίου-πυριτίου και καλίου-πυριτίου στα δένδρα της ποικιλίας Τσολακέικα αύξησε το βάρος καρπού, την περιεκτικότητα του χυμού των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ %), τον λόγο ΔΣΣ/Οξύτητα και το ποσοστό % ξηράς ουσίας του καρπού (Ξ.Ο.) ενώ το χρώμα του καρπού βελτιώθηκε μόνο στην περίπτωση της εφαρμογής του σκευάσματος καλίου-πυριτίου. Στην ποικιλία Grace Star η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων ασβεστίου-πυριτίου και καλίου-πυριτίου αύξησε του βάρος του καρπού και οδήγησε σε καρπούς με πιο φωτεινό και έντονο κόκκινο χρώμα, χαμηλότερα ΔΣΣ, λόγο ΔΣΣ/Οξύτητα και ποσοστό % Ξ.Ο. υποδεικνύοντας την καθυστέρηση της ωρίμανσης των καρπών σε σχέση με τον μάρτυρα. Η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων ασβεστίου-πυριτίου και καλίου-πυριτίου μείωσε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, δεν

επηρέασε ή μείωσε την αντιοξειδωτική ικανότητα και μείωσε της ολικές ανθοκυάνες των καρπών εκτός από την ποικιλία Τσολακέικα όπου η διαφυλλική εφαρμογή του σεκυάσματος καλίου-πυριτίου οδήγησε σε σημαντική αύξησή τους. Συμπερασματικά, η εφαρμογή των πυριτικών σκευασμάτων είχε διαφορετική επίδραση στην ποιότητα των κερασιών των δύο ποικιλιών και ενδεχομένως να εμπλέκεται στη διαδικασία ωρίμανσης των καρπών ενώ αύξησε την πρόσφυση του ποδίσκου στους καρπούς, χαρακτηριστικό που συνδέεται με την εμπορική αξία των κερασιών. Περαιτέρω μελέτη απαιτείται για τη βελτιστοποίηση του χρόνου και της συχνότητας εφαρμογής των πυριτικών σκευασμάτων κατά την ανάπτυξη του καρπού και σύμφωνα με την καλλιεργούμενη ποικιλία κερασιών.

Λέξεις κλειδιά: *Prunus avium*, ασβέστιο, κάλιο, πυρίτιο, χρώμα καρπών, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, αντιοξειδωτική ικανότητα καρπών

1. Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα και εξάπλωση της καλλιέργειας της κερασιάς

Η κερασιά ανήκει στην οικογένεια Rosacea, στο είδος *Prunus avium* L. Δεν είναι βέβαιη η ακριβής καταγωγή της, ωστόσο, η περιοχή της Μικράς Ασίας και πιο συγκεκριμένα η πόλη της Κερασούντας (στην οποία αποδίδουν και το όνομα) στην Ανατολία της σημερινής Τουρκίας, κοντά στη Μαύρη Θάλασσα είναι η επικρατέστερη εκδοχή για την καταγωγή της κερασιάς. Μια άλλη εκδοχή αποδίδει το όνομα της κερασιάς στη λέξη “κεραία”, εξαιτίας της ορθόκλαδης διαμόρφωσης του δένδρου. Καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα από τους προϊστορικούς χρόνους και μεταφέρθηκε από την Μικρά Ασία στην Ευρώπη το 72 π.χ. (Θεριός 2013). Τα κεράσια είναι μία από τις παλαιότερες καλλιέργειες οπωροφόρων δένδρων που χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά από τον άνθρωπο σύμφωνα με τα ευρήματα καρπών κερασιού που χρονολογούνται από το 5000-4000 π.χ. Η καλλιέργεια της κερασιάς για επαγγελματικούς σκοπούς ξεκίνησε τον 18^ο αιώνα (Blando and Oomah 2019). Το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργούμενων εκτάσεων κερασιάς συναντάται στο βόρειο ημισφαίριο, ωστόσο καλλιεργούμενες εκτάσεις με κερασιάς μπορούμε να συναντήσουμε και στο νότιο ημισφαίριο. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO η συνολική καλλιεργούμενη έκταση παγκοσμίως τα τελευταία πέντε χρόνια κυμαίνεται από 4.200.000 έως 4.510.000 στρέμματα περίπου (FAO 2023). Η αντίστοιχη έκταση στην Ελλάδα κυμαίνεται από 150.000 έως 200.000 στρέμματα. Η συνολική παραγωγή κυμαίνεται από 2.400.000 έως 2.700.000 τόνους παγκοσμίως, ενώ στην Ελλάδα η παραγωγή των κερασιών κυμαίνεται από 80.000 έως 93.000 τόνους (FAO 2023).

1.2 Ποικιλίες κερασιάς

Η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας κερασιάς είναι πολύ σημαντική πριν την εγκατάσταση ενός οπωρώνα. Η τοποθεσία του οπωρώνα, οι εδαφοκλιματικές

συνθήκες, η εποχή άνθισης και ωρίμανσης των καρπών είναι μερικοί από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική απόδοση και ποιότητα καρπών (Βασιλακάκης 2016).

Οι ποικιλίες της κερασιάς διακρίνονται ανάλογα με το χρώμα και το σχήμα του καρπού, τη σκληρότητα της σάρκας, το ασυμβίβαστο και με το αν είναι κανονικές ή νάνες (Βασιλακάκης 2016).

Οι σημαντικότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται παγκοσμίως είναι οι: Ferrovía, Bigarreau Burlat, Lapins, Malizia, Giorgia, Durone, Anellone, Van, Sweet Heart, Black Star (Blando and Oomah 2019).

Στην Ελλάδα οι σημαντικότερες ποικιλίες κερασιάς που καλλιεργούνται είναι οι: Τραγανά Εδέσσης, Τσολακέικα, Μπακιρτσέικα, Bigarreau Burlat, Lapins, Sweetheart, Ferrovía, Regina, Skeena (Βασιλακάκης 2016).

1.3 Εδαφοκλιματικές συνθήκες

Η κερασιά αναπτύσσεται καλύτερα σε εδάφη αμμοπηλώδη έως βαριά και καλλιεργείται χωρίς προβλήματα σε εδάφη ελαφρά όξινα ($\text{pH}=6$) ως αλκαλικά ($\text{pH}=8$) (Θεριός 2013). Οι περιοχές που ενδείκνυνται για την καλλιέργεια της κερασιάς είναι οι πλαγιές των βουνών καθώς σε αυτές τις περιοχές υπάρχει καλά στραγγιζόμενο έδαφος, υψηλή σχετική υγρασία, δροσιά το καλοκαίρι και όψιμη άνθιση ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος παγετών. Οι περιοχές με υγρό καλοκαίρι καλό θα είναι να αποφεύγονται έτσι ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος σχισίματος των καρπών (Βασιλακάκης 2016).

Οι απαιτήσεις της κερασιάς για τη διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών είναι, ανάλογα με την ποικιλία, 700-1500 ώρες σε θερμοκρασία κάτω των $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Χατζηχαρίσης και Καζαντζής 2014). Ιδανική θερμοκρασία για διακοπή του λήθαργου είναι $3,2-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ανάλογα με την ποικιλία (Βασιλακάκης 2016).

1.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι βασικές καλλιεργητικές φροντίδες που ακολουθούν οι παραγωγοί ετησίως είναι το κλάδεμα καρποφορίας, η λίπανση και η άρδευση των δένδρων.

Με το κλάδεμα καρποφορίας επιδιώκεται η διατήρηση του σχήματος διαμόρφωσης του δένδρου, η διατήρηση ζωνής ετήσιας βλάστησης και ικανοποιητικού αριθμού καρποφόρων οργάνων, η εξισορρόπηση βλάστησης και καρποφορίας, η διατήρηση της ζώνης καρποφορίας στους κεντρικούς άξονες, ο καλός φωτισμός και αερισμός της κόμης, οι υψηλές αποδόσεις και η παραγωγή καρπών εξαιρετικής ποιότητας (Χατζηχαρίσης και Καζαντζής 2014).

Η λίπανση στην κερασιά καθορίζεται από τη γονιμότητα και τη σύσταση του εδάφους. Για τον λόγο αυτό πρέπει να γίνεται εδαφολογική ανάλυση και φυλλοδιαγνωστική ώστε να καθορίζεται το σωστό πρόγραμμα λίπανσης της καλλιέργειας (Χατζηχαρίσης και Καζαντζής 2014). Γενικά η αζωτούχος λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται κάθε χρόνο και η απαιτούμενη ποσότητα να εφαρμόζεται σύμφωνα με το υποκείμενο, την ηλικία και την γονιμότητα του εδάφους. Η αζωτούχος λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του οπωρώνα γιατί η υπερβολική ποσότητα αζώτου οψιμίζει την ωρίμανση των καρπών και οδηγεί το δένδρο σε βλαστομανία (Βασιλακάκης 2016).

Την περίοδο της άνοιξης παρατηρούνται οι μεγαλύτερες ανάγκες νερού της καλλιέργειας κερασιάς, αυτό συμβαίνει λόγω της ανάπτυξης και της ωρίμανσης των καρπών σε μικρό χρονικό διάστημα. Επομένως η άρδευση πρέπει να αρχίζει νωρίς την Άνοιξη και να συνεχίζεται όλο το καλοκαίρι σε τακτά χρονικά διαστήματα. Όταν κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου δεν παρατηρούνται βροχοπτώσεις, η άρδευση συνιστάται να ξεκινά από την ανθοφορία και να σταματά πριν την έναρξη πτώσης των φύλλων (Καζαντζής και Μαρνασίδης 2013). Συνοπτικά εφαρμογή της άρδευσης πρέπει να γίνεται, πιο αραιά την άνοιξη και το φθινόπωρο, που παρατηρούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες και σε πιο τακτικά διαστήματα το καλοκαίρι, που παρατηρούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (Καζαντζής και Μαρνασίδης 2013).

1.5 Καινοτομίες στην καλλιέργεια της κερασιάς

Τα τελευταία χρόνια οι καινοτομίες και οι τεχνολογικές εξελίξεις της κερασιάς έχουν συμβάλλει αποτελεσματικά στη βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας των καρπών.

Η εισαγωγή και η χρήση πολλών νέων υποκειμένων, εκ των οποίων μερικά είναι πολύ νάνα, εισάγουν το δένδρο γρήγορα σε καρποφορία, προκαλούν νανισμό στο εμβόλιο, δίνουν τη δυνατότητα πυκνής φύτευσης και είναι ανθεκτικά σε εχθρούς και ασθένειες (Βασιλακάκης 2016). Μερικοί ακόμα στόχοι στη βελτίωση της κερασιάς με τη χρήση νάνων υποκειμένων είναι η αντοχή στο ψύχος και η ευρεία προσαρμοστικότητα σε εδαφικές συνθήκες (Θερίος 2013).

Ακόμα έχουν εισαχθεί πολλές νέες ποικιλίες με διαφορετική περίοδο ωρίμανσης, διαφορετικό μέγεθος καρπού και διαφορετική σκληρότητα σάρκας. Αυτό οδήγησε στην αυξημένη ποσότητα κερασιών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και την επέκταση της εμπορικής περιόδου (Βασιλακάκης 2016). Το μέγεθος του καρπού είναι ένα κρίσιμο ποιοτικό χαρακτηριστικό του καρπού, στο οποίο μία διαφορά στη διάμετρο μόλις 2 mm για τα νωπά φρούτα της αγοράς μπορεί να κάνει την οικονομική διαφορά μεταξύ κέρδους και ζημίας, επομένως, η ανάπτυξη των νέων ποικιλιών κερασιών με μεγάλους καρπούς αποτελεί σημαντικό στόχο της γενετικής βελτίωσης στην κερασιά. Όπως και άλλα είδη σπυροφόρων δένδρων, οι κερασιές μπορούν να παράγουν μια ορισμένη ποσότητα καρπών. Η δημιουργία ποικιλιών με υψηλό αγρονομικό δυναμικό που σημαίνει ποικιλίες ικανές να παράγουν επαρκή αριθμό καρπών και εμπορικό μέγεθος καρπού είναι ένας τρόπος αύξησης του κέρδους των παραγωγών κερασιών (Toivonen and Hampson 2012).

Τα συστήματα πυκνής φύτευσης σε συνδυασμό με το κατάλληλο σχήμα διαμόρφωσης της κόμης (κεντρικός άξονας, μονόκλωνο γραμμικό σύστημα) υπόσχονται υψηλή παραγωγή και άριστης ποιότητας καρπούς, με απαραίτητη προϋπόθεση ότι ο παραγωγός ακολουθεί τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες (Βασιλακάκης 2016).

Τέλος μια καινοτόμος καλλιεργητική πρακτική θα μπορούσε να θεωρηθεί το θερινό κλάδεμα των κερασιών. Έρευνες σε ποικιλία Grace Star έχουν δείξει ότι το θερινό κλάδεμα επηρεάζει την κατανομή των σακχάρων στο δέντρο,

καθώς μεταβάλλεται η κατανομή του φωτός στο δέντρο. Τα δέντρα που κλαδεύτηκαν το καλοκαίρι είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε γλυκόζη, φρουκτόζη, σορβιτόλη και σακχαρόζη στους ανθοφόρους οφθαλμούς, υψηλότερη περιεκτικότητα σε γλυκόζη και φρουκτόζη στα φύλλα και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε φρουκτόζη, σορβιτόλη και ολικά σάκχαρα στους καρπούς από ότι στα δέντρα που κλαδεύτηκαν κατά τον λήθαργο. Ένας ανθοφόρος οφθαλμός με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι μια καλή ένδειξη για υψηλή παραγωγή καρπών την επόμενη περίοδο συγκομιδής (Vosnjak et al. 2021).

1.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κερασιών και θρεπτική αξία

Τα κεράσια αποτελούν ένα φρούτο που εκτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές και λόγω της εποχικότητάς τους απολαμβάνουν υψηλές τιμές εμπορίας. Το κεράσι είναι μη κλιμακτηρικός καρπός και επομένως μετά τη συγκομιδή του η ποιότητά του δεν βελτιώνεται περαιτέρω ενώ αντιθέτως μπορεί να υποβαθμιστεί ταχύτατα λόγω της έντονης αναπνοής του καρπού και της απώλειας νερού από τον ποδίσκο (αφυδάτωση). Επομένως έχει μεγάλη σημασία η συγκομιδή των κερασιών να γίνεται στον κατάλληλο χρόνο ανάλογα με την ποικιλία. Ο καρπός είναι έτοιμος να συγκομιστεί όταν έχει αποκτήσει το χαρακτηριστικό χρώμα ωρίμανσης της κάθε ποικιλίας, υψηλή συγκέντρωση σε διαλυτά στερεά συστατικά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των καταναλωτών (Χατζηχαρίσης και Καζαντζής 2014).

Η ποιότητα των κερασιών βασίζεται στα εξωτερικά και εσωτερικά χαρακτηριστικά των κερασιών (Ricardo-Rodrigues et al. 2023).

Στα εξωτερικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται το χρώμα φλοιού και της σάρκας. Οι περισσότερες ποικιλίες έχουν χρώμα ανοιχτό έως βαθύ κόκκινο και εξαρτάται από την ποικιλία. Το χρώμα των καρπών επηρεάζεται επίσης από το υψόμετρο, το στάδιο ωρίμανσης κατά την συγκομιδή και από το φορτίο του δένδρου (Βασιλακάκης 2016). Το χρώμα καθορίζεται κυρίως από τη συγκέντρωση και την κατανομή των κόκκινων χρωστικών ουσιών, των ανθοκυανών στο φλοιό. Αλλαγές στο χρώμα του φλοιού συσχετίζονται θετικά

με τη συσσώρευση ανθοκυανών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των κερασιών (Blando and Oomah 2019). Επίσης εξωτερικό χαρακτηριστικό των καρπών είναι το μέγεθος, το οποίο επηρεάζεται από το φορτίο του δένδρου και από τις καλλιεργητικές φροντίδες και το σχήμα των καρπών το οποίο είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας και διακρίνεται σε στρογγυλό ή σε σχήμα καρδιάς (Βασιλακάκης 2016). Τέλος στα εξωτερικά χαρακτηριστικά των καρπών περιλαμβάνεται και η κατάσταση του ποδίσκου ο οποίος αποτελεί βασικό κριτήριο φρεσκάδας του καρπού (Βασιλακάκης 2016).

Στα εσωτερικά χαρακτηριστικά των καρπών περιλαμβάνονται η τραγανότητα της σάρκας, η οποία επηρεάζεται θετικά με το υψόμετρο. Επίσης η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά και σε οξέα είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας αλλά επηρεάζεται από το φορτίο του δένδρου, τις καλλιεργητικές φροντίδες και το στάδιο ωρίμανσης των καρπών. Τέλος η σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα αποτελεί βασικό ποιοτικό κριτήριο των κερασιών (Βασιλακάκης 2016).

Τα κεράσια είναι πλούσια πηγή πολυφαινολών και βιταμίνης C που έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Ο καρπός του κερασιού είναι μια πλούσια σε θρεπτικά συστατικά τροφή με σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες και σημαντικές ποσότητες σημαντικών θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των φυτικών ινών, πολυφαινολών, καροτενοειδών, βιταμίνης C και καλίου. Επιπλέον, τα κεράσια είναι καλή πηγή τρυπτοφάνης, σεροτονίνης και μελατονίνης. Πολλές έρευνες δείχνουν ότι η κατανάλωση κερασιών μείωσε τους δείκτες για τη φλεγμονή, τον μυϊκό πόνο που προκαλείται από την άσκηση και την αρτηριακή πίεση μετά την κατανάλωση κερασιών (Kelley et al. 2018). Τα σκούρα γλυκά κεράσια παρουσιάζουν υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε φαινολικά συστατικά κατά την ωρίμανση (Blando and Oomah 2019).

1.7 Σχίσσιμο κερασιών

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι καρποί της κερασιάς είναι το σχίσσιμο αυτών μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Το σχίσσιμο των καρπών καθιστά την παραγωγή μη βιώσιμη οικονομικά.

Οι παράγοντες που επιδρούν στο σχίσσιμο των κερασιών είναι: η ποικιλία, τα χαρακτηριστικά του καρπού, το στάδιο ωρίμανσης αυτού, το φορτίο των δένδρων, η διάρκεια και η ένταση των βροχοπτώσεων, η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους του οπωρώνα και γενικότερα οι επικρατούσες τοπικές κλιματικές συνθήκες (Καζαντζής και Χατζηχαρίσης 2014).

Το σχίσσιμο οφείλεται σε υπερβολική είσοδο νερού μέσω του ριζικού συστήματος ή μέσω του φλοιού του καρπού μετά από βροχή (Θέριος 2013). Όταν ο καρπός ωριμάζει παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας των σακχάρων (του οσμωτικού δυναμικού) και εφόσον παρατηρηθούν βροχοπτώσεις τότε εισέρχεται νερό στον καρπό, ο καρπός διογκώνεται και ο φλοιός σχάζει. Το σχίσσιμο εμφανίζεται είτε γύρω από τον ποδίσκο είτε στο άκρο και στα πλάγια του καρπού (Βασιλακάκης 2016).

Οι κλιματικοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και την ένταση του σχισίματος. Οι βροχοπτώσεις και η υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της συγκομιδής αυξάνουν το σχίσσιμο των καρπών. Επίσης η υψηλή θερμοκρασία αυξάνει το σχίσσιμο των καρπών, καθώς αυξάνει τον ρυθμό πρόσληψης νερού και διαπνοής των καρπών. Η επιλογή των υποκειμένων είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για τον έλεγχο του μεγέθους των δένδρων, αλλά μπορεί επίσης να επηρεάσει την πρόσληψη νερού. Το κλάδεμα προάγει το αυξημένο μέγεθος των καρπών, αλλά μπορεί επίσης να αυξήσει την ευαισθησία στο σχίσσιμο. Τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους και η άρδευση παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση του σχισίματος (Giorgia et al. 2018). Η επιλογή της ποικιλίας παίζει σημαντικό ρόλο στο σχίσσιμο των καρπών, καθώς οι τραγανόσαρκες ποικιλίες είναι πιο ευαίσθητες (Βασιλακάκης 2016). Τα χαρακτηριστικά των καρπών κάθε ποικιλίας, όπως το μέγεθος, το σχήμα, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και η σκληρότητα του φλοιού είναι σημαντικοί παράγοντες που εμπλέκονται στο σχίσσιμο των κερασιών (Correia et al. 2018).

Μετά το σχίσσιμο αναπτύσσεται φελλώδης ιστός, έπειτα η πληγή μολύνεται από μύκητες και βακτήρια με αποτέλεσμα την σήψη των καρπών (Βασιλακάκης 2016).

Για την πρόληψη του σχισίματος προτείνεται η χρήση αντιβροχικών μεμβρανών ώστε οι καρποί να προστατεύονται από τις βροχοπτώσεις. Ένα μεγάλο μειονέκτημα αυτού του συστήματος πρόληψης είναι το αυξημένο

κόστος εγκατάστασης, η υψηλή θερμοκρασία και υγρασία που δημιουργείται κάτω από αυτές τις μεμβράνες και μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές ασθένειες τόσο στα φύλλα όσο και τους καρπούς (Correia et al. 2018).

Επιπλέον συχνά χρησιμοποιούνται υδρόφοβες ενώσεις που περιορίζουν την πρόσληψη νερού καθώς και την απώλεια νερού, μειώνοντας τη διαπνοή των καρπών. Ωστόσο, αυτές οι ενώσεις έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο SSC καθώς περιορίζουν την ανταλλαγή αερίων (Correia et al. 2018).

Ακόμα πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση βιοδιεργετών μπορεί να μειώσει το σχίσσιμο των κερασιών. Ωστόσο σημαντικό ρόλο παίζει η δόση και ο χρόνος εφαρμογής των σκευασμάτων αυτών, καθώς μπορούν να επηρεαστούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (Correia et al. 2018).

1.8 Ρόλος K και Ca στην ποιότητα των κερασιών

Το κάλιο (K) παίζει σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των υδατανθράκων και στη σύνθεση του αμύλου, ακόμα βελτιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών και αυξάνει την αντοχή των φυτών στις ασθένειες (Θέριος 2019). Εκτός από το άζωτο (N), το κάλιο είναι ένα ανόργανο θρεπτικό συστατικό που απαιτείται περισσότερο από τα φυτά. Παρόλο που το κάλιο δεν εμπεριέχεται στη δομή κανενός οργανικού μορίου ή φυτού, εμπλέκεται σε πολλές βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες που είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των φυτών, την απόδοση και την ποιότητα (Yener and Ömer 2021). Παίζει σημαντικό ρόλο στην αφομοίωση του άνθρακα, στη μεταφορά πρωτεϊνών και σακχάρων, την ισορροπία του νερού, την ανάπτυξη των ριζών, την ενεργοποίηση των ενζύμων και τη φωτοσύνθεση. Με αυτές τις λειτουργίες, το κάλιο αυξάνει την αντοχή των φυτών στο ψύχος, στις ασθένειες και στα παράσιτα και συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του αζώτου. Εκτός από τις βιοχημικές λειτουργίες του, το κάλιο μειώνει τις φυσιολογικές διαταραχές αυξάνοντας την αντοχή του φυτού σε διάφορες συνθήκες καταπόνησης, όπως η ξηρασία, η χαμηλή θερμοκρασία και η αλατότητα (Yener and Ömer 2021). Ακόμη, το κάλιο επηρεάζει χαρακτηριστικά ποιότητας όπως το μέγεθος, το χρώμα, την εμφάνιση, τα

διαλυτά στερεά, την οξύτητα και την περιεκτικότητα των φρούτων σε βιταμίνες.

Το ασβέστιο (Ca) παίζει σημαντικό ρόλο στη προσυλλεκτική και μετασυλλεκτική φυσιολογία των φυτικών ιστών και οργάνων συμπεριλαμβανομένων των καρπών (Καζαντζής κ.α. 2020). Το ασβέστιο είναι ένα απαραίτητο μακροστοιχείο για την ανάπτυξη των φυτών και η απουσία του, σε ορισμένη περιεκτικότητα, οδηγεί σε δυσλειτουργίες των φυτών και των κυττάρων και τελικά σε κυτταρικό θάνατο. Η διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την αύξηση της περιεκτικότητας ασβεστίου στα φύλλα και τους καρπούς. Το ασβέστιο φαίνεται να σχετίζεται με την ποιότητα των καρπών, καθώς οι αναφορές δείχνουν θετική επίδραση στη σκληρότητα της σάρκας και στο μέγεθος των καρπών. Ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά, η οξύτητα, το μέσο βάρος, η απώλεια βάρους κατά την αποθήκευση, η αναπνοή, και η παραγωγή αιθυλενίου, είναι αμφιλεγόμενα έπειτα από διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου (Ziogas et. al. 2020).

Η τροφοπενία ασβεστίου είναι σπάνια, ωστόσο η ανισόρροπη απορρόφηση θρεπτικών προκαλεί συχνά μια έλλειψη του στοιχείου στα φρούτα. Τελευταίες έρευνες έδειξαν συσχέτιση της συγκέντρωσης ασβεστίου στην επιδερμίδα των καρπών κερασιάς με τη μειωμένη αποκοπή του ποδίσκου. Ταυτόχρονα παρατηρήθηκε αύξηση της σκληρότητας της σάρκας του φρούτου (Παστόπουλος et al. 2020). Στους καρπούς της κερασιάς, έχει αναφερθεί ότι το υψηλό ασβέστιο αυξάνει τη σκληρότητα του καρπού, μειώνει την ευαισθησία στο σχίσιμο, μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης σήψεων και διατηρεί το χρώμα των καρπών (Winkler and Knoche 2021). Στο βύσσινο, το ασβέστιο αναφέρεται ότι επηρεάζει θετικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως η φρεσκάδα και η ευαισθησία στο σχίσιμο (Winkler et al. 2020). Η διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου μπορεί να είναι αποτελεσματική για την αύξηση της συγκέντρωσης ασβεστίου στους καρπούς, όμως ο ψεκασμός ασβεστίου έχει αποδειχθεί ότι έχει χαμηλή αποτελεσματικότητα σε πολλές περιπτώσεις. Αυτό έχει αποδοθεί σε περιορισμούς όσον αφορά την πρόσληψη ασβεστίου, τα χαρακτηριστικά του φλοιού, την παρουσία και τη σύνθεση της επιδερμίδας, και μπορεί να σχετίζεται επίσης με τα χαμηλά ποσοστά μετάβασης του ασβεστίου στο φλοιό. Ορισμένες ασθένειες που

αποδίδονται στην έλλειψη ασβεστίου, συμπεριλαμβάνουν τη πικρή κηλίδωση στα μήλα και η σήψη του άνθους στην τομάτα και τα φρούτα (Davarpanah et. al. 2018).

1.9 Ρόλος ασβεστίου και πυριτίου ως βιοδιεγέρτες στα φυτά και η επίδρασή τους στην ποιότητα των καρπών

Σήμερα, η χρήση βιοδιεγερτών για τη μείωση των γεωργικών φαρμάκων αποτελεί σημαντική τάση στη γεωργία. Οι βιοδιεγέρτες αποτελούν μία καινοτόμο και δυναμική κατηγορία εισροών στη γεωργία, με μεγάλο πεδίο μελέτης που ανταποκρίνονται στις ανάγκες για την παραγωγή αειφόρων, υψηλής διατροφικής αξίας και υγιεινών προϊόντων με χαμηλότερες εισροές και μικρό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Οι βιοδιεγέρτες επιδρούν στον μεταβολισμό του κυττάρου, στη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων, στη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους και στην αύξηση της ρίζας. Αναφέρεται επίσης ο προστατευτικός ρόλος των βιοδιεγερτών στα φυτά μέσω της ενεργοποίησης του αντιοξειδωτικού μηχανισμού των φυτών και τον σχηματισμό φαινολικών συστατικών (Dini et al. 2020). Οι Rouphael και Colla (2020) πρότειναν έξι κατηγορίες μη-μικροβιακών και τρεις κατηγορίες μικροβιακών κατηγοριών βιοδιεγερτών με το πυρίτιο να αποτελεί έναν από τους βιοδιεγέρτες. Οι διάφορες κατηγορίες βιοδιεγερτών διαφορετικής προέλευσης και σύστασης μελετώνται τα τελευταία χρόνια ως προς την αποτελεσματικότητά τους, την ενίσχυση της αντοχής των φυτών σε αβιοτικές καταπονήσεις και στην αποτελεσματικότητα πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων.

Το ασβέστιο αποτελεί απαραίτητο μακροστοιχείο για τις δενδρώδεις και κηπευτικές καλλιέργειες διαδραματίζοντας ένα σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση των καρπών μέσω φυσικών και βιοχημικών μηχανισμών (Aghdam et al., 2012). Το ασβέστιο είναι ένα δομικό στοιχείο του κυτταρικού τοιχώματος των φυτών, λειτουργώντας ως συγκολλητική ουσία στη διασύνδεση των πηκτινών μεταξύ τους βοηθώντας έτσι στη διατήρηση της συνεκτικότητας του καρπού. Επίσης, εμπλέκεται στη διατήρηση της ακεραιότητας των μεμβρανών. Το ασβέστιο ενώ μετακινείται αρκετά εύκολα στο ξύλωμα και εύκολα φτάνει στους διαπνέοντες ιστούς, η χαμηλή κινητικότητα του ασβεστίου στο φλοιώμα

θεωρείται η κύρια αιτία έλλειψης του ασβεστίου σε ιστούς που διακρίνονται από χαμηλό ρυθμό διαπνοής όπως είναι οι καρποί (Zocchi and Mignani 1995).

Ακόμα, η χαμηλή συγκέντρωση ασβεστίου στους καρπούς μπορεί να είναι αποτέλεσμα του ανταγωνιστικού ρόλου που διαδραματίζουν άλλα θρεπτικά στοιχεία (π.χ. κάλιο και μαγνήσιο) στην πρόσληψη του ασβεστίου από τα φυτά. Οι εφαρμογές ασβεστίου (ως χλωριούχο ασβέστιο ή νιτρικό ασβέστιο) στον φυτικό ιστό είναι σήμερα η πιο συνηθισμένη τεχνική για την ενίσχυση της συγκέντρωσης ασβεστίου στους καρπούς. Η αποτελεσματικότητα αυτής της τεχνικής είναι συχνά απρόβλεπτη, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από διάφορους παράγοντες που αλληλεπιδρούν, όπως ο αριθμός των εφαρμογών, η χρησιμοποιούμενη συγκέντρωση και οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη στιγμή της εφαρμογής, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τη διείσδυση του ασβεστίου στους φυτικούς ιστούς και την κατανομή του στον καρπό (Soppelsa et al. 2020).

Το πυρίτιο (Si) είναι το δεύτερο πιο άφθονο στοιχείο μετά το οξυγόνο. Παρόλο που το μεγαλύτερο μέρος του πυριτίου υπάρχει στο έδαφος με τη μορφή αδιάλυτων οξειδίων ή πυριτικών αλάτων, υπάρχει και κάποιο υδατοδιαλυτό πυρίτιο. Το πυρίτιο είναι ένα μη απαραίτητο στοιχείο για τη θρέψη των φυτών ωστόσο έχει βιοδιεγερτικές επιδράσεις στην αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών (Savvas and Ntatsi 2015). Σε καλλιέργειες που δεν έχουν υποστεί καταπόνηση, το πυρίτιο μπορεί μερικές φορές να ενισχύσει την ανάπτυξη των φυτών βελτιώνοντας την ορθή κλίση των φύλλων προάγοντας έτσι την πρόσληψη του φωτός και ταυτόχρονα το ρυθμό φωτοσύνθεσης της κόμης. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι επιδράσεις του πυριτίου στην ανάπτυξη των φυτών γίνονται εμφανείς υπό συνθήκες καταπόνησης, ενώ, απουσία παράγοντα καταπόνησης, η καλλιέργεια συνήθως δεν επωφελείται από την εφαρμογή πυριτίου (Savvas and Ntatsi 2015).

Δεδομένης της αφθονίας του πυριτίου στο φλοιό της γης, θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι η διαθεσιμότητα πηγών πυριτίου για χρήση στη γεωργία δεν θα έπρεπε να αποτελεί πρόβλημα. Ωστόσο, οι περισσότερες ενώσεις και ορυκτά που περιέχουν πυρίτιο στο φλοιό της γης είναι ελάχιστα διαλυτά ή αδιάλυτα. Έτσι, η εύρεση μιας διαλυτής πηγής πυριτίου που να πληροί και άλλες προσδοκίες, όπως υψηλή περιεκτικότητα σε διαλυτό πυρίτιο, φυσικές

ιδιότητες που να ευνοούν τη μηχανοποιημένη εκμετάλλευση και εφαρμογή, εύκολη διαθεσιμότητα και χαμηλό κόστος, δεν είναι εύκολη (Gascho 2011). Παρά τις δυσκολίες αυτές, οι διαλυτές πυριτικές ενώσεις είναι σήμερα διαδεδομένες βιομηχανικές χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται και στη γεωργία ως λιπάσματα και βιοδιεγέρτες. Το πυριτικό κάλιο ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{KOH}$, επίσης γνωστό ως K_2SiO_3) είναι το πιο κοινό διαλυτό πυριτικό άλας που χρησιμοποιείται ως βιοδραστική ουσία για την ανακούφιση των αβιοτικών καταπονήσεων και τη συμβολή της στον έλεγχο ασθενειών στα φυτά (Li et al. 2009). Το πυριτικό κάλιο χρησιμοποιείται τόσο μέσω διαφυλλικών εφαρμογών όσο και μέσω υδροπονικών θρεπτικών διαλυμάτων, αλλά είναι πολύ ακριβό για χρήση στο έδαφος σε αρκετά υψηλές δόσεις ώστε να δρα αποτελεσματικά ως βιοδιεγέρτης και να αυξάνει την πρόσληψη πυριτίου από τα φυτά (Savvas and Ntatsi 2015).

Το πυριτικό νάτριο ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{NaOH}$ ή Na_2SiO_3) έχει επίσης αναφερθεί για τον εφοδιασμό με πυρίτιο σε πειραματικές και εμπορικές καλλιέργειες υψηλής αξίας. Ωστόσο, τα περισσότερα πυριτικά άλατα νατρίου που περιέχουν πυρίτιο μπορεί να προκαλέσουν τοξικότητα Na^+ (Savvas and Ntatsi 2015).

Οι ευεργετικές επιδράσεις του πυριτίου στα φυτά περιλαμβάνουν την αντιμετώπιση της καταπόνησης από την αλατότητα, την ξηρασία και τα θρεπτικά στοιχεία, καθώς και της καταπόνησης που προκαλείται από δυσμενείς κλιματικές συνθήκες, τον μετριασμό της τοξικότητας από μέταλλα και μεταλλοειδή και την καθυστέρηση των διαδικασιών γήρανσης των φυτών (Savvas and Ntatsi 2015).

Το πυρίτιο μπορεί να εφαρμοστεί ως βιοδιεγέρτης στην δενδροκομία είτε με διαφυλλικούς ψεκασμούς, είτε με ενσωμάτωση στο έδαφος. Συνολικά, οι διαφυλλικές εφαρμογές πυριτίου δεν φαίνεται να είναι τόσο αποτελεσματικές όσο οι εφαρμογές μέσω του ριζικού συστήματος. Το πυρίτιο εφαρμόζεται σε ορισμένες εμπορικές καλλιέργειες κηπευτικών για την πρόκληση ανθεκτικότητας σε αβιοτικές καταπονήσεις, ασθένειες και εντομολογικούς εχθρούς, αλλά η χρήση του εξακολουθεί να είναι περιορισμένη. Δεδομένου ότι το πυρίτιο είναι πιθανώς το μόνο στοιχείο που προσδίδει αντοχή σε πολλαπλές καταπονήσεις, ενώ δεν είναι τοξικό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, η χρήση του στοιχείου αυτού ως βιοδιεγέρτη στην δενδροκομία αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά στο μέλλον (Savvas and Ntatsi 2015).

1.10 Συγκομιδή και συντήρηση των κερασιών

Η συγκομιδή των κερασιών γίνεται με το χέρι και οι καρποί συλλέγονται μαζί με τον ποδίσκο. Τα τελευταία χρόνια έχει δοκιμαστεί και η μηχανική συγκομιδή, σε συνδυασμό με χρήση ενώσεων που προάγουν την αποκοπή. Στην περίπτωση αυτή, η αποκοπή των καρπών γίνεται χωρίς τον ποδίσκο και αυτό καθιστά τους καρπούς εμπορεύσιμους μόνο για βιομηχανική χρήση (Θεριός 2013).

Οι καρποί των κερασιών μπορούν να συντηρηθούν για βραχύ χρονικό διάστημα, καθώς είναι καρπός που αναπνέει έντονα μετά την συγκομιδή, αφυδατώνεται και προσβάλλεται εύκολα από μύκητες και βακτήρια (Βασιλακάκης 2016). Για επιμήκυνση της μετασυλλεκτικής ζωής των κερασιών προτείνεται η υδρόψυξη των καρπών, καθώς είναι η καλύτερη μέθοδος γρήγορης αποβολής της θερμότητας αργού σε συνδυασμό με σύντομη αερόψυξη, η οποία βοηθάει στο στράγγισμα των καρπών. Η μέθοδος αυτή βέβαια ανεβάζει το κόστος (Βασιλακάκης 2016). Μετά την πρόψυξη οι καρποί συντηρούνται στους 0°C για 15 ημέρες σε κοινούς θαλάμους ή σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας για επιπλέον 15 ημέρες (Βασιλακάκης 2016). Ωστόσο, η συντήρηση για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμα και υπό συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας δεν συνιστάται διότι υποβαθμίζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών (Καζαντζής και Μαρνασίδης 2013).

1.11 Σκοπός της εργασίας

Η καλλιέργεια της κερασιάς λαμβάνει ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην Ελλάδα. Πολλοί παραγωγοί προσπαθούν να αντιμετωπίσουν ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα της κερασιάς, το σχίσσιμο των καρπών και να βελτιώσουν όσο το δυνατόν γίνεται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών προκειμένου να αυξηθεί η εμπορική τους αξία. Οι διαφυλλικές εφαρμογές ασβεστίου κατά την ανάπτυξη του καρπού χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στην καλλιέργεια της κερασιάς και αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας και της αντοχής των κερασιών στο σχίσσιμο. Αναφέρεται επίσης η θετική επίδραση της λίπανσης με κάλιο στην ποιότητα των καρπών διαφόρων ειδών. Το πυρίτιο φαίνεται πολλά υποσχόμενο για τη χρήση του στις καλλιέργειες λόγω της αντοχής που προσδίδει στα φυτά έναντι αβιοτικών και βιοτικών καταπονήσεων αλλά ελάχιστα έχει μελετηθεί ο ρόλος του στην ποιότητα και διατροφική αξία των φρούτων.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si στην αντοχή των κερασιών στο σχίσσιμο και να αξιολογηθεί η επίδρασή τους στα ποιοτικά και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά των κερασιών στις ποικιλίες Τσολακέικα και Grace Star.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Φυτικό υλικό και μεταχειρίσεις

Το πείραμα διενεργήθηκε στην περιοχή Πέστσιρι, στο χωριό Λύκοι Έδεσσας του Νομού Πέλλας, σε έναν αγρό συνολικής έκτασης 14 στρεμμάτων. Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως μεσογειακού τύπου και διακρίνεται από ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και δροσερούς, υγρούς χειμώνες.

Τα δένδρα του πειραματικού αγρού ήταν 7 ετών, ποικιλιών Grace Star και Τσολακέικα, εμβολιασμένα σε υποκείμενο Maxma και διαμορφωμένα σε κύπελλο. Οι αποστάσεις φύτευσης τους είναι 3 m επί της γραμμής και 6 m μεταξύ των γραμμών. Το κλάδεμα που γίνεται κάθε χρόνο τον Φεβρουάριο βοηθά τα δένδρα να διατηρούνται σε ικανοποιητικό μέγεθος. Η άρδευση του οπωρώνα γίνεται περίπου κάθε 15 μέρες τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο προκειμένου να διατηρηθεί σε επάρκεια η εδαφική υγρασία. Το κάθε πότισμα διαρκεί 10 ώρες χρησιμοποιώντας στάγδην άρδευση με παροχή σταγόνας 4 L h^{-1} . Για τη διαχείριση των ζιζανίων γίνεται τόσο χημική όσο και μηχανική καταπολέμηση. Συγκεκριμένα γίνεται κοπή των ζιζανίων στους διαδρόμους τρεις φορές τον χρόνο και χημική καταπολέμηση αυτών στις γραμμές φύτευσης με τη χρήση του ζιζανιοκτόνου glyphosate, δύο φορές τον χρόνο.

Για την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 18 δένδρα από κάθε ποικιλία. Πιο συγκεκριμένα έξι δένδρα χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, έξι δένδρα για τη διαφυλλική εφαρμογή του σκευάσματος Gravital Force SC (Ca-Si) (διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2): 35,0% w/v - οξείδιο του ασβεστίου (CaO): 35,0% w/v) σε δοσολογία 2% v/v και έξι δένδρα για τη διαφυλλική εφαρμογή του σκευάσματος Profert Silk (K-Si) (οξείδιο του καλίου (K_2O): 12,5% w/w - διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2): 26,0% w/w) σε δοσολογία 1% v/v. Οι δοσολογίες των σκευασμάτων που εφαρμόστηκαν ήταν οι προτεινόμενες από τον προμηθευτή του κάθε σκευάσματος. Έγιναν δύο εφαρμογές των σκευασμάτων στα δένδρα των δύο ποικιλιών, μία στην αλλαγή χρωματισμού των καρπών (24/5/2022) και μία 10 ημέρες πριν την αναμενόμενη ημερομηνία συγκομιδής (30/5/2022) για κάθε ποικιλία. Τα δένδρα που επιλέχθηκαν ήταν

ομοιόμορφα, παρόμοιας ανάπτυξης, παρόμοιου φορτίου καρπών και δέχονταν τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες.

Εκτός από το πείραμα στον αγρό, πραγματοποιήθηκε και ένα δεύτερο πείραμα στο εργαστήριο (Εικόνα 1). Μετά τη συγκομιδή των καρπών και τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, 270 καρποί του μάρτυρα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των 90 και από αυτούς οι 90 εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα του σκευάσματος Ca-Si, οι 90 σε διάλυμα του σκευάσματος σε K-Si και οι άλλοι 90 σε νερό (μάρτυρας) για 5 min. Ακολούθησε τοποθέτηση των καρπών σε χαλαρά κλειστή πλαστική σακούλα και συντήρηση για 7 ημέρες στους 3 °C. Μετά την έξοδο των καρπών από το ψυγείο ακολούθησε εκτίμηση της ευαισθησίας τους στο σχίσιμο. Οι δοσολογίες των διαλυμάτων ήταν 2% v/v για το Ca-Si (100 mL σκευάσματος σε 5 L νερού) και 1% v/v για το K-Si (50 mL σκευάσματος σε 5 L νερού).



Μάρτυρας

K-Si

Ca-Si

Εικόνα 1. Καρποί του μάρτυρα εμβαπτισμένοι σε διαλύματα των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si.

2.2 Μετρήσεις ποιότητας καρπών

Μετά τη συγκομιδή των κερασιών, στην εμπορική τους ωρίμανση, οι καρποί μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και ακολούθησε η μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αφορούσαν το βάρος καρπού, το βάρος ενδοκαρπίου, το χρώμα φλοιού του καρπού, τη δύναμη αποκοπής ποδίσκου, την περιεκτικότητα του χυμού των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά καθώς και την ογκομετρούμενη οξύτητα, και το

ποσοστό % ξηράς ουσίας των καρπών. Υπολογίστηκε επίσης το ποσοστό % του εδώδιμου μέρους του καρπού και ο λόγος ΔΣΣ/Οξύτητα. Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών έγιναν σε έξι επαναλήψεις των δέκα καρπών ανά μεταχείριση.



Μάρτυρας



Ca-Si



K-Si

Εικόνα 2. Καρποί κερασιών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Τσολακέικα στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/2022



Μάρτυρας



Ca-Si



K-Si

Εικόνα 3. Καρποί κερασιών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Grace Star στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/2022.

2.2.1 Βάρος καρπού

Το βάρος καρπού προσδιορίστηκε με ζύγιση σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με δύο δεκαδικά ψηφία (model EW 600-ZM, Balingen, Germany). Μετά τη λήψη του συνολικού βάρους καρπού, ακολούθησε η εξαγωγή και ζύγιση του

ενδοκαρπίου. Μετά τη μέτρηση της δύναμης αποκοπής του ποδίσκου, ακολούθησε η ζύγιση του ποδίσκου. Τελικά υπολογίστηκε και το ποσοστό % του εδώδιμου τμήματος του καρπού.

2.2.2 Χρώμα φλοιού

Το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Ιαπωνία). Οι μετρήσεις χρώματος έγιναν σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L^* , a^* , b^*). Λαμβανόταν μία μέτρηση ανά καρπό και καταγραφόταν ο μέσος όρος των 10 καρπών ανά επανάληψη. Η μέτρηση του χρώματος αφορούσε το δείκτη φωτεινότητας L^* και τις παραμέτρους a^* και b^* . Στη συνέχεια, υπολογίζονταν οι παράμετροι χρώματος καθαρότητας C^* (Chroma) και της απόχρωσης Hue° .

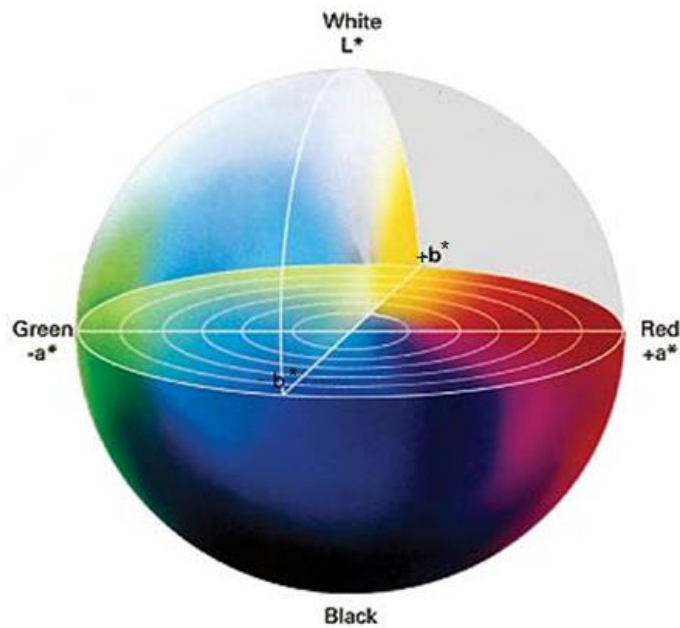
Οι παράμετροι C^* και Hue συνδυάζονται για να προσδιοριστεί το πραγματικό χρώμα σε έγχρωμους καρπούς. Οι παράμετροι υπολογίζονται ως εξής:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$Hue = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Το C^* είναι μία παράμετρος ανάλογη με την ένταση του χρώματος από το γκρι μέχρι το έγχρωμο. Όσο υψηλότερο είναι το C^* , τόσο πιο έντονο καθαρό χρώμα έχει ο καρπός.

Η γωνία Hue° αντιπροσωπεύει την απόχρωση ($Hue^\circ = 0^\circ$ εκφράζει το κόκκινο-μωβ, $Hue^\circ = 90^\circ$ εκφράζει το κίτρινο, $Hue^\circ = 180^\circ$ το μπλε-πράσινο και $Hue^\circ = 270^\circ$ το μπλε) (McGuire 1992).



Εικόνα 3. Ο τρισδιάστατος ομοιόμορφος χρωματικός κύκλος CIELAB.

2.2.3 Δύναμη αποκοπής ποδίσκου

Οι μετρήσεις της δύναμης αποκοπής του ποδίσκου του καρπού πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό πενετρόμετρο Turopi (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Forli, Italy). Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν με το όργανο αντιστοιχούσαν σε Kg.

2.2.4 Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Για τη μέτρηση της περιεκτικότητας των διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού των κερασιών, ΔΣΣ (%), λαμβανόταν ένα τμήμα καρπού (σάρκα και φλοιός), από τον ποδίσκο ως τη βάση του καρπού, από κάθε καρπό της επανάληψης και μετά τη χυμοποίησή τους ακολουθούσε μέτρηση ανά επανάληψη των ΔΣΣ (%). Η μέτρηση γινόταν με ένα επιτραπέζιο ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ATAGO (Pocket Refractometer Pal-1, Tokyo, Japan).

2.2.5 Οξύτητα χυμού

Η οξύτητα του χυμού μετρήθηκε με τιτλοδότηση αραιωμένου χυμού (1:10) με 0,1 N NaOH μέχρι pH=8,2 και εκφράστηκε σε ποσοστό % περιεκτικότητας

μηλικού οξέος, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο συντελεστή. Η μέτρηση του pH του παραπάνω χυμού πραγματοποιήθηκε με πεχάμετρο Hanna Instruments (HI 9024 pHmeter, Woonsocket, RI, USA).

2.2.6 Λόγος της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού προς οξύτητα, ΔΣΣ/Οξύτητα

Ο λόγος της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού προς την οξύτητα, ΔΣΣ/Οξύτητα, προέκυψε μετά τη μέτρηση των ΔΣΣ (%) και της οξύτητας του χυμού των καρπών.

2.2.7 Ποσοστό % ξηράς ουσίας

Για τον υπολογισμό του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του καρπού, έγινε ζύγιση του νωπού βάρους δέκα τεμαχίων καρπών από τους δέκα καρπούς της κάθε επανάληψης. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80 °C και, μετά την ξήρανσή τους μέχρι σταθερού βάρους, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Έπειτα υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας του καρπού.

2.3 Εκτίμηση της ευαισθησίας των κερασιών στο σχίσσιμο

Η ευαισθησία των κερασιών στο σχίσσιμο προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο του Christensen (1972) και ακολούθησε ο υπολογισμός του δείκτη σχισίματος (Cracking Index, CI). Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε σε έξι επαναλήψεις των 15 καρπών, επιπλέον των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Σε έξι δοχεία με απιονισμένο νερό ανά μεταχείριση βυθίστηκαν 15 καρποί ανά δοχείο (Εικόνα 4). Στη συνέχεια λαμβάνονταν παρατηρήσεις για σχίσσιμο στους καρπούς ανά μία ώρα και καταγραφόταν ο αριθμός των σχισμένων καρπών. Στη συνέχεια σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο (Christensen, 1972) υπολογίστηκε ο δείκτης σχισίματος (CI):

$$CI = \frac{(6 \times N1h) + (5 \times N2h) + (4 \times N3h) + (3 \times N4h) + (2 \times N5h) + (1 \times N6h)}{6 \times NT} \times 100$$

Όπου:

N1h = πλήθος καρπών που σχίστηκαν στη 1 ώρα (αντίστοιχα και για όλα τα N έως N6h)

NT = Το σύνολο των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία (15 συνολικά).

Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε στους καρπούς των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και των διαφυλλικών εφαρμογών με Ca-Si και K-Si στην εμπορική συγκομιδή αλλά και στους καρπούς που εμβαπτίστηκαν μετασυλλεκτικά στα σκευάσματα Ca-Si και K-Si και συντηρήθηκαν για 7 ημέρες στους 3 °C.



Εικόνα 4. Εκτίμηση της ευαισθησίας των κερασιών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, του Ca-Si και του K-Si στο σχίσσιμο.

2.4 Αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά καρπών

2.4.1 Προετοιμασία εκχυλίσματος

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της συνολικής αντιοξειδωτικής τους ικανότητας, πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις επαναλήψεις των δέκα καρπών. Από κάθε επανάληψη λαμβανόταν αντιπροσωπευτικό δείγμα 5 g σάρκας και φλοιού, ακολουθούσε ομογενοποίηση με 25 mL μεθανόλης και έπειτα φυγοκέντρηση στις 4000g για 10 min. Στο υπερκείμενο έγινε προσδιορισμός της

περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας.

2.4.2 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών συστατικών στους καρπούς (σάρκα και φλοιός) πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο των Swain and Hillis (1959) μετά από κάποιες τροποποιήσεις. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών έγινε σε 2 mL εκχυλίσματος. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 2 mL εκχυλίσματος, 2 mL απιονισμένου νερού και 10 mL διαλύματος Folin-Ciocalteu συγκέντρωσης 2 N (αραιωμένο με νερό 1:10). Ακολούθησε ανακίνηση με Vortex για μερικά δευτερόλεπτα, στη συνέχεια προστέθηκαν 8 mL διαλύματος 1 N Na_2CO_3 , έγινε ανακίνηση με Vortex και τα δείγματα παρέμειναν για μία ώρα στο σκοτάδι. Έπειτα έγινε η μέτρηση της απορρόφησης στα 760 nm σε φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd). Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών συστατικών στους καρπούς εκφράστηκε σε mg γαλλικού οξέος ανά g ν.β. καρπού. Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης αναφοράς έγινε μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος μετά από αραιώσεις πυκνού διαλύματος γαλλικού οξέος (5 mg mL^{-1}).

2.4.3 Μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών

Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών (σάρκας και φλοιού) έγινε με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα που προσδιορίζεται με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH βασίζεται στη μέθοδο των Brand-Williams et al. (1995) μετά από κάποιες τροποποιήσεις. Για τη μέτρηση προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 100 μL από το μεθανολικό εκχύλισμα και 2900 μL DPPH συγκέντρωσης 100 μM . Ακολούθησε ανακίνηση των δειγμάτων με Vortex, τα

δείγματα τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι για 30 min και αμέσως μετά μετρήθηκε η απορρόφησή τους στα 517 nm με το φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd) έναντι μάρτυρα (100 μ L μεθανόλη και 2900 μ L DPPH). Η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος προσδιορίστηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη αναφοράς του L-ασκορβικού οξέος και εκφράστηκε ως ισοδύναμα μ mol L-ασκορβικού οξέος ανά g ν.β. καρπού.

2.4.4 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικές ανθοκυάνες

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των κερασιών σε ολικές ανθοκυάνες πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο των Giusti και Wrolstad (2005) μετά από εκχύλιση 1 g κονιορτοποιημένου ιστού (φλοιός και σάρκα) με 10 mL εκχυλιστικού διαλύματος που περιείχε 80% αιθανόλη και 1% υδροχλωρικό οξύ. Ο προσδιορισμός των ολικών ανθοκυανών πραγματοποιήθηκε φασματοφωτομετρικά (OPTIZEN POP, UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd) στα 515 nm και 700 nm με τη χρήση ρυθμιστικών διαλυμάτων pH 4,5 και pH 1. Ο υπολογισμός έγινε με την εξίσωση $A = [(A_{515} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{515} - A_{700})_{\text{pH}4.2}]$ με μοριακό συντελεστή απόσβεσης του 3-γλυκοσιδίου της κυανιδίνης ίσο με 26,900 και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα mg 3-γλυκοσιδίου της κυανιδίνης/100 g ν.β.

2.5 Στατιστική επεξεργασία

Η Ανάλυση της Παραλλακτικότητας των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS Statistics for Windows, Version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με τη δοκιμή πολλαπλού εύρους Duncan για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$. Οι πρότυπες καμπύλες αναφοράς έγιναν με το Excel 2007.

3. Αποτελέσματα

3.1 Ποικιλία Τσολακείκα

3.1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κερασιών

Στην ποικιλία Τσολακείκα, στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της μεταχείρισης της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού και δύναμη αποκοπής ποδίσκου σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πιν. 3.1.1). Το βάρος ποδίσκου, το βάρος ενδοκαρπίου και το ποσοστό % εδώδιμου μέρους του καρπού δεν διέφερε σημαντικά σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πιν. 3.1.1).

Τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού, βάρος ενδοκαρπίου και ποσοστό % εδώδιμου μέρους καρπού σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πιν. 3.1.1). Επιπλέον τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si είχαν μικρότερο βάρος ποδίσκου συγκριτικά με τα κεράσια του μάρτυρα και υψηλότερη δύναμη αποκοπής ποδίσκου συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα (Πιν. 3.1.1).

Τέλος τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού, βάρος ενδοκαρπίου και μεγαλύτερο ποσοστό % εδώδιμου μέρους καρπού από τους καρπούς της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si. Το βάρος ποδίσκου και η δύναμη αποκοπής ποδίσκου δεν εμφάνισαν διαφορές (Πιν 3.1.1).

Πίνακας 3.1.1. Βάρος καρπού, βάρος ποδίσκου, βάρος ενδοκαρπίου, ποσοστό % εδώδιμου τμήματος και δύναμη αποκοπής ποδίσκου των καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Τσολακείκα στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Βάρος ποδίσκου (g)	Βάρος ενδοκαρπίου (g)	Εδώδιμο μέρος καρπού (%)	Δύναμη αποκοπής ποδίσκου (kg)
Μάρτυρας	6,84c	0,085a	0,625b	89,5b	0,291b
Ca-Si	8,45b	0,078ab	0,701ab	90,7ab	0,341a
K-Si	9,71a	0,073b	0,754a	91,5a	0,315a

Σημαντικότητα	***	*	*	NS	*
----------------------	-----	---	---	----	---

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Όσον αφορά το χρώμα των κεράσιων, τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si είχαν παρόμοια τιμή L^* , χαμηλότερη τιμή C^* και παρόμοια τιμή Hue χρώματος φλοιού σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.1.2). Άρα ήταν παρόμοιας απόχρωσης αλλά με λιγότερο έντονο χρώμα από τα κεράσια του μάρτυρα.

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με K-Si είχαν χαμηλότερη τιμή L^* , χαμηλότερη τιμή C^* και χαμηλότερη τιμή Hue χρώματος φλοιού σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.1.2). Άρα ήταν πιο κόκκινα, με λιγότερο έντονο χρώμα και πιο σκούρα από τα κεράσια του μάρτυρα.

Τέλος, τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν χαμηλότερη τιμή L^* , χαμηλότερη τιμή C^* και χαμηλότερη τιμή Hue χρώματος φλοιού σε σχέση με τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si (Πίν. 3.1.2). Επομένως τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si ήταν πιο κόκκινα, με λιγότερο έντονο χρώμα και πιο σκούρα από τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si.

Πίνακας 3.1.2. Χρώμα φλοιού L^* , C^* , Hue^o των καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Τσολακέικα στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	L^*	C^*	Hue ^o
Μάρτυρας	30,6a	22,7a	17,2a
Ca-Si	30,7a	20,6b	17,4a
K-Si	29,2b	13,0c	15,7b
Σημαντικότητα	***	***	***

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si είχαν παρόμοια $\Delta\Sigma$, παρόμοια οξύτητα και παρόμοια σχέση $\Delta\Sigma$ /Οξύτητα με αυτά του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3).

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με K-Si είχαν υψηλότερα ΔΣΣ, παρόμοια οξύτητα και υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από αυτά του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3).

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης K-Si είχαν υψηλότερα ΔΣΣ, παρόμοια οξύτητα και υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα σε σχέση με αυτά της διαφυλλικής λίπανσης Ca-Si (Πίν. 3.1.3).

Όσον αφορά το ποσοστό % ξηράς ουσίας του καρπού, οι καρποί της διαφυλλικής εφαρμογής με Ca-Si είχαν υψηλότερο ποσοστό σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3).

Οι καρποί της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3).

Οι καρποί της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με τους καρπούς της διαφυλλικής εφαρμογής με Ca-Si (Πίν. 3.1.3).

Πίνακας 3.1.3. Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), οξύτητα και λόγος ΔΣΣ/Οξύτητα του χυμού κερασιών, ποσοστό % ξηράς ουσίας (Ξ.Ο.) του εδώδιμου μέρους του καρπού των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Τσολακείκα στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείρ.	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/Οξύτητα	Ξ.Ο. (%)
Μάρτυρας	17,8b	1,09	16,35b	15,79c
Ca-Si	18,5b	1,14	16,13b	17,61b
K-Si	23,5a	1,18	19,96a	22,00a
Σημαντικότητα	***	NS	***	***

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.1.2 Ευαισθησία των κερασιών στο σχίσσιμο

Στην ποικιλία Τσολακείκα, στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με Ca-Si είχαν υψηλότερο ποσοστό σχισμένων καρπών σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.1.4).

Στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν ελαφρώς υψηλότερο ποσοστό σχισμένων καρπών σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.1.4).

Στην εμπορική συγκομιδή, τα κέρασια της διαφυλλικής εφαρμογής με Ca-Si είχαν υψηλότερο ποσοστό σχισμένων καρπών σε σχέση με τα κέρασια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si (Πιν 3.1.4).

Πίνακας 3.1.4. Δείκτης σχισίματος των καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Τσολακέικα στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Χρόνος	Μεταχείρ.	Δείκτης σχισίματος (%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	10,37b
	Ca-Si	23,88a
	K-Si	20,55ab
	Σημαντικότητα	*

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Στην ποικιλία Τσολακέικα, στους εμβαπτισμένους καρπούς και μετά από 7 ημέρες συντήρηση στους 3 °C, τα κέρασια της μεταχείρισης Ca-Si είχαν ελαφρώς υψηλότερο ποσοστό σχισμένων καρπών σε σχέση με τα κέρασια του μάρτυρα αν και η διαφορά δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική (Πιν. 3.1.5).

Στους εμβαπτισμένους καρπούς και μετά από 7 ημέρες συντήρηση στους 3 °C, τα κέρασια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν παρόμοιο ποσοστό σχισμένων καρπών με τα κέρασια του μάρτυρα (Πιν. 3.1.5).

Στους εμβαπτισμένους καρπούς και μετά από 7 ημέρες συντήρηση στους 3 °C, τα κέρασια της μεταχείρισης Ca-Si είχαν ελαφρώς υψηλότερο ποσοστό σχισμένων καρπών σε σχέση με τα κέρασια που εμβαπτίστηκαν στο K-Si αν και η διαφορά δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική (Πιν. 3.1.5).

Πίνακας 3.1.5. Δείκτης σχισίματος των εμβαπτισμένων καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, του Ca-Si και του K-Si μετά τη συντήρησή τους για 7 ημέρες στους 3 °C της ποικιλίας Τσολακέικα.

Χρόνος	Μεταχείριση	Δείκτης σχισίματος (%)
7 ημέρες συντήρηση	Μάρτυρας	7,96
	Ca-Si	15,37
	K-Si	10,37
	Σημαντικότητα	NS

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά.

3.1.3 Αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά κερασιών

Στην ποικιλία Τσολακέικα, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών, παρόμοια αντιοξειδωτική ικανότητα και παρόμοια συγκέντρωση ολικών ανθοκυάνων σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πιν. 3.1.6).

Τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν μικρότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, παρόμοια αντιοξειδωτική ικανότητα και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.1.6).

Τέλος τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, ολικές ανθοκυάνες και μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τα κεράσια που δέχθηκαν διαφυλλική εφαρμογή με Ca-Si (Πιν. 3.1.6).

Πίνακας 3.1.6. Συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών και ολικών ανθοκυανών και αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH των κερασιών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Τσολακέικα στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	Ολικά φαινολικά (ισοδύναμα γαλλικού οξέος mg/g v.β.)	Ολικές ανθοκυάνες (ισοδύναμα mg 3- γλυκοσιδίου της κυανιδίνης/100 g v.β.)	Αντιοξειδωτική Ικανότητα DPPH (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος μmol/g v.β.)
Μάρτυρας	1,21a	14,0b	10,8a
Ca-Si	0,820c	10,8b	7,76b
K-Si	1,10b	21,7a	9,88a
Σημαντ.	***	**	***

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.2 Ποικιλία Grace Star

3.2.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κερασιών

Στην ποικιλία Grace Star, στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού, βάρος

ποδίσκου, βάρος ενδοκαρπίου και δύναμη αποκοπής ποδίσκου σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Το ποσοστό % εδώδιμου μέρους του καρπού ήταν παρόμοιο με αυτό των καρπών του μάρτυρα (Πίν. 3.2.1).

Τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si είχαν παρόμοιο βάρος καρπού, βάρος ποδίσκου, βάρος ενδοκαρπίου σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Επιπλέον είχαν μεγαλύτερη δύναμη αποκοπής ποδίσκου, ενώ το ποσοστό % εδώδιμου μέρους του καρπού δεν παρουσίαζε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα. (Πίν. 3.2.1).

Τέλος τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού, βάρος ενδοκαρπίου και παρόμοιο βάρος ποδίσκου, εδώδιμο μέρος καρπού και δύναμη αποκοπής ποδίσκου σε σχέση με τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si (Πίν. 3.2.1).

Πίνακας 3.2.1. Βάρος καρπού, βάρος ποδίσκου, βάρος ενδοκαρπίου, ποσοστό % εδώδιμου τμήματος και δύναμη αποκοπής ποδίσκου των καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Grace Star στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Βάρος ποδίσκου (g)	Βάρος ενδοκαρπίου (g)	Εδώδιμο μέρος καρπού (%)	Δύναμη αποκοπής ποδίσκου (kg)
Μάρτυρας	10,4b	0,106b	0,797ab	91,3	0,346b
Ca-Si	11,3a	0,117a	0,835a	91,6	0,549a
K-Si	10,8ab	0,108ab	0,766b	91,9	0,531a
Σημαντικότητα	*	NS	*	NS	***

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).
Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Στην ποικιλία Grace Star, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si είχαν υψηλότερες τιμές L*, C* και Hue χρώματος φλοιού συγκρινόμενα με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.2.2) και επομένως είχαν πιο φωτεινό, έντονο και λιγότερο κόκκινο χρώμα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με K-Si είχαν υψηλότερες τιμές L*, C* και Hue χρώματος φλοιού σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.2.2) και επομένως είχαν πιο φωτεινό, έντονο και λιγότερο κόκκινο χρώμα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Τέλος τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si είχαν μεγαλύτερη τιμή L*, μεγαλύτερη τιμή C* και μεγαλύτερη τιμή Hue χρώματος φλοιού σε σχέση με τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με K-Si (Πιν. 3.2.2.) και επομένως είχαν πιο φωτεινό, έντονο και λιγότερο κόκκινο χρώμα συγκριτικά με τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.2.2. Χρώμα φλοιού L*, C*, Hue^ο των καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Grace Star στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	L*	C*	Hue ^ο
Μάρτυρας	29,1c	17,0c	17,0c
Ca-Si	33,0a	27,7a	21,5a
K-Si	31,5b	23,4b	19,5b
Σημαντικότητα	***	***	***

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).
Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Στην ποικιλία Grace Star, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης Ca-Si είχαν χαμηλότερα ΔΣΣ, χαμηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα σε σχέση με αυτά του μάρτυρα (Πιν. 3.2.3).

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης K-Si είχαν χαμηλότερα ΔΣΣ, χαμηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα σε σχέση με αυτά του μάρτυρα (Πιν 3.2.3).

Η οξύτητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πιν. 3.2.3).

Τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης K-Si και Ca-Si δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα ΔΣΣ, την οξύτητα και την σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα (Πιν.3.2.3).

Οι καρποί των δένδρων που έγινε διαφυλλική εφαρμογή Ca-Si και K-Si είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας και χαμηλότερο σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3).

Πίνακας 3.2.3. Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), οξύτητα και λόγος ΔΣΣ/Οξύτητα του χυμού κερασιών, ποσοστό % ξηράς ουσίας (Ξ.Ο.) του εδώδιμου μέρους του καρπού των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Grace Star στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/Οξύτητα	Ξ.Ο. (%)
-------------	---------	-------------	-------------	----------

Μάρτυρας	21,0a	1,18	17,8a	19,86a
Ca-Si	18,2b	1,25	14,6b	16,26b
K-Si	18,4b	1,20	15,3b	16,72b
Σημαντικότητα	***	NS	***	***

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).
Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.2.2 Ευαισθησία κερασιών στο σχίσσιμο

Στην ποικιλία Grace Star, στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με Ca-Si είχαν παρόμοιο δείκτη σχισίματος με τον μάρτυρα (Πιν. 3.2.4).

Στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης με K-Si είχαν παρόμοιο δείκτη σχισίματος με τον μάρτυρα (Πιν. 3.2.4.).

Στην εμπορική συγκομιδή, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης K-Si είχαν παρόμοιο δείκτη σχισίματος με τη μεταχείριση της διαφυλλικής λίπανσης Ca-Si (Πιν 3.2.4.).

Πίνακας 3.2.4. Δείκτης σχισίματος των καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Grace Star στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Χρόνος	Μεταχείριση	Δείκτης σχισίματος (%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	30,2
	Ca-Si	30,1
	K-Si	32,7
	Σημαντικότητα	NS

Διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).
Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά.

Στην ποικιλία Grace Star, τα κεράσια που εμβαπτίστηκαν μετασυλλεκτικά σε διάλυμα Ca-Si και συντηρήθηκαν για 7 ημέρες στους 3 °C είχαν υψηλότερο δείκτη σχισίματος σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα (Πιν. 3.2.5).

Τα κεράσια που εμβαπτίστηκαν μετασυλλεκτικά σε διάλυμα K-Si και συντηρήθηκαν για 7 ημέρες στους 3 °C είχαν παρόμοιο δείκτη σχισίματος με τον μάρτυρα (Πιν. 3.2.5).

Τέλος τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης Ca-Si είχαν υψηλότερο δείκτη σχισίματος σε σχέση με τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης K-Si (Πιν 3.2.5).

Πίνακας 3.2.5. Δείκτης σχισίματος των εμβαπτισμένων καρπών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, του Ca-Si και του K-Si μετά τη συντήρησή τους για 7 ημέρες στους 3 °C της ποικιλίας Grace Star.

Χρόνος	Μεταχείριση	Δείκτης σχισίματος (%)
7 ημέρες συντήρηση	Μάρτυρας	24,8b
	Ca-Si	38,7a
	K-Si	27,6b
	Σημαντικότητα	**

Διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01.

3.2.3 Αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά κερασιών

Στην ποικιλία Grace Star, τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης Ca-Si είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, παρόμοια αντιοξειδωτική ικανότητα και χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών ανθοκυάνων συγκρινόμενα με τα κεράσια του μάρτυρα (Πιν.3.2.5).

Τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών και παρόμοια αντιοξειδωτική ικανότητα με τα κεράσια του μάρτυρα (Πίν. 3.2.5).

Τα κεράσια της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών και ολικών ανθοκυανών, ενώ η αντιοξειδωτική ικανότητα ήταν χαμηλότερη σε σχέση με τα κεράσια της διαφυλλικής λίπανσης Ca-Si (Πιν. 3.2.5).

Πίνακας 3.2.6. Συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών και ολικών ανθοκυανών και αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH των κερασιών των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της διαφυλλικής εφαρμογής Ca-Si και της διαφυλλικής εφαρμογής K-Si της ποικιλίας Grace Star στην εμπορική συγκομιδή στις 9/6/22.

Μεταχείριση	Ολικά φαινολικά (ισοδύναμα γαλλικού οξέος mg/g v.β.)	Ολικές ανθοκυάνες (ισοδύναμα mg 3-γλυκοσιδίου της κυανιδίνης/100 g v.β.)	Αντιοξειδωτική Ικανότητα DPPH (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος $\mu\text{mol/g}$ v.β.)
Μάρτυρας	0,925a	10,8a	8,09ab
Ca-Si	0,821b	4,94b	9,25a
K-Si	0,835b	5,49b	7,48b

Σημαντικότητα	*	*	*
----------------------	---	---	---

Διαφορετικά γράμματα εντός της ίδιας στήλης δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

4. Συζήτηση

Οι διαφυλλικές εφαρμογές των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si στην καλλιέργεια της κερασιάς αποσκοπούσαν στην αύξηση της αντοχής των καρπών στο σχίσσιμο. Για τον λόγο αυτό έγιναν διαφυλλικές εφαρμογές των σκευασμάτων στην αλλαγή χρωματισμού του καρπού και επαναλήφθηκαν δέκα ημέρες πριν την αναμενόμενη ημερομηνία συγκομιδής. Για την εκπόνηση του πειράματος επιλέχθηκαν δύο αξιόλογες ποικιλίες κερασιάς μέσης εποχής ωρίμανσης και με διαφορετική αντοχή στο σχίσσιμο των καρπών, η ποικιλία Τσολακέικα και η ποικιλία Grace Star. Επίσης αξιολογήθηκε η επίδραση των διαφυλλικών εφαρμογών των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si στα ποιοτικά και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά των κερασιών.

Η διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου κατά τη διάρκεια της καρπικής περιόδου είναι μία διαδεδομένη καλλιεργητική πρακτική στους εμπορικούς οπωρώνες κερασιών και αποσκοπεί στη βελτίωση της σκληρότητας του καρπού, της αντοχής στο σχίσσιμο και στην αύξηση της δύναμης πρόσφυσης του ποδίσκου στους καρπούς. Η δράση του πυριτίου δεν έχει μελετηθεί έως τώρα στις προαναφερθείσες παραμέτρους ενώ οι διαφυλλικές εφαρμογές καλίου έχουν συνδεθεί με τη βελτίωση της ποιότητας του καρπού όπως μέγεθος και σχήμα καρπού, σκληρότητα, περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά, ασκορβικό οξύ και οξύτητα σε διάφορα μελετώμενα είδη φρούτων (Bustamante et al. 2021).

Στην ποικιλία Τσολακέικα η εφαρμογή του σκευάσματος Ca-Si οδήγησε σε αύξηση του βάρους του καρπού, έκανε το χρώμα του φλοιού λιγότερο έντονο χωρίς να μεταβάλλει την απόχρωση και τη φωτεινότητα του καρπού, δεν επηρέασε τα ΔΣΣ, την οξύτητα αλλά αύξησε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας του καρπού σε σχέση με του καρπούς του μάρτυρα. Στην ποικιλία Τσολακέικα, η διαφυλλική εφαρμογή με K-Si φαίνεται να βελτίωσε την ποιότητα των κερασιών σε σχέση με τη διαφυλλική εφαρμογή Ca-Si, καθώς το χρώμα του φλοιού έγινε πιο σκούρο κόκκινο και πιο έντονο σε σχέση με τον μάρτυρα, ένα χαρακτηριστικό που κάνει τους καρπούς των κερασιών πιο ελκυστικούς στους καταναλωτές. Επιπλέον στην ποικιλία Τσολακέικα, η

διαφυλλική εφαρμογή με K-Si αύξησε τα ΔΣΣ, τον λόγο ΔΣΣ/Οξύτητα και το ποσοστό % της ξηράς ουσίας του καρπού σε σχέση με του καρπούς του μάρτυρα. Ακόμη, στην ποικιλία Τσολακείκα η διαφυλλική εφαρμογή με K-Si οδήγησε σε καρπούς με σημαντικά μεγαλύτερο βάρος, μικρότερο βάρος ποδίσκου και μεγαλύτερο ποσοστό % εδωδιμου μέρους του καρπού σε σχέση με τον μάρτυρα. Το μέγεθος, το χρώμα, η τραγανότητα, η γλυκύτητα και η ένταση της γεύσης θεωρούνται από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την αποδοχή των καρπών από τους καταναλωτές αλλά και την τιμή πώλησης από τους παραγωγούς (Vignati et al. 2022).

Στην ποικιλία Τσολακείκα, οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στους καρπούς που δέχτηκαν K-Si πιθανόν να σχετίζονται και με την πιο προχωρημένη ωρίμανση των καρπών σε σχέση με τον μάρτυρα. Η ωρίμανση των κερασιών συνοδεύεται από διάφορες μεταβολές στον καρπό όπως στο χρώμα, στην περιεκτικότητα σε σάκχαρα, βιταμίνες και οργανικά οξέα (Hartmann 1992).

Στην ποικιλία Grace Star, η διαφυλλική εφαρμογή Ca-Si αύξησε το βάρος του καρπού και το βάρος του ποδίσκου ενώ το K-Si δεν επηρέασε το βάρος του καρπού και του ποδίσκου. Επίσης, στην ποικιλία Grace Star το χρώμα του καρπού έγινε πιο φωτεινό, πιο έντονο και λιγότερο κόκκινο και από τα κεράσια του μάρτυρα υπό την επίδραση των πυριτικών σκευασμάτων. Επιπλέον, οι καρποί της ποικιλίας Grace Star που δέχτηκαν είτε Ca-Si είτε K-Si είχαν χαμηλότερα ΔΣΣ, μικρότερο λόγο ΔΣΣ/Οξύτητα και μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με τον μάρτυρα. Σε αντίθεση με την ποικιλία Τσολακείκα, στην ποικιλία Grace Star τα κεράσια των δένδρων που εφαρμόστηκαν τα πυριτικά σκευάσματα ήταν πιο άωροι σε σχέση με τον μάρτυρα.

Όσον αφορά τα αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά των καρπών, στην ποικιλία Τσολακείκα, έπειτα από τη διαφυλλική εφαρμογή Ca-Si τα ολικά φαινολικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώθηκαν ενώ η συγκέντρωση σε ολικές ανθοκυάνες ήταν παρόμοια με τους καρπούς του μάρτυρα. Στην ποικιλία Τσολακείκα, μετά την διαφυλλική εφαρμογή K-Si οι ολικές ανθοκυάνες αυξήθηκαν σημαντικά, κάτι που καταλαβαίνουμε και από το βαθύ κόκκινο χρώμα των καρπών, τα ολικά φαινολικά μειώθηκαν και η αντιοξειδωτική ικανότητα ήταν παρόμοια με τους καρπούς του μάρτυρα. Το χρώμα των

κερασιών αποδίδεται στη συσσώρευση των διαλυτών ανθοκυανών, οι οποίες είναι υπεύθυνες για το κόκκινο χρώμα των καρπών (Vignati et al. 2022).

Στην ποικιλία Grace Star, έπειτα από την εφαρμογή Ca-Si παρατηρήθηκε μείωση των ολικών φαινολικών και των ανθοκυανών ενώ η αντιοξειδωτική ικανότητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα. Στην περίπτωση της διαφυλλικής εφαρμογής με K-Si τα ολικά φαινολικά και οι ολικές ανθοκυάνες είχαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τον μάρτυρα ενώ η αντιοξειδωτική ικανότητα δεν επηρεάστηκε.

Σχετικά με το σχίσσιμο των καρπών, οι διαφυλλικές εφαρμογές των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si δεν βελτίωσαν την αντοχή των κερασιών στο σχίσσιμο. Ειδικά στην ποικιλία Τσολακείκα, οι καρποί που ψεκάστηκαν με Ca-Si και σε μικρότερο βαθμό με K-Si είχαν υψηλότερη δείκτη σχισίματος σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Στην ποικιλία Grace Star, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο δείκτη σχισίματος των καρπών που εφαρμόστηκε Ca-Si ή K-Si σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα.

Το σχίσσιμο των κερασιών είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολούν τους παραγωγούς και γίνονται συνεχώς προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο ψεκασμός με ασβέστιο αυξάνει την περιεκτικότητα του φλοιού σε ασβέστιο, το οποίο με τη σειρά του ενισχύει το φλοιό και μειώνει το σχίσσιμο (Wang et al. 2021), αυτό βέβαια δεν παρατηρήθηκε στις δικές μας μετρήσεις καθώς το ποσοστό του σχισίματος έπειτα από την διαφυλλική εφαρμογή με Ca-Si βρέθηκε υψηλότερο. Ακόμα έρευνα που έγινε σε ροδιά έδειξε ότι η διαφυλλική λίπανση με ασβέστιο οδήγησε σε μείωση κατά 26-52% του σχισίματος στους καρπούς σε σύγκριση με τον μάρτυρα (Davarpanah 2018). Η διαφυλλική λίπανση με ασβέστιο φαίνεται ότι δεν είχε καμία επίδραση στην απόδοση, στον αριθμό των καρπών ανά δένδρο, στο μέσο βάρος των καρπών, στην ωριμότητα των καρπών, τα ολικά σάκχαρα, την αντιοξειδωτική ικανότητα και τις ολικές ανθοκυάνες (Davarpanah 2018). Σε μία άλλη έρευνα σε καλλιέργεια μηλιάς, ο ψεκασμός με διάφορες μορφές ασβεστίου, όπως χλωριούχο ασβέστιο, νιτρικό ασβέστιο και άλλα, είχε σημαντική επίδραση στην περιεκτικότητα των καρπών σε ασβέστιο και δεν επηρέασε την απώλεια βάρους των μήλων, την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και τη σκληρότητα της σάρκας (Lanauskas and Kviklien 2006). Σύμφωνα με τον Khadivi-Khub (2014) το σχίσσιμο μπορεί

να προκληθεί και έπειτα από την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες καρπών σταφυλιού, και αυτό συμβαίνει γιατί η αύξηση της θερμοκρασίας των καρπών αυξάνει την πίεση που ασκεί η σάρκα των σταφυλιών στο φλοιό και ταυτόχρονα μειώνει την σκληρότητα του φλοιού. Το φαινόμενο αυτό κάνει τους καρπούς επιρρεπείς στο σχίσσιμο. Ο Khadivi-Khub (2014) υποστηρίζει ότι οι εφαρμογές με ασβέστιο μπορούν να μειώσουν το ποσοστό σχισίματος, καθώς έπειτα από την εφαρμογή ασβεστίου μπορεί να δημιουργηθεί παχύτερο στρώμα φλοιού του καρπού.

Ακόμα μια έρευνα που έγινε για το σχίσσιμο στα ρόδια έδειξε ότι το κάλιο σε συνδυασμό με ικανοποιητική ποσότητα άρδευσης μείωσε το ποσοστό σχισίματος των ροδιών και συνέβαλε στην αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας των καρπών (Iscimen 2023). Στην παρούσα έρευνα στην ποικιλία Τσολακείκα τα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κερασιών βελτιώθηκαν έπειτα από την διαφυλλική εφαρμογή K-Si. Επίσης έρευνες έδειξαν ότι το κάλιο παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα των καρπών. Συγκεκριμένα το κάλιο προάγει τη διάρρηση και τη διεύρυνση των κυττάρων και έτσι συμβάλλει στο μεγαλύτερο μέγεθος των καρπών. Το κάλιο επίσης επηρέασε το χρώμα των καρπών, όπως η προώθηση του κόκκινου χρώματος στα μήλα (Lester et al. 2010). Επίσης μια έρευνα για την επίδραση του καλίου στα πεπόνια έδειξε ότι η διαφυλλική εφαρμογή καλίου βελτιώνει την ποιότητα των πεπονιών αυξάνοντας τη σκληρότητα, την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, το ασκορβικό οξύ και τα επίπεδα β-καροτενίου (Lester et al. 2010).

Επιπλέον, σύμφωνα με μελέτη που έγινε για την επίδραση του K-Si στο ποιοτικά χαρακτηριστικά του αβοκάντο βρέθηκε ότι οι παράμετροι ποιότητας των καρπών του αβοκάντο βελτιώθηκαν μετά τις εφαρμογές με K-Si. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη δυνατότητα του πυριτικού καλίου να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα των καρπών (Tesfay et al. 2011). Στα κεράσια ποικιλίας Regina, η διαφυλλική εφαρμογή καλίου κατά την καρπική περίοδο αύξησε το μέγεθος, το βάρος, τη σκληρότητα, τα ΔΣΣ και την ογκομετρούμενη οξύτητα των καρπών, και επιπλέον αύξησε τη συγκέντρωση των κερασιών σε ανθοκυάνες, φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα εξηγώντας την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών (Palacios-Peralta et al. 2023).

Σε μελέτη που διεξήχθη σχετικά με επίδραση του πυριτίου (τρεις διαφυλλικές εφαρμογές SiO_2 σε ποσότητα 20 kg/ha, στην πλήρη άνθιση, 45 και 90 ημέρες μετά την πλήρη άνθιση) σε καλλιέργεια μηλιάς ποικιλίας Fuji, η σκληρότητα των καρπών αυξήθηκε και το χρώμα φλοιού των καρπών βελτιώθηκε σημαντικά (Karagiannis et. al. 2021). Παρόλα αυτά παράμετροι που σχετίζονται με την ωρίμανση των καρπών όπως ο ρυθμός αναπνοής των καρπών, η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ και η οξύτητα δεν επηρεάστηκαν από την εξωγενή εφαρμογή πυριτίου (Karagiannis et. al. 2021). Η αύξηση της συνεκτικότητας των καρπών που παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή πυρίτιο στα μήλα δείχνει ότι το πυρίτιο μπορεί να σχετίζεται με τη σταθεροποίηση του κυτταρικού τοιχώματος προλαμβάνοντας τη δράση ενζύμων όπως η πολυγαλακτορουνάση, η β-γαλακτισοδάση, η μεθυστερελάση πηκτίνης κ.α. Οι Karagiannis et. al. (2021) κατέληξαν ότι το πυρίτιο είναι αποτελεσματικό στον έλεγχο του μαλακώματος της σάρκας και του χρωματισμού του καρπού βελτιώνοντας την ποιότητα των μήλων. Επιπλέον, η εφαρμογή πυριτίου δεν επηρέασε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στα μήλα (φλοιό και σάρκα) ενώ η συγκέντρωση σε ολικές ανθοκυάνες αυξήθηκε σημαντικά στο φλοιό των καρπών (Karagiannis et al. 2021). Στην παρούσα έρευνα η συγκέντρωση σε ολικές ανθοκυάνες των κερασιών αυξήθηκε μόνο στην ποικιλία Τσολακέικα όταν οι καρποί δέχτηκαν K-Si.

Μερικές ακόμα μελέτες έδειξαν ότι στα μήλα, η εφαρμογή πυριτίου αύξησε την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και βιταμίνη C αλλά δεν επηρέασε τη σκληρότητα των καρπών (Liang et al. 2015). Οι εφαρμογές πυριτίου αύξησαν την περιεκτικότητα σε ΔΣΣ, σάκχαρα και οξέα, αλλά μείωσαν το επίπεδο των νιτρικών στο σταφύλι (Liang et al. 2015).

Πρόσφατα μελετήθηκε η επίδραση των διαφυλλικών εφαρμογών χλωριούχου ασβεστίου και πυριτικού νατρίου (εφαρμογές σε εβδομαδιαία βάση από την αλλαγή του χρώματος του καρπού έως περίπου μία εβδομάδα πριν την αναμενόμενη ημερομηνία συγκομιδής) στην ευαισθησία στο σχίσσιμο των κερασιών των ποικιλιών Van, New Star και Emperor Francis (Rombolà et al. 2023). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πυριτικό νάτριο μείωσε το ποσοστό σχισίματος των καρπών σε παρόμοιο ή μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με το χλωριούχο ασβέστιο (Rombolà et al. 2023).

Η απορρόφηση του ασβεστίου από την επιφάνεια του καρπού είναι μία πιθανή είσοδος στον καρπό και αυτή προσυλλεκτικά πραγματοποιείται με τον ψεκασμό της κόμης με σκευάσματα ασβεστίου ή μετασυλλεκτικά με εμφάππιση των καρπών σε διάλυμα ασβεστίου στο συσκευαστήριο (Παστόπουλος κ.α. 2020). Στην παρούσα μελέτη η εμφάππιση των κερασιών μετασυλλεκτικά σε διάλυμα διοξειδίου του πυριτίου (SiO_2): 35,0% w/v - οξειδίου του ασβεστίου (CaO): 35,0% w/v σε δοσολογία 2% v/v δεν συνέβαλε στην αύξηση της αντοχής των κερασιών στο σχίσσιμο μετά τη συντήρησή τους για 7 ημέρες στους 3 °C στην ποικιλία Τσολακέικα και ειδικά στην ποικιλία Grace Star επιδείνωσε το πρόβλημα του σχισίματος.

Σύμφωνα με τους Παστόπουλος κ.α. (2020) για την καλύτερη απορρόφηση του ασβεστίου από τα δένδρα κερασιάς πρέπει να ελέγχεται η διαθεσιμότητα του ασβεστίου στο έδαφος αλλά και ο λόγος καλίου-ασβεστίου, να λαμβάνεται μέριμνα για τη διατήρηση της επάρκειας της εδαφικής υγρασίας, να διατηρείται η ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας για να μειώνεται ο ανταγωνισμός για απορρόφηση ασβεστίου από τα φύλλα σε σχέση με τους καρπούς. Επίσης οι Michailidis et al. (2017) αναφέρουν ότι έπειτα από διαφυλλικές εφαρμογές ασβεστίου σε συνδυασμό με υδρόψυξη σε ποικιλία κερασιών Larins, μειώθηκε το σχίσσιμο των καρπών, αυξήθηκε η δύναμη αποκοπής ποδίσκου και αυξήθηκε η συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών. Ακόμα σύμφωνα με την ίδια έρευνα φαίνεται ότι το ασβέστιο επηρέασε και το χρώμα των καρπών, καθώς έγιναν πιο φωτεινοί. Αναφέρεται επίσης από τους Wang et al. (2014) ότι απαιτείται συχνή εφαρμογή ασβεστίου, σε εβδομαδιαία βάση, προκειμένου να επιτευχθεί αύξηση της συγκέντρωσης ασβεστίου στους καρπούς. Βέβαια οι συχνές εφαρμογές ασβεστίου αυξάνουν το κόστος καλλιέργειας ενώ η αποτελεσματικότητά τους στη βελτίωση της ποιότητας των καρπών, της αντοχής τους στο σχίσσιμο και στη διατήρηση της ευρωστίας του ποδίσκου παραμένει υπό διερεύνηση. Τέλος, σύμφωνα με τους Michailidis et al. (2021) η διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου κατά τη διάρκεια του λήθαργου αποτελεί μια αποτελεσματική προσέγγιση για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών κατά τη συγκομιδή. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα έπειτα από εφαρμογή CaCl_2 σε κοιμώμενους οφθαλμούς φαίνεται ότι το ασβέστιο δρα αποτελεσματικά στην μείωση του σχισίματος, στη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών, καθώς και στην καρπόδεση

αφού βρέθηκε ότι το ασβέστιο εισέρχεται στους ανθοφόρους οφθαλμούς (Michailidis et al. 2021).

Στην παρούσα εργασία, η δύναμη αποκοπής του ποδίσκου ήταν υψηλότερη στις μεταχειρίσεις Ca-Si και K-Si σε σχέση με τον μάρτυρα τόσο στην ποικιλία Τσολακέικα όσο και στην ποικιλία Grace Star. Η αύξηση της δύναμης πρόσφυσης του ποδίσκου στα κεράσια είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό γιατί η απώλεια του ποδίσκου κατά τη συγκομιδή μειώνει την εμπορευσιμότητα των καρπών ενώ μειώνει και τη συντηρησιμότητα των κερασιών (Παστόπουλος κ.α. 2020).

Σύμφωνα με τους Ziogas et al. (2020) αποδεικνύεται ότι η διαφυλλική εφαρμογή με ασβέστιο αυξάνει τη σκληρότητα της σάρκας των φρούτων, κατά τη συγκομιδή και κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο, συμπεριλαμβανομένων των ροδάκινων, των μήλων, των πορτοκαλιών, των δαμάσκηνων, των κερασιών και των ελιών. Σε φράουλες δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στη σκληρότητα της σάρκας έπειτα από διαφυλλική εφαρμογή του ασβεστίου, ενώ σε καρπούς ροδάκινων παρατηρήθηκε μείωση της σκληρότητας της σάρκας. Επίσης, έπειτα από τη διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου αυξήθηκε η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών κατά τη συγκομιδή και μετασυλλεκτικά κατά τη διάρκεια της συντήρησης σε καρπούς κερασιάς, πορτοκαλιάς. Η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών συστατικών κατά τη συγκομιδή και κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο μειώθηκε μετά τη διαφυλλική εφαρμογή του ασβεστίου στα ροδάκινα, στα μήλα, στις φράουλες, ενώ αυξήθηκε στα ακτινίδια στο μάνγκο. Τέλος, παρατηρήθηκε αύξηση της οξύτητας στα ροδάκινα, στις φράουλες, και στα μήλα (Ziogas et al. 2020)

Συνοπτικά, οι καλλιεργητικές πρακτικές που ακολουθούνται για την μείωση του σχισίματος είναι αμφιλεγόμενες, καθώς σε καμία δεν παρατηρείται σταθερή μείωση του φαινομένου του σχισίματος. Ωστόσο, προτείνονται ορισμένες προσεγγίσεις που μπορούν να εφαρμόσουν οι παραγωγοί για την πρόληψη του σχισίματος. Ο καλύτερος τρόπος τη μείωση του σχισίματος των καρπών, σύμφωνα με τον Khadivi- Khub (2014) θα ήταν η καλύτερη διαχείριση του οπωρώνα λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες που συμβάλλουν στο σχίσμο. Επίσης, θα πρέπει να επιλέγονται οι πιο ανθεκτικές ποικιλίες στο σχίσμο των καρπών. Επιπλέον, η επιλογή της περιοχής καλλιέργειας είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση της

αποστράγγισης της βροχής στον οπωρώνα. Οι κατάλληλες περιοχές καλλιέργειας είναι περιοχές με ελάχιστη ή καθόλου βροχή κατά την περίοδο της ωρίμανσης των καρπών. Εκτός αυτού, θα πρέπει να παρέχεται τακτικό πότισμα, διότι είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που διατηρεί την υγρασία των καρπών. Επιπλέον, ο ψεκασμός ρυθμιστών ανάπτυξης, όπως οι γιββερελλίνες και οι αυξίνες, μειώνει την εμφάνιση ρωγμών στους καρπούς σε ορισμένα φυτά, όπως το ρόδι, τα εσπεριδοειδή και κεράσι. Τέλος, φαίνεται ότι τα διαλύματα βορίου και χλωριούχου ασβεστίου είναι αποτελεσματικά σε πολλούς καρπούς, όπως το κεράσι, το μήλο και τα εσπεριδοειδή, για τη μείωση του σχισίματος των καρπών (Khadivi- Khub 2014).

Αναφερόμενοι στις μελετώμενες ποικιλίες της παρούσας έρευνας, η ποικιλία Grace Star είναι μία ποικιλία μέσης εποχής ωρίμανσης η οποία διακρίνεται από το μεγάλο μέγεθος και κόκκινου χρώματος καρπό, χαρακτηρίζεται από πολύ γλυκιά και ευχάριστη γεύση και θεωρείται ανθεκτική στο σχίσσιμο των καρπών (Χατζηχαρίσης και Καζαντζής 2014). Παρόλα αυτά το ποσοστό σχισίματος στην ποικιλία Grace Star βρέθηκε υψηλό και κυμάνθηκε μεταξύ 30,1-32,7% για τις τρεις μεταχειρίσεις. Η ποικιλία Τσολακείκα εξαιτίας της εξαιρετικής ποιότητας των καρπών της, αποτελεί τα τελευταία χρόνια μια αξιόλογη εμπορική ποικιλία και έχει δημιουργηθεί μια σημαντική δυναμική με νέες φυτεύσεις οπωρώνων. Η ποικιλία παρουσιάζει επιθυμητά χαρακτηριστικά (γλυκώξινη γεύση) για την ξένη αγορά. Μέχρι σήμερα, παρά την συνεχή εξαπλωση της ποικιλίας, τα επιστημονικά στοιχεία για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του καρπού, την ικανότητά της για ψυχρή συντήρηση είναι περιορισμένα ενώ θεωρείται ευαίσθητη στο σχίσσιμο καρπού. Στην συγκεκριμένη έρευνα, διαπιστώθηκε ότι η ποικιλία Τσολακείκα παρουσίασε μικρότερη δύναμη αποκοπής του ποδίσκου σε σχέση με τους καρπούς της ποικιλίας Grace Star αλλά παρουσίασε μικρότερο δείκτη σχισίματος σε σχέση με τους καρπούς της ποικιλίας Grace Star. Επίσης έπειτα από έρευνα που έγινε σε 22 ελληνικές ποικιλίες κερασιάς βρέθηκε ότι οι ποικιλίες Μπακιρτζέικα και Τσολακείκα επιλέχθηκαν περισσότερο από τους καταναλωτές εξαιτίας του μέγεθους, του χρώματος, της σκληρότητας, της γεύσης και της ισορροπίας γλυκοξίνου. Η ποικιλία Τσολακείκα παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό διαλυτών στερεών συστατικών και το υψηλότερο

επίπεδο μηλικού οξέος, γεγονός που αποδεικνύει τη μεγάλη συσχέτιση μεταξύ ΔΣΣ/Οξύτητας και προτίμησης των καταναλωτών (Karagiannis et al. 2021).

Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής διατριβής προέκυψαν ορισμένα σημαντικά συμπεράσματα για την επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si στους καρπούς κερασιών των ποικιλιών Τσολακέικα και Grace Star.

- Η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si είχε διαφορετική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κερασιών των δύο ποικιλιών και φαίνεται να εμπλέκονται στη φυσιολογία ωρίμανσης των κερασιών.
- Στην ποικιλία Τσολακέικα η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si στα δένδρα της αύξησε το βάρος καρπού, την περιεκτικότητα του χυμού των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά ($\Delta\S\S$ %), τον λόγο $\Delta\S\S$ /Οξύτητα και το ποσοστό % ξηράς ουσίας του καρπού ($\Xi.O.$) ενώ το χρώμα του καρπού βελτιώθηκε μόνο στην περίπτωση της εφαρμογής K-Si.
- Στην ποικιλία Grace Star η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si οδήγησε σε καρπούς με πιο φωτεινό, πιο έντονο και λιγότερο κόκκινο χρώμα, χαμηλότερα $\Delta\S\S$, λόγο $\Delta\S\S$ /Οξύτητα και ποσοστό % $\Xi.O.$ των καρπών υποδεικνύοντας την καθυστέρηση της ωρίμανσης των καρπών σε σχέση με τον μάρτυρα.
- Η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si μείωσε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, δεν επηρέασε ή μείωσε την αντιοξειδωτική ικανότητα και μείωσε τη συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών και επομένως δεν βελτίωσαν τη διατροφική αξία των κερασιών. Εξαίρεση αποτελεί η διαφυλλική εφαρμογή K-Si στην ποικιλία Τσολακέικα όπου οδήγησε σε σημαντική αύξησή των ολικών ανθοκυανών των καρπών.
- Η διαφυλλική εφαρμογή των πυριτικών σκευασμάτων δεν βελτίωσε την αντοχή των κερασιών στο σχίσσιμο στις συγκεκριμένες ποικιλίες κερασιών.
- Μεγάλης σημαντικότητας αποτελεί το γεγονός ότι η διαφυλλική εφαρμογή των σκευασμάτων Ca-Si και K-Si οδήγησε σε αύξηση της δύναμης

αποκοπής του ποδίσκου των καρπών και των δύο ποικιλιών και επομένως βελτίωσε την πρόσφυση του ποδίσκου στους καρπούς.

- Η εμφάνιση των κερασιών σε διαλύματα των πυριτικών σκευασμάτων δεν αύξησε την αντοχή των καρπών στο σχίσσιμο μετά την έξοδό τους από τη συντήρησή.
- Περαιτέρω διερεύνηση απαιτείται για τη βελτιστοποίηση του χρόνου και της συχνότητας εφαρμογής των πυριτικών σκευασμάτων κατά την ανάπτυξη του καρπού και σύμφωνα με την καλλιεργούμενη ποικιλία κερασιών.
- Η ποικιλία Τσολακείκα παρουσίασε μικρότερη δύναμη αποκοπής του ποδίσκου των καρπών σε σχέση με τους καρπούς της ποικιλίας Grace Star αλλά παρουσίασε μικρότερο δείκτη σχισίματος σε σχέση με τους καρπούς της ποικιλίας Grace Star.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία:

1. Βασιλακάκης Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
2. Θεριός Ι., 2019. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
3. Θεριός Ι. και Δημάση-Θεριού Κ., 2013. Ειδική Δενδροκομία-Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
4. Καζαντζής Κ. και Μαρνασίδης Σ., 2013. Επικαιροποιημένο εγχειρίδιο καλλιέργειας κερασιάς. Έκδοση ΕΛ.Γ.Ο. – “ΔΗΜΗΤΡΑ”.
5. Καζαντζής Κ. και Χατζηχαρίσης Ι., 2014. Σχίσσιμο κερασιών-Εργαστηριακή διαβάθμιση 22 ποικιλιών όσον αφορά την ευαισθησία τους. Γεωργία – Κτηνοτροφία, 4:46-52.
6. Παστόπουλος Σ., Καζαντζής Κ., Σωτηρόπουλος Θ., 2020. Η φυσιολογία του ασβεστίου στην κερασιά και η σχέση του με ποιοτικές παραμέτρους του καρπού. Γεωργία – Κτηνοτροφία, 11:26-31.
7. Χατζηχαρίσης Ι., Καζαντζής Κ., 2014. Η Κερασιά και η Καλλιέργειά της. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Ξένη βιβλιογραφία:

1. Aghdam M.S., Hassanpouraghdam M.B., Paliyath G. and Farmani B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. Scientia Horticulturae 144:102-115.
2. Blando F. and Oomah D., 2019. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. Trends in Food Science and Technology, 86:517-29.

3. Brand-Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C., 1995. Use of a radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 28:25-30.
4. Bustamante M., Muñoz A., Romero I., Osorio P., Mánquez S., Arriola R., Reyes-Díaz M. and Ribera-Fonseca A., 2021. Impact of potassium pre-Harvest applications on fruit quality and condition of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivated under plastic covers in southern Chile orchards. *Plants (Basel)*, 10:2778.
5. Calvo P., Nelson L. and Kloepper J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants'. *Plant and Soil*, 383:3-41.
6. Christensen J.V., 1972. Cracking in cherries. III. Determination of cracking susceptibility. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 22:128-136.
7. Correia S., Ivo O., Queirós F., Ribeiro C., Ferreira L., Luzio A., Ana Silva P. and Gonçalves B., 2015. Preharvest application of seaweed based biostimulant reduced cherry (*Prunus avium* L.) cracking. *Procedia Environmental Sciences*, 29:251-52.
8. Correia S., Schouten R., Silva A.P. and Gonçalves B., 2018. Sweet Cherry Fruit Cracking Mechanisms and Prevention Strategies: A Review. *Scientia Horticulturae*, 240:369-77.
9. Davarpanah S., Tehranifar A., Abadía J., Val J., Davarynejad G., Aran M. and Khorassani R., 2018. Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). *Scientia Horticulturae*, 230:86-91.
10. Dini I., Graziani G., Fedele F.L., Sicari A., Vinale F., Castaldo L. and Ritieni, A., 2020. Effects of *Trichoderma* biostimulation on the phenolic profile of extra-virgin Olive Oil and olive oil by-products. *Antioxidants* 9:284.
11. Gascho G., 2011. Silicon sources for agriculture. In: Datnoff, L.E., Snyder G.H., Korndorfer G.H. (eds.), *Silicon in Agriculture. Studies in Plant Science* 8. Elsevier, Amsterdam, pp. 197-207.
12. Giusti M.M. and Wrolstad R.E. 1996. Radish anthocyanin extract as a natural red colorant for maraschino cherries. *Journal of Food Science* 61:688-694.

13. Hartmann C., 1992. Biochemical changes in harvested cherries. *Postharvest Biology and Technology*, 1:231-240.
14. Iscimen B., Sezen M., Yilmaz C. and Unlu M., 2023. Combined impacts of different irrigation levels and potassium doses on drip-irrigated pomegranate yield, quality, water productivity, cracking rate, and the economic net return. *Irrigation Science*.
15. Karagiannis E., Michailidis M., Skodra C., Molassiotis A. and Tanou G., 2021. Silicon influenced ripening metabolism and improved fruit quality traits in apples. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166:270-277.
16. Karagiannis E., Sarrou E., Michailidis M., Tanou G., Ganopoulos I., Bazakos C., Kazantzis K, Martens S., Xanthopoulou A. and Molassiotis A., 2021. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece. *Food Chemistry*, 342:128315.
17. Kelley D.S., Adkins Y. and Laugero K. D., 2018. A Review of the health benefits of cherries. *Nutrients* 10:68
18. Khadivi-Khub A., 2014. Physiological and genetic factors influencing fruit cracking. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37:1718.
19. Lanauskas J. and Kviklien N., 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of 'SinapOrlovskij' Apple. *Agronomy Research*, 31-36.
20. Lester G. E., Jifon J., and Makus D., 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L) case study. *Plant and Soil* 335, 1: 117-31.
21. Li, Y.C., Bi, Y., Ge, Y.H., Sun, X.J. and Wang, Y., 2009. Antifungal activity of sodium silicate on *Fusarium sulphureum* and its effect on dry rot of potato tubers. *Journal of Food Science*, 7:1334-1339.
22. Liang Y., Nikolic M., Bélanger R., Gong H., and Song A., 2015. Effect of silicon on crop growth, yield and quality. *Silicon in Agriculture: From Theory to Practice*.
23. McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27:1254-1255.

24. Michailidis M. and Tanou G., 2022. Improving quality of fruit. *Horticulturae*, 8:1194.
25. Michailidis M., Polychroniadou C., Kosmidou M.A., Petraki-Katsoulaki D., Karagiannis E., Molassiotis A. and Tanou G., 2021. An early calcium loading during cherry tree dormancy improves fruit quality features at harvest. *Horticulturae*, 7:135.
26. Michailidis M., Karagiannis E., Tanou G., Karamanoli K., Lazaridou A., Matsi T. and Molassiotis A., 2017. Metabolomic and physico-chemical approach unravel dynamic regulation of calcium in sweet cherry fruit physiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, 116:68-79.
27. Michailidis M., Tanou G., Sarrou E., Karagiannis E., Ganopoulos I., Martens S. and Molassiotis A., 2021. Pre- and post-harvest melatonin application boosted phenolic compounds accumulation and altered respiratory characters in sweet cherry fruit. *Frontiers in Nutrition* 8.
28. Palacios-Peralta C., Ruiz A., Ercoli S., Reyes-Díaz M., Bustamante M., Muñoz A., Osorio, P. and Ribera-Fonseca A. 2023. Plastic covers and potassium pre-harvest sprays and their influence on antioxidant properties, phenolic profile, and organic acids composition of sweet cherry fruits cultivated in Southern Chile. *Plants* 12:50.
29. Rombolà, A., Quartieri, M., Rodríguez-Declet, A. et al., 2023. Canopy-applied silicon is an effective strategy for reducing sweet cherry cracking. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 64:371-378.
30. Ricardo-Rodrigues S., Laranjo, M. and Agulheiro-Santos, A.C. 2023. Methods for quality evaluation of sweet cherry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103:463-478.
31. Rouphael Y. and Colla, G., 2020. Editorial: biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 1:40.
32. Savvas D. and Ntatsi G., 2015. Biostimulant activity of silicon in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196:66-81.

33. Soppelsa S., Markus Kelderer M., Raffaele Testolin R., Damiano Zanotelli D. and Andreotti C. (2020). 'Effect of Biostimulants on Apple Quality at Harvest and After Storage'. *Agronomy* 10, 8: 1214.
34. Sousa-Gallagher M. J., Tank A. and Sousa R., 2016. 14 - Emerging technologies to extend the shelf life and stability of fruits and vegetables. In: Persis Subramaniam (eds), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, The Stability and Shelf Life of Food (Second Edition)*, Woodhead Publishing, pp. 399-430.
35. Swain T. and Hillis W.E., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10:63-68.
36. Tesfay S. Z., Bertling I. and Bower J. P., 2011. Effects of postharvest potassium silicate application on phenolics and other antioxidant systems aligned to avocado fruit quality. *Postharvest Biology and Technology*, 60:92-99.
37. Vignati E., Lipska M., Dunwell J.M., Caccamo M., Simkin A.J., 2022. Fruit development in sweet cherry. *Plants*, 11:1531.
38. Vosnjak M., Mrzlic D. and Usenik V., 2022. Summer pruning of sweet cherry: a way to control sugar content in different organs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 3:1216-24.
39. Wang Y. and Long L.E., 2015. Physiological and biochemical changes relating to postharvest splitting of sweet cherries affected by calcium application in hydrocooling water. *Food Chemistry*, 181:241-47.
40. Winkler A. and Knoche M., 2021. Calcium uptake through skins of sweet cherry fruit: effects of different calcium salts and surfactants. *Scientia Horticulturae*, 276:109761.
41. Winkler A., Ossenbrink M. and Knoche M., 2015. Malic acid promotes cracking of sweet cherry fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 140:280-87.
42. Yener H. and Altuntaş Ö., 2021. Effects of potassium fertilization on leaf nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits (*Prunus avium L.*). *Journal of Plant Nutrition*, 44:946-57.

43. Ziogas V., Michailidis M., Karagiannis E., Tanou G. and Molassiotis A., 2020. Manipulating Fruit Quality through Foliar Nutrition. In: Srivastava A.K., Hu C. (eds), Fruit Crops, Elsevier, Amsterdam, pp. 401-417.
44. Zocchi G. and Mignani I, 1995. Calcium physiology and metabolism in fruit trees. *Acta Horticulturae*, 383:15-23.

Διαδικτυακή βιβλιογραφία:

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>