



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΟΜΕΙΣ ΑΙΧΜΗΣ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ
& ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση προσυλλεκτικών και μετασυλλεκτικών χειρισμών
στην ποιότητα των κερασιών κατά τη συντήρησή τους σε απλή ψύξη

Μιλτιάδης Χ. Λαδάκης

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Ελένη Τσαντίλη, Καθηγήτρια ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2022

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση προσυλλεκτικών και μετασυλλεκτικών χειρισμών
στην ποιότητα των κερασιών κατά τη συντήρησή τους σε απλή ψύξη

“Effect of pre-harvest and post-harvest handling
on the quality of cherries during their drying in simple cooling”

Μιλτιάδης Χ. Λαδάκης

Εξεταστική επιτροπή:

Ελένη Τσαντίλη, Καθηγήτρια ΓΠΑ (Επιβλέπουσα)

Μιλτιάδης Χριστόπουλος, Εντεταλμένος Ερευνητής ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ

Ιωάννης Καραπάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Επίδραση προσυλλεκτικών και μετασυλλεκτικών χειρισμών στην ποιότητα των κερασιών κατά τη συντήρησή τους σε απλή ψύξη

ΠΜΣ Τομείς Αιχμής & Καινοτόμες Εφαρμογές στην Παραγωγή & Συντήρηση Ωπωροκηπευτικών & Ανθοκομικών Ειδών

Τμήμα Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Δενδροκομίας

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι 1) η μελέτη της επίδρασης στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κερασιών των ποικιλιών *Skeena* και *Regina*, μετά από δύο (2) προσυλλεκτικούς, επαναληπτικούς ψεκασμούς με διάλυμα καλίου και πυριτίου σε 2 συγκεντρώσεις, καθώς επίσης και 2) της επίδρασης της συσκευασίας τους σε δύο (2) τύπους clamshells κατά την έκθεσή τους σε 20 °C και 60-75% σχετική υγρασία μετά από 15 ημέρες συντήρησης των ήδη συσκευασμένων κερασιών σε 0 °C και 98% υγρασία. Τα δύο διαφορετικά clamshells ήταν α) κοινά clamshells της αγοράς (market) και β) μιας πατέντας, (patent), αντίστοιχα, που κατασκευάστηκε στο USDA στη Φλόριδα της Αμερικής.

Στην ποικιλία *Skeena*, μετρήθηκαν η οξύτητα, τα ολικά διαλυτά στερεά, η συνεκτικότητα, η απόσπαση ποδίσκου και οι ανθοκυανίνες. Στην ποικιλία *Regina* τα κεράσια τοποθετήθηκαν σε 2 διαφορετικά clamshell στους 0°C και 98% υγρασία για 2 εβδομάδες και στην συνέχεια μπήκαν στους 19-20 °C με 60-75% σχετική υγρασία για 2, 3 και 4 μέρες. Στην συγκομιδή μετρήθηκαν συνεκτικότητα, απόσπαση ποδίσκου, χρώμα φλοιού και ποδίσκου με χρωματόμετρο Minolta καθώς και ολικά φαινολικά και ανθοκυανίνες. Στην συντήρηση 20 °C έγιναν οι ίδιες μετρήσεις και επιπλέον αυτών η μέτρηση της % απώλειας βάρους σε 20 °C και το χρώμα σάρκας.

Κατά την συγκομιδή, οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς, ενώ κατά την έκθεση των καρπών *Regina* σε 20 °C με τριπαραγοντική ανάλυση κατά το πλήρως τυχαιοποιημένο πείραμα.

Κατά τη συγκομιδή, στην ποικιλία *Skeena* φαίνεται πως ο ψεκασμός, ιδιαίτερα με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση, αύξησε τις τιμές όλων των παραγόντων που εξετάστηκαν, ενώ και στην *Regina* παρατηρείται ίδια αύξηση στις παραμέτρους της συνεκτικότητας, απόσπασης ποδίσκου, παραμέτρου χρώματος h^o του φλοιού και των ποδίσκων, αλλά οι συγκεντρώσεις ψεκάσματος δεν επηρέασαν τις τιμές του χρώματος της σάρκας

Μετά τη συντήρηση, στην ποικιλία *Regina*, η αύξηση της συγκέντρωσης του σκευάσματος συνετέλεσε επίσης στη βελτίωση των περισσοτέρων παραμέτρων ποιότητας. Τα clamshells της πατέντας μείωσαν την απώλεια βάρους, και συνετέλεσαν σε αυξημένες τιμές συνεκτικότητας, απόσπασης ποδίσκου, φωτεινότητας (L^*) και έντασης (C^*) του πράσινου χρώματος των ποδίσκων και των επιπέδων TAN, ενώ δεν επηρέασαν σημαντικά το χρώμα και το TP. Ο συνδυασμός των ψεκασμών με τη συσκευασία της πατέντας ήταν αθροιστικός στη βελτίωση των περισσότερων παραμέτρων ποιότητας κατά την έκθεσή τους σε 20 °C, τουλάχιστον μέχρι και 3 ημέρες.

Επιστημονική περιοχή: Δενδροκομία

Λέξεις κλειδιά: Διαφυλλικός Ψεκασμός, Συσκευασία Καρπών, Μετασυλλεκτική Μεταχείριση, Ποιότητα, *Prunus Avium*

Effect of pre-harvest and post-harvest handling on the quality of cherries during their drying in simple cooling

*MSc Top Sectors & Innovative Applications in Production and Maintenance of Fruit, Vegetable & Floricultural Species
Department of Crop Science
Laboratory of Pomology*

Abstract

The purpose of this work is 1) to study the effect on the physicochemical characteristics of cherries of Skeena and Regina varieties, after two (2) preharvest, repeated sprays with potassium and silicon solution at 2 concentrations, as well as 2) the effect of their packaging in two (2) types of clamshells when exposed to 20 °C and 60-75% relative humidity after 15 days of the already packaged and stored cherries at 0 °C and 98% humidity. The two different clamshells were a) common market clamshells and b) a patent, made at the USDA in Florida, USA.

In the Skeena variety, acidity, total soluble solids, fruit firmness, pedicel detachment and anthocyanins were measured. In the Regina variety the cherries were placed in 2 different clamshells at 00C and 98% humidity for 2 weeks and then at 19-20 °C with 60-75% relative humidity for 2, 3 and 4 days. At harvest, fruit firmness, pedicel detachment and foot color, as well as total phenolics and anthocyanins were determined. At 20 °C exposure, the same measurements were made in addition to the weight loss (%) and flesh color.

At harvest, statistical analyzes were performed by one-way ANOVA, while at the exposure of Regina fruits at 20 °C by three-way ANOVA, according to a completely randomized experiment.

At harvest, in the Skeena variety it seems that the spraying, especially with the highest concentration, increased the values of all the variables examined, while in Regina similar increases in firmness, pedicel detachment and in its h^o were observed, but the spray concentrations did not affect the color of the flesh.

After storage, in the Regina variety, the increase in the concentration of the formulation also contributed to the improvement of most of the quality parameters. The patent clamshells reduced weight loss, and contributed to increased values of firmness, pedicel detachment, brightness (L *) and intensity (C *) of the green color of the pedicels and fruit TAN levels, while not significantly affected color and TP. The combination of the sprays with the patent packaging was cumulative in improving most of the quality parameters when exposed to 20 °C for at least up to 3 days.

Scientific area: Arboriculture

Keywords: Foliar Spray, Fruit Clamshell, Proharvest Treatment, Quality, Prunus Avium

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα, των οποίων η συμβολή υπήρξε καθοριστική και ιδιαίτερα χρήσιμη για την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και επιβλέπουσα της μεταπτυχιακής διατριβής μου, κυρία Ελένη Τσαντίλη, για τη συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και υποστήριξη κατά την εκπόνησή αυτής.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Εντεταλμένο Ερευνητή του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ κύριο Μιλτιάδη Χριστόπουλου για την πολύτιμη βοήθειά του και συμβολή του στη διεκπεραίωση του πειράματος.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην υποψήφια διδάκτορα κυρία Αθανασία Καραντζή για τη σημαντική βοήθεια της κατά την τέλεση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστίες οφείλονται στην Επίκουρη Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, κυρία Μίνα Καυκαλέτου για τις παρεμβάσεις της κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
Abstract	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
Κεράσι – Γενικά	4
Βοτανική ταξινόμηση, Μορφολογικά χαρακτηριστικά, Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες Κερασιάς	4
Καρπός και Τρόπος καρποφορίας	5
Ποικιλίες.....	5
Ποικιλία <i>Regina</i>	6
Ποικιλία <i>Skeena</i>	7
Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κερασιού	8
Σύσταση Καρπού.....	8
Φαινολικά	8
Φλαβονοειδή.....	10
Ανθοκυανίνες και κυανιδίνες	10
Αντιοξειδωτική ικανότητα των φαινολικών.....	13
Ωρίμανση καρπού.....	14
Ανάπτυξη του καρπού	14
Ανάπτυξη χρώματος	15
Ανάπτυξη γεύσης.....	15
Μαλάκωμα καρπών	15
Συγκομιδή κερασιού.....	16
Εργασίες συγκομιδής.....	16
Συμπεριφορά μετά τη συγκομιδή και συντήρηση καρπών	16

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	18
Χωράφι-ψεκασμός.....	18
Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	20
Προσδιορισμός brix-οξύτητα	20
Απώλεια βάρους	20
Συνεκτικότητα	20
Χαρακτηριστικά ποδίσκου	21
Απόσπαση ποδίσκου.....	21
Καφέτιασμα ποδίσκου	21
Χρώμα ποδίσκου	21
Αξιολόγηση χαρακτηριστικών καρπού	22
Ηλιόκαυμα-pitting	22
Ξηρό βάρος.....	22
Χρώμα καρπού	22
Μετρήσεις αντιοξειδωτικών	22
Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών	22
Προσδιορισμός ολικών φαινολικών	22
Προσδιορισμός Ανθοκυανινών	23
Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	23
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	24
Ολικά διαλυτά στερεά & τιτλοδοτούμενη οξύτητα.....	24
Απώλεια βάρους	25
Συνεκτικότητα	26
Απόσπαση ποδίσκου.....	27
Χρώμα εξωτερικά του καρπού	29
Χρώμα σάρκας	32
Χρώμα ποδίσκου	34

Προσδιορισμός των ολικών φαινολικών (TP).....	37
Προσδιορισμός των ολικών ανθοκυανινών (TAN).....	37
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39
Απώλεια Βάρους.....	39
Ολικά διαλυτά στερεά, οξύτητα	40
Συνεκτικότητα Σάρκας	40
Χαρακτηριστικά Ποδίσκου	41
Χρώμα Καρπού	43
Φαινολικά	44
Ανθοκυανίνες.....	45
ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	45
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	47

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κεράσι – Γενικά

Βοτανική ταξινόμηση, Μορφολογικά χαρακτηριστικά, Κλιματικές και εδαφικές συνθήκες Κερασιάς

Η κερασιά ανήκει στην τάξη Rosales, οικογένεια Rosaceae, γένος Prunus, υπογένος cerasus (Βασιλακάκης, 1990). Είναι ένα φυλλοβόλο δέντρο που το μέγεθός του φτάνει έως τα 15m και γενικά καταλαμβάνει μεγάλο όγκο όπου περιορίζεται με σωστό κλάδεμα και με κατάλληλα υποκείμενα. Το ριζικό τις σύστημα είναι αρκετά μεγάλο αλλά καταλαμβάνει μικρό βάθος και περιορίζεται στα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Ο χρόνος ζωής του φτάνει έως τα 50 χρόνια, όμως με τις καινούργιες ποικιλίες συνήθως αντικαθίσταται στα 10 με 15 χρόνια μετά τα πρώτα 3 με 4 χρόνια ζωής του (πλήρη καρπόδεση) διότι λόγω γηρασμού τα φυτά χάνουν την απόδοσή τους και δεν είναι βιώσιμη η καλλιέργεια. Διαθέτει και διπλοειδείς αλλά και τετραπλοειδείς ποικιλίες όπως την *P.cerasus* x. *P. canescens* όπου δίνουν τα γνωστά νάνα υποκείμενα Gisela (Lang, 2001). Στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, το δένδρο έχει βλάστηση συνήθως ορθόκλαδη με κόμη του ανοίγει προς τα πάνω. Τα φύλλα έχουν μεγάλο μέγεθος με ποικίλο σχήμα από ρομβοειδές έως λογχοειδές, κατ'εναλλαγή, διπλά ή τριπλά οδοντωτά με αδενοφόρο μίσχο. Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε απλούς ανθοφόρους και ξυλοφόρους και φέρονται ένας σε κάθε κόμβο. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι διατεταγμένοι προς την βάση του ετήσιου βλαστού, είναι στογγυλοί και εκπτύσσονται νωρίτερα από τους ξυλοφόρους. Όπως όλα τα πυρηνόκαρπα οι επάκριοι οφθαλμοί είναι ξυλοφόροι. Αυτοί οι οφθαλμοί την επόμενη καλλιεργητική περίοδο θα δώσουν βραχύς βλαστούς με ισχυρή κορυφή, που θα φέρουν στο άκρο έναν ξυλοφόρο και ανθοφόρους στα πλάγια που δημιουργούν μία ροζέτα. Οι ροζέτες δίνουν κάθε χρόνο νέους ανθοφόρους με διάρκεια ζωής τα 3 έως τα 6 χρόνια.

Τα άνθη είναι λευκά με μακρύ ποδίσκο, δημιουργούνται πριν την έκπτυξη των φύλλων και σχηματίζουν 3 έως 7 άνθη με πιο σύνηθες αριθμό 2-3. Κάθε άνθος αποτελείται από πέντε σέπαλα, πέντε πέταλα, έναν ύπερο και 30 περίπου στήμονες. Πολλές ποικιλίες είναι αυτόστειρες και χρειάζονται και άλλη ποικιλία ώστε να γονιμοποιηθούν, πλέον όμως υπάρχουν και αυτογόνιμες.

Ο ύπερος αποτελείται από την ωοθήκη και ένα στύλο. Η ωοθήκη είναι μονόχωρη, περίγυνη αποτελείται από δύο σπερματικές βλάστες από τις οποίες γονιμοποιείται η μία και εξελίσσεται σε σπέρμα του καρπού.

Ο καρπός είναι δρύπη, σαρκώδης με αρκετό χυμό, με σκληρό, ξυλώδη, σφαιρικού έως ελλειψοειδούς σχήματος με ένα μόνο σπέρμα, το οποίο είναι σκληρό και βάση αυτού γίνεται η διάκριση των ποικιλιών.

Καρπός και Τρόπος καρποφορίας

Ο καρπός είναι δρύπη με σχήμα σφαιρικό ως καρδιόσχημο. Ο φλοιός είναι λεπτός, με χρώμα κίτρινο, κόκκινο ή μαύρο. Η σάρκα είναι κίτρινη έως βαθυκόκκινη (σχεδόν μαύρη), τραγανή (τραγανόσαρκα) ή μαλακή (μαλακόσαρκα). Άλλοτε εκπύρηνη ή ημισυμπύρηνη, με γλυκιά γεύση. Τα κύρια καρποφόρα όργανα της κερασιάς είναι τα μπουκέτα Μαΐου (ροζέτες), οι μικτοί βλαστοί και λεπτοκλάδια (βλαστοί μήκους μέχρι 25εκ.). Η ροζέτα φέρει πάντα έναν βλαστοφόρο οφθαλμό στο κέντρο της με έως 5 ανθοφόρους οφθαλμούς περιφερειακά (Lang et al., 2021) και του βλαστοφόρο. Η ροζέτα μπορεί να δίνει καρποφορία έως και 6 έτη και εξαρτάται από τη θρεπτική κατάσταση του δένδρου και τις καιρικές συνθήκες. Ο σχηματισμός των ροζετών γίνεται κατά τη βλαστική περίοδο και συμπληρώνεται η ανάπτυξη τους κατά τη ληθαργική περίοδο που ακολουθεί και ανθίζουν την επόμενη άνοιξη μέσα Απρίλη με αρχές Μαΐου.

Η διαφοροποίηση των οφθαλμών της κερασιάς γίνεται το καλοκαίρι και η διαπίστωση των καταβολών των ανθέων γίνεται τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου.

Οι μικτοί βλαστοί αποτελούν τα δευτερεύοντα καρποφόρα όργανα της κερασιάς οι οποίοι φέρουν σ' όλο το μήκος τους ανθοφόρους, ξυλοφόρους οφθαλμούς και ένα επάκριο ξυλοφόρο οφθαλμό. Αυτοί οι βλαστοί δεν παρουσιάζουν μεγάλη ζωηρότητα και μπορούν να φθάσουν σε μήκος τα 15-40 εκατοστά.

Ποικιλίες

Λόγω της έκτασης της καλλιέργειας της κερασιάς παγκοσμίως, έχουν δημιουργηθεί πολλές ποικιλίες κατάλληλες για την κάθε γεωγραφική περιοχή. Οι ποικιλίες αυτές διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος (μεγάλου, μετρίου ή νάνο), το σχήμα του δέντρου (ορθόκλαδο, πλαγιόκλαδο ή κρεμοκλαδές), το χρώμα του καρπού (ερυθρές, μελανές, κίτρινες, λευκές ή γαλανές), την παραγωγικότητα, την σκληρότητα ή τραγανότητα της σάρκας (τραγανόσαρκα ή απαλόσαρκα), τον τρόπο γονιμοποίησης (αυτογόνιμες ή αυτόστειρες), με βάση την περίοδο ωρίμανσης (πρώιμες, όψιμες) και με βάση την αναλογία οξέων- σακχάρων.

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κερασιάς στη χώρα μας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

α) Στις κλασικές ποικιλίες, οι οποίες ακόμη καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση, όπως η Bigarreau Burlat, η Larian, η Lapins, η B.S. Hardy Giant, η Ferrovina, η Van, η Germersdorfer, η Τραγανά Εδέσσης και τα Μπακιρτσέικα.

β) Στις νέες, υποσχόμενες, μεγαλόκαρπες και πολλές από αυτές αυτογόνιμες ποικιλίες, οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη δυναμική φυτεύσεων τελευταία, όπως η Sweet Early, η Early BiGi, η Early Lory, η Early Star, η Giorgia, η Canada Giant, η Grace Star, η Blaze Star, η Kordia, η Regina, η Samba, η Black Star, η Sabrina, η Satin, η Big Star, η Skeena, η Sweetheart, η νέα σειρά Sweet κ.ά.

γ) Στις τοπικές, μικρού ενδιαφέροντος αλλά καλά εγκλιματισμένες στις περιοχές όπου καλλιεργούνται, όπως τα Μαύρα Αναστασίας, το Τραγανό Κομοτηνής, το Μαύρο Τριπόλεως, η Φράουλα Βόλου, η Καραμέλα Τριπόλεως, το Πετροκέρασο Αχαΐας, το Μοσχάτο Ευβοίας κ.ά., που καλλιεργούνται σε μικρές εκτάσεις για την κάλυψη τοπικών κυρίως αναγκών (Βασιλακάκης, 1990).

Οι εξεταζόμενες ποικιλίες ανήκουν στο είδος *Prunus avium* L. στο οποίο αντιστοιχούν οι γλυκές ποικιλίες. Αυτές οι ποικιλίες χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερα δέντρα πιο εύρωστα και με πιο χοντρό κορμό. Τα φύλλα είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από τις άλλες οικογένειες και τα κεράσια είναι καρδιόσχημα με το μέγεθός τους να κυμαίνεται μεταξύ 20-75mm (Paul et al., 2011). Επίσης αυτές οι ποικιλίες είναι διπλοειδής (χρωμοσώματα n=16) αν και υπάρχουν και τετραπλοειδής (n=32) (Golding et al., 2016).

Ποικιλία *Regina*

Η *Regina* είναι μία όψιμη και με αρκετά συνεκτική ποικιλία που δημιουργήθηκε από την διασταύρωση των ποικιλιών Schneiders Spate Knorpelkirsche x Rube.

Γενικά ο καρπός είναι μεγάλου\μεσαίου μεγέθους, καρδιόσχημος με έντονο κόκκινο χρώμα και τραγανότητα (Εικόνα 1) με ωρίμανση περίπου 20 μέρες μετά την B.Butlat (Χατζηχαρίσης &Καζαντζής, 2014).

Το δέντρο της ποικιλίας, χαρακτηρίζεται ως ημιορθόκλαδο, μετρίου έως μεγάλου μεγέθους και έχει μεγάλη παραγωγικότητα. Παρουσιάζει σχετική ανθεκτικότητα στο σχίσσιμο και σχετική ευαισθησία στη μονιλία (*Monilinia laxa*). Οι κυριότεροι επικονιαστές είναι η *Kordia*, *Ferrovnia* και τα Τραγανά Εδέσσης. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως καλοί επικονιαστές της οι ποικιλίες *Kordia* και *Summit*.

Η εποχή ωρίμανσης είναι μεταξύ τέλη Ιουνίου με αρχές Ιουλίου και είναι αρκετά ενδιαφέρουσα ποικιλία διότι έχει αρκετά καλή παραγωγή με ποιοτικό καρπό, την πολύ καλή συμφωνία της με νάνα και ημινάνα (*Gisela 6*) υποκείμενα και ευκολία κατά την καλλιέργεια καθώς ο καρπός είναι αρκετά συνεκτικός και αντέχει αντίξοες συνθήκες. Πλέον είναι μία αρκετά διαδεδομένη ποικιλία στην χώρα μας ειδικά σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Προτείνεται η καλλιέργειά της μαζί με Τραγανά Εδέσσης και *Kordia* (επικονιαστές) που έχουν παρόμοια εποχή άνθησης και ωρίμανσης (διαφορά λίγων ημερών).



Εικόνα 1: Καρπός *Regina* (Lang, 2021)

Ποικιλία *Skeena*

Είναι μία αυτογόνιμη ποικιλία (Χατζηχαρίσης & Καζαντζής, 2014) που δημιουργήθηκε για να είναι όψιμη με χρόνο ωρίμανσης 25-27 μέρες μετά την Butlat.

Γενικά δίνει έναν αρκετά ποιοτικό καρπό χρώματος σκούρο κόκκινο, μεγάλου μεγέθους, νεφροειδούς σχήματος και αρκετά γλυκός όταν είναι σε φάση ωρίμανσης (Lane et al., 2000). Επίσης χαρακτηρίζεται από την πολύ καλή του συνεκτικότητα, την μεγάλη αντοχή του στο σκίσιμο (ανθεκτικός στα υψηλά χιλιοστά βροχής) και στον μεσαίου μεγέθους και χοντρό στέλεχος(εικόνα 2) (Lane et al., 2000, Lang et al., 2021).

Σχηματίζει ένα αρκετά ενεργητικό και εύρωστο δέντρο αρκετά διαχειρίσιμο λόγω του ότι είναι σχετικά ανοιχτό με την ανάπτυξή του να δυσχεραίνεται από τους 38 °C και πάνω (Lane et al., 2000, Lang et al., 2021).



Εικόνα 2: Καρπός *Skeena* (Lang, 2021)

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κερασιού

Γενικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κερασιών που ελέγχονται ώστε να είναι αποδεκτά από το καταναλωτικό κοινό είναι το μέγεθος και το χρώμα καρπού, την οξύτητα (TA), τα Brix και το χρώμα των καρπών (Habib et al., 2015). Τα γλυκά κεράσια έχουν Brix από 13 έως 25% και TA 0,4 έως 1,5% ενώ ο λόγος SSC/TA έχει επίδραση στην γλυκύτητα και στην γεύση, ενώ η ελάχιστο για την εμπορία περιεκτικότητα σε Brix που μπορεί να έχει ο καρπός είναι 16% (Golding et al., 2016). Το χρώμα του καρπού εξαρτάτε από την ωρίμανση του καρπού καθώς αλλάζει η περιεκτικότητα του σε ανθοκυανίνες με τις σημαντικότερες να είναι η cyanidin-3-O-rutinoside και cyanidin-3-O-glucoside (Habib et al., 2015; Esti et al., 2002; Correia et al., 2017). Επίσης σε πείραμα που έγινε από τους (Girard et al., 1998) πάνω σε 12 ποικιλίες από κεράσι, βρήκαν ότι το βάρος των καρπών είχε τιμές από 8,8g έως 14,5g, ενώ τα Brix όσο και ο λόγος SSC/TA είχαν τιμές 13.5-24.5 και 18.3-29 αντίστοιχα. Το στο χρώμα του καρπού ο παράγοντας C έχει την μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με τους παράγοντες του χρώματος L*, a*, b* και hue. Επίσης με την βοήθεια HPLC και GC βρήκαν σαν αποτέλεσμα ότι οι κυριότερες μη πτητικές ουσίες ανά g/FW ήταν η γλυκόζη (5.2-8.8 g/100 g FW) η φρουκτόζη (4.4-6.4 g/100 g FW), η σορβιτόλη, η μανιτόλη (2.2-8 g/100 g FW) και το μηλικό οξύ (502.7-948.3 mg/100 g FW) ενώ, οι κυριότερες πτητικές ουσίες ήταν οι (E)-2-εξενόλη, βενζαλδεΐδη, εξανάλη και (E)-2-εξενάλη.

Σύσταση Καρπού

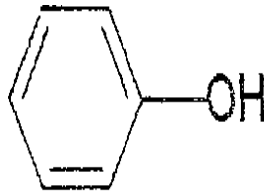
Φαινολικά

Οι ενώσεις που έχουν τουλάχιστον μία υδροξυλική ομάδα (OH) (εικόνα 3) πάνω σε ένα αρωματικό δακτύλιο (βενζόλιο) είναι οι φαινόλες. Γενικά οι φαινόλες οξειδώνονται σχετικά εύκολα και από την οξείδωσή τους προκύπτουν κινόνες ή αλειφατικά προϊόντα (τα οποία είναι άοσμα). Η βιοσύνθεση τους γίνεται από το βιοχημικό μονοπάτι του σικιμικού οξέος που μετατρέπει ενώσεις που προέρχονται από την γλυκόλυση και την οδό των φωσφορικών πεντοζών και δημιουργεί 3 αμινοξέα την φαινυλαλανίνη την τυροσίνη και την τρυπτοφάνη (όπως δείχνουν οι εικόνες 4,5). Σε φυτικούς οργανισμούς συντελούν μία σειρά από διεργασίες ανάλογα το είδος τους, από στηρικτικές (η λιγνίνη είναι μια πολυφαινόλη και είναι κύριο συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος) και χρωστικές όπως τα φλαβονοειδή που δίνουν ένα κίτρινο χρώμα ή οι ανθοκυανίνες που μας δίνει το κόκκινο/μωβ χρώμα (και οι δύο ουσίες προέρχονται από την φλαβόνη) και άλλες ιδιότητες. Τα φαινολικά είναι ασθενή οξέα λόγω του ότι το υδρογόνο του φαινολικού υδροξυλίου είναι αρκετά ασταθές (Robards et al., 1999). Το 20% των σακχάρων που δημιουργούνται από την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, επαναχρησιμοποιούνται ώστε να μεταβολιστούν τα φαινυλοπροπανοειδή, σχηματίζοντας την πλειοψηφία των φαινολικών συστατικών (Ververidis et al., 2007; Robards et al., 1999).

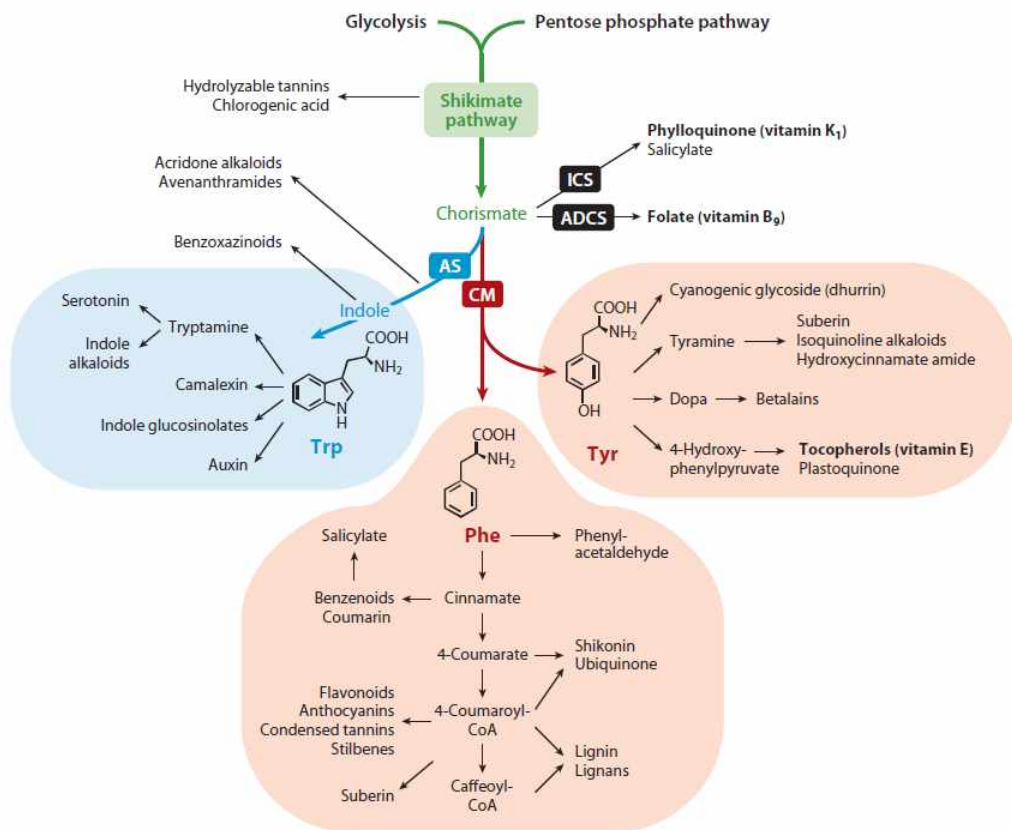
Γενικά υπάρχουν αναφορές ότι έχουν ανακαλυφθεί περισσότερες από 8000 φαινολικές δομές διασκορπισμένες σε ολόκληρο το φυτικό βασίλειο. Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα πως στις φαινολικές ενώσεις συναντάμε απλές

ενώσεις, με μικρό μοριακό βάρος, ενώσεις μονού αρωματικού δακτυλίου έως τις μεγάλες ενώσεις όπως ταννίνες και τις πολυφαινόλες. Οι πολυφαινόλες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών με βασικό γνώρισμα η παρουσία ενός ή περισσοτέρων υδροξυλιωμένων αρωματικών δακτυλίων (Cantín et al., 2009).

Έχει αποδειχτεί ότι η υψηλή θερμοκρασία, ή και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες, επηρεάζει την βιοσύνθεση των φαινολικών ουσιών. Οι μηχανισμοί σύνθεσης φαινολικών κάτω από την επίρεια θερμικού stress έχει σαν αποτέλεσμα, σε φυτά ντομάτας και καρπουζιού, να ενεργοποιούνται και αναστέλλουν την οξειδωση τους (Rivero et al., 2001).



Εικόνα 3: Χαρακτηριστική ομάδα των φαινολικών (Bravo, 1998; Arsuaga et al., 2011).

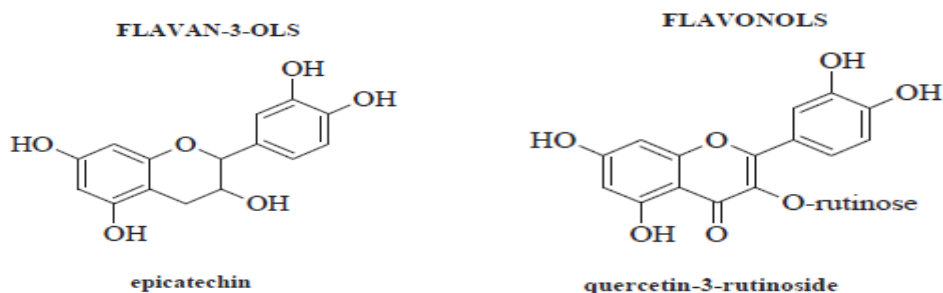


Εικόνα 4: Η σύνθεση των διαφόρων ομάδων φαινολικών ουσιών από το χορισμικό οξύ (chorismate), αναπαραχθείσα από το άρθρο Hiroshi Maede et al. (2012). Από την τρυπτοφάνη (Try) προέρχονται αλκαλοειδή τύπου ινδολίου. Από την τυροσίνη (Tyr) προέρχονται αλκολοειδή αλλά και φαινολικά τύπου κουϊνολών. Τα περισσότερα φαινολικά παράγονται από την φαινυλαλανίνη (Phe).

Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή, όπου ανήκουν και οι ανθοκυανίνες, αποτελούν μία από τις μεγαλύτερες κατηγορίες φαινολικών ουσιών. Στην κατηγορία ο βασικός τύπος μορίου έχει την μορφή C6-C3-C6, ο οποίος αντιστοιχεί στην ένωση φλαβανόνη από την οποία προέρχονται οι ανθοκυανίνες και οι ταννίνες (Crozier et al., 2009; Goodwin-Mercer, 1983). Η δομή τους αποτελείται από δύο φαινολικούς δακτύλιους, όπου συνδέονται μέσω μιας αλειφατικής αλυσίδας 3 ατόμων άνθρακα, η οποία σχηματίζει ένα πυρανικό ετεροκυκλικό δακτύλιο (εικόνα 5) (Yanishlieva- Maslarova, 2001). Οι κυριότερες κατηγορίες αυτών των ενώσεων είναι οι φλαβόνες, οι ανθοκυανιδίνες, οι φλαβαν-3-όλες, οι φλαβονόλες, οι ισοφλαβόνες και οι φλαβονόνες (Crozier et al., 2009; Wang et al., 2020).

Τα φλαβονοειδή συναντώνται σε όλες τις κατηγορίες των φυτών (Cantín et al., 2009). Γενικά όσον αφορά την ανθρώπινη υγεία, έχει καταγραφεί πως δρουν θετικά σε αυτήν καταγράφοντας αντιαλλεργική, αντιφλεγμονώδεις, αντιθρομβωτική και αντικαρκινική δράση. Επίσης τα φλαβονοειδή και τα στυλβενοειδή εμφανίζουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, προστατεύοντας τα φυτά από τους παράγοντες που προκαλούν οξειδωτικό στρες και έναντι των βλαβών που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες (Ververidis et al., 2007)



Εικόνα 5: Δομή των 3-φλαβανολών και φλαβονοειδών κατά τους Wang et al., 2020.

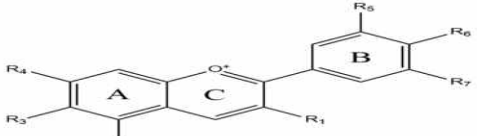
Ανθοκυανίνες και κυανιδίνες

Οι ανθοκυανίνες αποτελούν σημαντική κατηγορία των φαινολικών ουσιών. Είναι οι έγχρωμες ουσίες των φυτών που δίνουν στα άνθη, στους καρπούς και στα φύλλα το πορφυρό, ερυθρό, πορτοκαλί, κυανό και ιώδες χρώμα τους (Crozier et al., 2009). Οι ανθοκυανιδίνες είναι ουσίες με μεσαίο μέγεθος μορίου και ανήκουν στα φλαβονοειδή (Brouillard, 1982). Υπάρχουν 25 σημαντικές ανθοκυανιδίνες (εικόνα 6) με την διαφορά τους να έγκειται στο ότι κάποιες έχουν υδροξυλομάδα (OH) και άλλες μεθοξύ ομάδα (OCH₃) (Jordheim, 2013). Τελικώς μπορούμε να πούμε ότι χωρίζονται σε 2 κύριες ομάδες, με την πρώτη να περιλαμβάνει τις 3-υδροξυανθοκυανιδίνες, τις 3-δυόξυ ανθοκυανιδίνες και τις O-μέθυλο ανθοκυανιδίνες, ενώ η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει την κυανιδίνη (Cy), την δελφινιδίνη (DP) και την πελαργονιδίνη (Pg). Το 50% των παραγόμενων φυτικών ανθοκυανιδών το κατέχουν οι Cy το 12% η DP και το 10% οι Pg. (Bridle et al., 1982; Gentile et al., 2021). Όταν οι ανθοκυανιδίνες συνδέονται με ένα μόριο από κάποιο σάκχαρο γίνονται ανθοκυανίνες. Στην ουσία οι ανθοκυανίνες είναι γλυκοζίτες. Η γλυκόλυση επιτυγχάνεται ενζυμικά

με την προσθήκη ενός ζαχάρου στην 3 ή 5 θέση του μορίου την ανθοκυανιδίνης (Dini et al., 2018; Tang et al., 2020; Gentile et al., 2021). Το αποτέλεσμα της γλυκόλυσης είναι οι ανθοκυανίνες να αυξάνουν την διαλυτότητά τους και σταθερότητά τους στο νερό. Την πιο απλή διαδικασία γλυκοζυλίωσης περιλαμβάνει την συμύκνωση των μονοσακχαρίτες όπως γλυκόζη, γαλακτόζη, ξυλόζη και ρουτινόζη, ενώ πιο σπάνια γίνεται σε δυσακχαρίτες και τρισακχαρίτες. Τέλος οι ανθοκυανίνες μπορούν να κάνουν ακέτυλα σύμπλοκα με οργανικά οξέα όπως καφεϊκό και p-κουμαρικό μέσω εστεροποίησης στη θέση 3 του μορίου (Gentile et al., 2021). Καταληκτικά υπάρχουν πάνω από 500 ανθοκυανίνες οι οποίες δεν διαφέρουν μόνο στο μοτίβο της γλυκοζυλίωσης αλλά και που βρίσκονται και στο πως παρουσιάζονται οι αλειφατικές και αρωματικές καρβοξυλάσες (Wang et al., 2020; Pervaiz et al., 2017; Gentile et al., 2021).

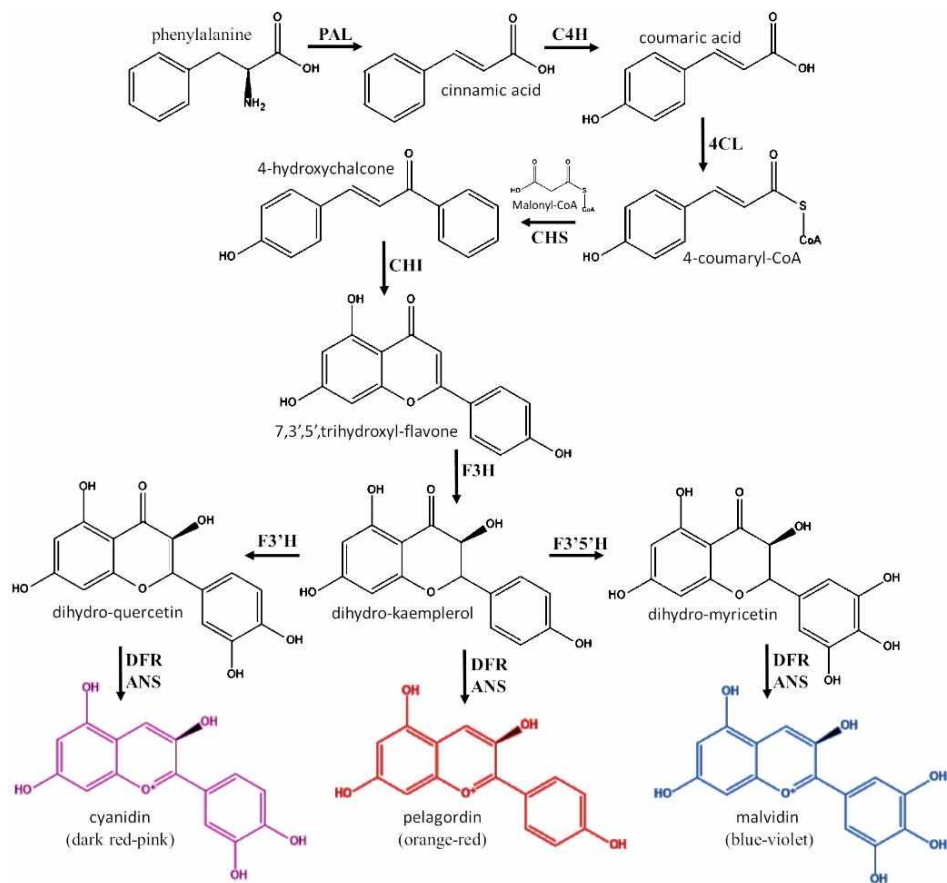
Η βιοσύνθεση των ανθοκυανινών γίνεται σχεδόν αποκλειστικά από τα φυτά καθώς είναι μέρος του φαινυλοπροπανικού μονοπατιού. Τα ένζυμα που λαμβάνουν μέρος στην βιοσύνθεση τους εντοπίζονται στο ενδοπλασματικό δίκτυο και οργανώνονται σε μία πολυενζυματική ένωση (Tanaka et al., 2008). Η φαινυλαλανίνη είναι η πρόδρομος ουσία των ανθοκυανινών (εικόνα 7) και είναι ένα αμινικό οξύ. Επίσης μπορεί να παίρνει μέρος και στον πρωτογενή και δευτερογενή μεταβολισμό και από αυτό παράγονται οι περισσότερες φαινολικές ενώσεις. Μετά το πέρας της βιοσύνθεσης οι ανθοκυανίνες μεταφέρονται μέσω του συστήματος Golgi στα κενοτόπια όπου σταθεροποιούνται περαιτέρω μέσω ουσιών (Gentile et al., 2021).

Οι ανθοκυανίνες παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση καθώς δίνει μία σχετική άμυνα στο φυτό σε μύκητες και έντομα (Lingua G et al., 2013; Wang et al., 2020). Επίσης προστατεύει από τη UV-B και την ευαισθησία στην μεγάλη ποσότητα φωτός που μπορεί να επηρεάζει τα φυτά (Wei et al., 2020), ενώ βοηθάει θετικά κατά του βιοτικού stress λόγω υψηλών θερμοκρασιών και στέρησης νερού και θρεπτικών (Fragasso et al., 2015; Luna et al., 2015). Οι ανθοκυανίνες του γλυκού κερασιού είναι η 3-ρουτινική κυανιδίνη, η 3-γλυκοζιτική κυανιδίνη και οι αντίστοιχες πεονιδίνες και η 3-ρουτινική πελαργονιδίνη (εικόνα 8) (Grano et al., 2020).

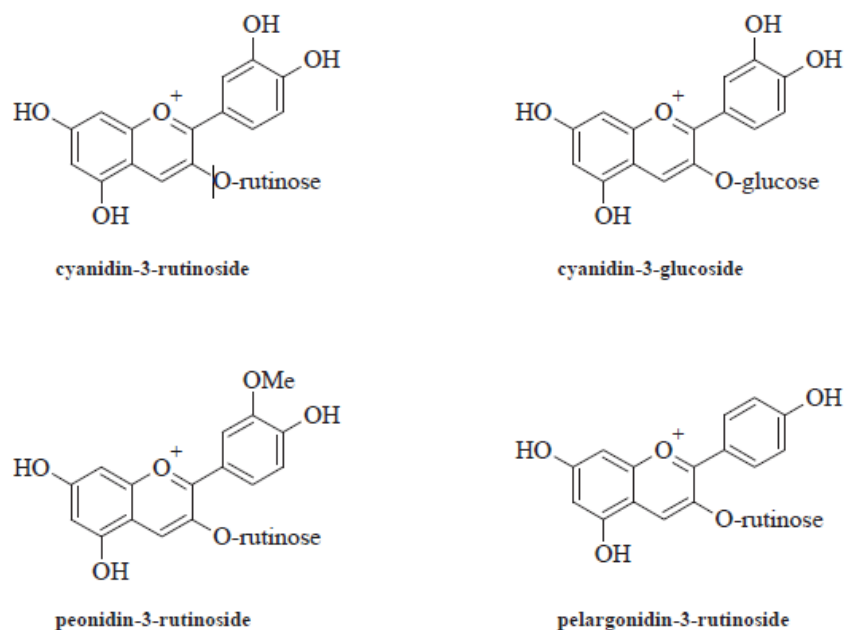


Name	Abbreviations	Substitution pattern						
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Apigeninidin	Ap	H	OH	H	OH	H	OH	H
Arrabidin	Ab	H	H	OH	OH	H	OH	OMe
Aurantidin	Au	OH	OH	OH	OH	H	OH	H
Capensinidin	Cp	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OMe
Carajurin	Cj	H	H	OH	OH	H	OMe	OMe
Cyanidin	Cy	OH	OH	H	OH	OH	OH	H
Delphinidin	Dp	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH
Europinidin	Eu	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OH
Hirsutidin	Hs	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	OMe
30-HydroxyAb	3'OHAb	H	H	OH	OH	OH	OH	OMe
6-HydroxyCy	6OHCy	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH
6-HydroxyDp	6OHDp	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH
6-HydroxyPg	6OHPG	OH	OH	OH	OH	H	OH	H
Luteolin	Lt	H	OH	H	OH	OH	OH	H
Malvidin	Mv	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OMe
5-MethylCy	5-MCy	OH	OMe	H	OH	OH	OH	H
Pelargonidin	Pg	OH	OH	H	OH	H	OH	H
Peonidin	Pn	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H
Petunidin	Pt	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH
Pulchellidin	Pl	OH	OMe	H	OH	OH	OH	OH
Riccionidin-A	RIA	OH	H	OH	OH	H	OH	H
Rosinidin	Rs	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	H
Tricetinidin	Tr	H	OH	H	OH	OH	OH	OH
Rosinidin	Rs	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	H
Tricetinidin	Tr	H	OH	H	OH	OH	OH	OH

Εικόνα 6: Απεικονίζει τη χημική δομή των ενώσεων των ανθοκυανινών (Gentile et al., 2021)



Εικόνα 7: Απεικόνιση του βιοχημικού μονοπατιού της φαλυλαλανίνης (PAL) από το οποίο βιοσυντίθενται οι ανθοκυανίνες (Gentile et al., 2021)



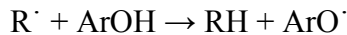
Εικόνα 8: Απεικονίζονται οι τέσσερις κύριες ανθοκυανίνες που απαντώνται στα γλυκά κέρασια (Grano et al., 2020)

Αντιοξειδωτική ικανότητα των φαινολικών

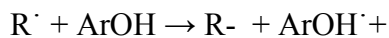
Οι ενεργές ρίζες οξυγόνου, προέρχονται από την αναγωγή του μοριακού οξυγόνου και ως εκ τούτου έχουν ισχυρότερη η οξειδωτική δράση τους από το ίδιο το οξυγόνο με αποτέλεσμα να είναι αρκετά τοξικές για τα κύτταρα.

Οι κύριοι μηχανισμοί όπου τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν τα φυτά από τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες είναι δύο.

Με τον πρώτο μηχανισμό ένα άτομο υδρογόνου μεταφέρεται στην ελεύθερη ρίζα R[·] καθώς αποσπάτε καθώς αποσπάτε ένα άτομο υδρογόνου από τον αρωματικό δακτύλιο του αντιοξειδωτικού ArOH :



Κατά τον δεύτερο μηχανισμό ένα ηλεκτρόνιο μεταφέρετε από το αντιοξειδωτικό ArOH στην ελεύθερη ρίζα R[·] :



Επίσης και τα ένζυμα εμφανίζουν αντιοξειδωτική δράση καθώς προστατεύουν το κύτταρο από τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα τις ενεργές μορφές οξυγόνου στις αντιδράσεις που καταλύουν ή σχηματίζοντας με τη δράση τους ουσίες που λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά. Ένα από τα κυριότερα ένζυμα που μπορούν να δεσμεύσουν και να απενεργοποιήσουν την δράση αυτών των ενεργών μορφών είναι η υπεροξειδική δισμουτάση (SOD), η ασκορβική υπεροξειδάση (APX) και η καταλάση (CAT). Επιπλέον υπάρχουν και ένζυμα που διατηρούν τα αποθέματα των αντιοξειδωτικών ουσιών. Σε αυτά τα ένζυμα ανήκουν η αναγωγή της γλουταθειόνης (GR) , η μονοαφυδροασκορβική αναγωγή (MDAR) και η αφυδροασλορβική αναγωγή (DHAR) , (Noctor and Foyer, 1998).

Οι φαινολικές ουσίες έχουν πολύ καλή αντιοξειδωτική δράση καθώς έχουν την ικανότητα να δημιουργούν σύμπλοκα με τα ελεύθερα μέταλλα ώστε αυτά να μη συμμετέχουν στις αντιδράσεις ως υποστρώματα των υπεροξειδασών, οι οποίες είναι ένζυμα που καταλύουν τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου (Διαμαντίδης, 2007). Με τον παραπάνω τρόπο δράση δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου όπου είναι ο κυριότερος τρόπος δράσης τους. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται τόσο από την ικανότητα να αποδίδουν εύκολα άτομα υδρογόνου ή ηλεκτρόνια στις ελεύθερες ρίζες, όσο και από την σταθερότητα της παραγόμενης φαινολικής ρίζας. Ως εκ τούτου τα δομικά χαρακτηριστικά των φαινολικών ενώσεων όπως ο διαθέσιμος αριθμός ομάδων υδροξυλίων (όπου είναι και ο σημαντικότερος παράγοντας), ο βαθμός γλυκοζυλίωσής τους, η παρουσία ή μη μεθυλικών ομάδων και η ύπαρξη διπλών ή τριπλών δεσμών, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην αντιοξειδωτική ικανότητα τους (Cao et al., 1997; Frankel and Meyer, 2000,).

Όπως είδαμε παραπάνω, από τα φαινολικά δημιουργούνται φλαβονοειδείς και μη ενώσεις, όπου έχει αποδειχτεί πως συμβάλουν καθοριστικά στην αντιοξειδωτική ικανότητα τους. Πιο συγκεκριμένα τα διμερή των προκυανιδινών εμφανίζουν τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα, ενώ ακολουθούν οι φλαβανόλες, φλαβονόλες, τα υδροξυ-κινναμωμικά οξέα και τα απλά φαινολικά οξέα (Soobrattee et al., 2005). Μεταξύ των ουσιών που απαρτίζουν τις φλαβαν-3-όλες, την μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα την παρουσίασαν οι εστέρες της επιγαλλοκατεχίνης και επικατεχίνης και μικρότερη η κατεχίνη. Οι εστέρες οφείλουν την αντιοξειδωτική

δράση τους στην παρουσία περισσότερων ομάδων υδροξυλίου στη δομή τους (Salah et al., 1995). Όσον αφορά τις ανθοκυανίνες, η αντιοξειδωτική τους ικανότητα έγκειται στο είδος του σακχάρου με το οποίο συνδέονται (Wang et al., 2020) καθώς η αύξηση του αριθμού των υδροξυλίων δε συνεπάγεται και ανάλογη αύξηση της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας (Wang et al., 1997).

Ωρίμανση καρπού

Με τον όρο ωριμότητα δηλώνεται το στάδιο της ανάπτυξης των καρπών, όπου αυτοί είναι έτοιμη για συγκομιδή και οποιαδήποτε χρήση (κατανάλωση, αποθήκευση, επεξεργασία κ.ά.). Υπάρχουν δύο είδη ωριμότητας η φυσιολογική και σε εμπορική ωριμότητα.

Φυσιολογική ωριμότητα. Είναι το στάδιο εξέλιξης του καρπού κατά το οποίο αν γίνει η συγκομιδή ο καρπός είναι σε θέση να αποκτήσει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εμπορικής ωριμότητας.

Εμπορική ωριμότητα. Αναφέρεται στο στάδιο εξέλιξης στο οποίο ο καρπός έχει όλα εκείνα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι επιθυμητά και αποδεκτά από τον καταναλωτή (χρώμα, άρωμα, γεύση, υφή, χημική σύνθεση, θρεπτική αξία κ. ά).

Η ωρίμανση των καρπών ονομάζεται ένα σύνολο διεργασιών το οποίο, ξεκινά κατά τα τελευταία στάδια της αύξησης και ανάπτυξης των καρπών και τελειώνει κατά τα πρώτα στάδια της γήρανσης (Tsantili et al., 2015).

Στο κεράσι, τα κύρια κριτήρια ωρίμανσης είναι η αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε αποχρώσεις του κόκκινου λόγω της συσσώρευσης ανθοκυανινών με την ταυτόχρονη αποδόμηση της χλωροφύλλης. Την ίδια στιγμή το βάρος και το μέγεθος του καρπού αυξάνεται και κατά την τελευταία εβδομάδα πριν την συγκομιδή μπορεί να πάρει έως και το 25% της τελικής του μάζας (Blažková et al., 2002). Επίσης ο καρπός μαλακώνει καθώς (μειώνεται η συνεκτικότητά του) λόγω κάποιων ενζύμων που αποδομούν τα κυτταρικά τοιχώματα (Remón et al., 2003). Επιπλέον σημειώνεται μεγάλη αύξηση στην παραγωγή και αποθήκευση ζαχάρων (τα brix πρέπει να είναι από 16% και πάνω για να θεωρείτε το κεράσι ώριμο), ενώ δεν συντελείται κάποια σημαντική αύξηση στα οξέα καθώς πρέπει να είναι TA 0,4 έως 1,5% για τα γλυκά κεράσια.

Ανάπτυξη του καρπού

Η ανάπτυξη του καρπού του κερασιού χωρίζεται σε τρία στάδια (I, II, III). Το πρώτο (I) ανάπτυξης ξεκινάει μετά την ολοκλήρωση του σχηματισμού του πυρήνα και των περεταίρω μερών του καρπού και χαρακτηρίζεται από την μεγάλη ανάπτυξή του, η οποία κρατάει 2 έως 3 εβδομάδες, όπου αυξάνετε πολύ σε όγκο και αυτό οφείλεται στην εκτεταμένη κυτταροδιαίρεση.

Κατά το δεύτερο στάδιο (II), η αύξηση σε όγκο μειώνεται και αυξάνεται η μεταφορά σακχάρων στους καρπούς, όπου με την μορφή αμύλου αποθηκεύονται στα κύτταρά του. Επίσης σε αυτήν την περίοδο σχηματίζονται τα χυμοτόπια, αυξάνουν οι μεσοκυττάριοι χώροι και λεπταίνουν τα τοιχώματα των κυττάρων.

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο (III) αυξάνεται και πάλι ο όγκος του καρπού ταχέως λόγω της μεγάλης αύξησης των χυμοτοπίων με στο οποίο εναποτίθενται μεγάλες

ποσότητες νερού, το αποθηκευμένο άμυλο ξαναμετατρέπεται σε σάκχαρα και γίνεται ο μεταχρωματισμός του από πράσινο σε κόκκινο χρώμα καθώς επέρχεται η ωρίμανση του καρπού (Χατζηχαρίσης & Καζαντζής, 2014).

Συνεπώς το τελικό μέγεθος του κερασιού, είναι ένα συνδυαστικό αποτέλεσμα της εκτεταμένης κυτταροδιαίρεσης και της αύξησης των κυττάρων σε όγκο λόγω της εναπόθεσης νερού και φωτοσυνθετικών προϊόντων στα χυμοτόπια (Μαρθοπούλου, 2015).

Ανάπτυξη χρώματος

Κατά την ανάπτυξη του χρώματος αρχίζει η βιοσύνθεση των ανθοκυανινών κυρίως των cyanidin-3-O-rutinoside και cyanidin-3-O-glucoside (Gonçalves et al., 2007; Serrano et al., 2009; Correia et al., 2017). Η σύνθεση των ανθοκυανινών ευνοείται από την φωτοσύνθεση της διότι όπως είδαμε και παραπάνω προέρχονται από τις ανθοκυανιδίνες με την προσθήκη ενός μορίου σακχάρου στην θέση 3 ή 5 της μοριακής τους αλυσίδας. Σαν αποτέλεσμα παρατηρείται πως η βιοσύνθεση των ανθοκυανινών, όπως και όλων των φαινολικών, αυξάνεται με την ηλιακή ακτινοβολία καθώς η UV ακτινοβολία έχει θετική επίδραση στην βιοσύνθεση της (Correia et al., 2017; Kataoka et al., 1996). Επίσης η UV-C αν εφαρμοστεί μετασυσλεκτικά, αυξάνει το shelf life μέσω της αύξησης των φλαβονοειδών και των αντιοξειδωτικών ουσιών (Rivera-Pastrana et al., 2013; Li, 2014; Correia et al., 2017).

Ανάπτυξη γεύσης

Τα βασικά χαρακτηριστικά της γεύσης είναι η οξύτητα (TA) και η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών (SSC) και πιο συγκεκριμένα τα η ποσότητα των σακχάρων. Σε πειράματα που έχουν συντελεστεί στην Ισπανία φαίνεται πως τα κεράσια πρέπει να έχουν Brix από 14,7% έως 23,7% (Pérez-Sánchez et al., 2010) ή 16,5% σύμφωνα με τους (Crisosto et al., 2003) ενώ το εύρος τις τιμές μειώνεται στο 18,1-19,3% και 17,8-19,8% Brix για Βραζιλιάνικες και Κινέζικες ποικιλίες αντίστοιχα (Rios de Souza et al., 2014; Wen et al., 2014; Correia et al., 2017). Όσον αφορά τα TA οι τιμές πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ 0,4-1,5 (Golding et al., 2016) με την κύρια ουσία να είναι το μηλικό οξύ που καταλαμβάνει έως και το 85% του συνόλου των οξέων. Οι υψηλές τιμές TA επηρεάζουν την γεύση όταν τα SSC είναι σε τιμές γύρω στα 16% για την ποικιλία Brooks ή 13⁰Brix για την ποικιλία Bing (Crisosto et al., 2003). Επίσης τα κεράσια παράγουν άρωμα, με την σύστασή του να αποτελείται από μία συγκέντρωση αλκοολών, καρβονυλίων και οργανικών οξέων (Zhang et al., 2007; Correia et al., 2017; Serradilla et al., 2012; Vavoura et al., 2015). Τα κύρια σάκχαρα είναι η φρουκτόζη και η γλυκόζη, ενώ το κεράσι δεν περιέχει σουκρόζη.

Μαλάκωμα καρπών

Καθώς τα κεράσια πλησιάζουν στην ωρίμανση τους, η υφή τους αλλάζει. Ανάλογα την ποικιλία διαφοροποιούνται οι τιμές στην συνεκτικότητα αλλά και στον τρόπο με τον οποίο μαλακώνει ο καρπός. Στην ωρίμανση παρατηρείται μια ραγδαία πτώση της συνεκτικότητας της σάρκας, έως και 60% μέσα σε μία εβδομάδα, λόγω ενζύμων που

αποδομούν τα κυτταρικά τοιχώματα (Remón et al., 2003). Κατά την συγκομιδή επηρεάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (χρώμα, γλυκύτητα, συνεκτικότητα κ. λ. π) διότι, λόγω του ότι το κεράσι αποτελείται από 80% νερό και έχοντας λεπτή εξωτερική στιβάδα είναι επιρρεπές στην απώλεια νερού (Lara et al., 2014). Για να μειωθεί αυτό το σύμπτωμα προτείνονται διάφοροι χειρισμοί τόσο προσυλλεκτικοί όσο και μετασυλλεκτικοί. Στα κεράσια έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία μετασυλλεκτικές και προσυλλεκτικές εφαρμογές με CaCl_2 για τη βελτίωση της υφής των καρπών (Tsantili et al., 2007).

Συγκομιδή κερασιού

Το κεράσι είναι ένας μη κλιμακτηρικός καρπός και ως εκ τούτου δεν μπορεί να κοπεί ανώριμο και να ωριμάσει στην συνέχεια, παρά μόνο να κοπεί κατευθείαν στην εμπορική του ωριμότητα και αφού κοπεί από το δέντρο η ποιότητα του αρχίζει να μειώνεται.

Λόγω του ότι δεν ωριμάζουν όλα τα κεράσια μαζί στο ίδιο δέντρο η συγκομιδή γίνεται τμηματικά σε 2 με 3 χέρια σε 10 μέρες περίπου. Αυτό γίνεται διότι δεν έχουν όλα τα φρούτα την ίδια πρόσβαση στον ήλιο με αποτέλεσμα να μην έχουν δημιουργήσει το επιθυμητό χρώμα της εκάστοτε ποικιλίας (Χατζηχαρίσης & Καζαντζής, 2014). Γι αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται κάποια κριτήρια για να γίνει σωστά η συγκομιδή των καρπών. Τα κριτήρια αυτά είναι μοναδικά για κάθε ποικιλία και συνοψίζονται στο μέγεθος του καρπού, στο χρώμα του καρπού, στην συνοχή της σάρκας, στην καρπική περίοδο και στα περιεχόμενα διαλυτά στερεά.

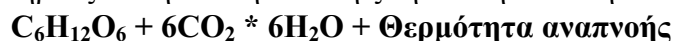
Εργασίες συγκομιδής

Η συγκομιδή των κερασιών γίνεται με το χέρι, για τα κεράσια που προορίζονται για νωπή κατανάλωση, ώστε να αποτραπούν όσον το δυνατό περισσότερο οι τραυματισμοί τις σάρκας. Ο καρπός συγκομίζεται μαζί με τον ποδίσκο, του οποίου το μέγεθος διαφέρει ανάλογα την ποικιλία, διότι σε διαφορετική περίπτωση η τομή που αφήνετε ανοιχτή μας προκαλεί ανεξέλεγκτη διαφυγή υγρασίας με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποιότητα και η συντήρηση του. Άλλος ένας παράγοντας για τον οποίο η συγκομιδή γίνεται με το χέρι είναι ότι αποφεύγονται οι τραυματισμοί και στο δέντρο, στο οποίο υπάρχουν μόνιμα καρποφόρα όργανα (ροζέτες), όπου αν κοπούν θα υπάρξουν αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή της επόμενης χρονιάς. Η συγκομιδή προτείνεται να συντελείται νωρίς το πρωί, ώστε να αποφεύγεται η μεγάλη εξατμισοδιαπνοή αλλά και το εκτεταμένο field heat που θα μας προκαλέσει στην συνέχεια προβλήματα στην ψυκτική αλυσίδα.

Συμπεριφορά μετά τη συγκομιδή και συντήρηση καρπών

Η αναπνοή είναι μια βασική λειτουργία για τα φυτά κάτω από την οποία πραγματοποιείται καταστροφή των αποθηκευμένων σακχάρων, με την βοήθεια του O_2 (οξειδωση), και δημιουργείτε CO_2 και νερό, ενώ την ίδια στιγμή εκλύονται ποσά ενέργειας σε θερμική ή χημική μορφή. Ο ρυθμός της αναπνοής είναι μία πολύ

σημαντική παράμετρος, διότι ελέγχει τη λειτουργία μεταβολικών διεργασιών με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η αποθηκευτική ζωή και την ποιότητα του προϊόντος.



Στο χωράφι, η αναπνοή υποστηρίζεται από τα φωτοσυνθετικά προϊόντα καθώς και από την μεταφορά αυτών από άλλα μέρη του φυτού. Όταν ο καρπός αποκόπτεται από το μητρικό φυτό η αναπνοή του καρπού συνεχίζει να υπάρχει με την διαφορά ότι τώρα δεν υποστηρίζεται με την παραγωγή σακχάρου από την φωτοσύνθεση οπότε βασίζεται στο υπάρχον αποθηκευμένο υπόστρωμα ουσιών (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη κ.ά.) για την λειτουργία της. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι, ότι η ποιότητα των συγκομισμένων καρπών όσο περνάει ο χρόνος υποβαθμίζεται η ποιότητά τους και επέρχεται η γήρανση. Σε περίπτωση όμως κλιμακτηριακών καρπών η αναπνοή (με την παραγωγή αιθυλενίου) είναι απαραίτητη για την ωρίμανσή τους με την συγκομιδή.

Ο ρυθμός της αναπνοής αναλύεται αριθμητικά ως το βάρος ή ο όγκος του παραγομένου CO₂ ανά ώρα και ανά μονάδα βάρους φυτικού ιστού. Αυτή η παράμετρος είναι αρκετά χρήσιμη διότι είναι χαρακτηριστικό των σταδίων της ωρίμανσης των καρπών με αποτέλεσμα να συνδέεται με την συντήρηση των καρπών.

Ο ρυθμός της αναπνοής των φυτικών ιστών μετά τη συγκομιδή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σύνθεση της ατμόσφαιρας στην αποθήκη, η περιεκτικότητα του ιστού σε νερό, οι τραυματισμοί και από τον φυσιολογικό χαρακτήρα του προϊόντος

Η θερμοκρασία είναι ένας ρυθμιστικός παράγοντας που επηρεάζει όλες τις μεταβολικές διαδικασίες. Σε γενικές γραμμές, ο ρυθμός της αναπνοής αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, γι αυτό είναι απαραίτητη η γρήγορη μεταφορά των προϊόντων στην ψυκτική αλυσίδα για να αποφεύγεται η υποβάθμιση της ποιότητας. Πάντως οι χαμηλές θερμοκρασίες καθυστερούν την απώλεια της συνεκτικότητας (Kupferman, 2020).

Η σύνθεση της ατμόσφαιρας συντήρησης πραγματοποιείται με τον έλεγχο της συγκέντρωσης CO₂, O₂ με ταυτόχρονη απομάκρυνση του παραγόμενου αιθυλενίου σε περίπτωση κλιμακτηρικού καρπού. Γενικά για το κέρασι έχει βρεθεί ότι η ιδανική θερμοκρασία αποθήκευσης είναι 0-1°C, 90-95% υγρασία, 9-12% CO₂ και 1-3% O₂ ώστε να μπορέσει ο καρπός να μείνει εμπορεύσιμος έως και 4 εβδομάδες (Habib et al., 2015).

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Χωράφι-ψεκασμός

Η πειραματική διαδικασία κράτησε 2 χρόνια κατά τα οποία εκτελέστηκαν ψεκασμοί σε 2 διαφορετικές ποικιλίες. Τον πρώτο χρόνο του πειράματος, πραγματοποιήθηκε ψεκασμός δέντρων κερασιάς της ποικιλίας *Skeena* στην περιοχή Πύργος της ορεινής Κορινθίας, με το χωράφι να βρίσκεται σε υψόμετρο 680 μέτρα συντεταγμένες 38°04'34,5" N 22°25'59,5" E. Τα δέντρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 9 στον αριθμό. Έγιναν 2 επαναληπτικοί ψεκασμοί ίδιας συγκέντρωσης ανά 15 μέρες και τα κεράσια συγκομίστηκαν 15 ημέρες μετά τον τελευταίο ψεκασμό. Χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα **silene k** που περιείχε πυρίτιο (26%) και κάλιο (12,5%) με PH=11. Οι συγκεντρώσεις του σκευάσματος που εφαρμόστηκαν ήταν 37,5 και 75 ml σε 15 λίτρα (L) νερό (2,5 και 5 %, αντίστοιχα). Στον μάρτυρα χρησιμοποιήθηκαν 15 L νερό ανά δέντρο. Ως προσκολλητικό, χρησιμοποιήθηκε το *saldo plus* σε αναλογία 4,5 ml ανά 15 L νερού ανά δένδρο. Οι επικρατούσες συνθήκες κατά τη συγκομιδή ήταν 25 έως 28 °C και οι καρποί μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο σε δροσερό μέρος (5-7 °C) σε μία και μισή ώρα μετά την συγκομιδή.

Στο εργαστήριο έγινε η διαλογή με βάση το εξωτερικό χρώμα και μέγεθος και τα κεράσια χωρίστηκαν σε μάρτυρες (με κωδικό A) και ψεκασμένα (με κωδικό B) για την μικρή συγκέντρωση και (κωδικό C) για την μεγάλη συγκέντρωση. Από κάθε κατηγορία, A,B και C, τα κεράσια τοποθετήθηκαν σε δύο διαφορετικούς τύπους πλαστικών συσκευασιών clamshells, δηλαδή εμπορικού τύπου clamshells (με κωδικό M) και μίας πατέντας clamshells (με κωδικό P) με ~ 30 κεράσια/ clamshells. Οπότε, το πείραμα περιλάμβανε συνολικά από 9 clamshells για κάθε κατηγορία ψεκασμού σε συνδυασμό με τους τύπους M και P. Οι τελικοί συνδυασμοί ήταν: MA, MB, MC, PA, PB, PC.

Μετρήθηκε το βάρος των clamshells και τοποθετήθηκαν σε ψυγείο για 3 εβδομάδες στους 0 °C και 98% υγρασία. Κάθε εβδομάδα, έβγαιναν κεράσια από 3 clamshells από την κάθε ομάδα και τοποθετούνταν για 2 μέρες στους 20 °C και 60-75% υγρασία, όπου στην συνέχεια μετρήθηκαν χρώμα, απόσπαση ποδίσκου, την συνεκτικότητα και απώλεια βάρους.

Στην δεύτερη πειραματική χρονιά έγιναν ψεκασμοί δέντρων κερασιάς της ποικιλίας *Regina* ηλικίας 7 ετών, στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Κάψας Τριπόλεως, όπου το χωράφι βρισκόταν σε υψόμετρο 670 μέτρων περίπου με συντεταγμένες 37°36'43,7" N 22°22'11,6" E και ήταν σχεδόν επίπεδο καθώς βρίσκεται σε οροπέδιο. Στην ποικιλία *Regina*, οι ψεκασμοί έγιναν παρόμοια με το α έτος, με τη διαφορά ότι η μικρή συγκέντρωση του σκευάσματος δεν συμπεριελήφθη στο πείραμα, αλλά μόνο ο μάρτυρας και η μεγάλη συγκέντρωση. Συγκεκριμένα, οι ψεκασμοί έγιναν στις 16 Ιουνίου και η δεύτερη στις 23 Ιουνίου ενώ η συγκομιδή έγινε όταν τα κεράσια ήταν κοντά στο τέλος της εμπορικής τους ωριμότητας, στις 28 Ιουνίου. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά τους παραπάνω χειρισμούς ήταν, θερμοκρασία από 23 °C -35 °C (αρχή -τέλος συγκομιδής) με αραιή συννεφιά. Ο ψεκασμός έγινε σε 6 δέντρα που επιλέχθηκαν με βάση την καρπόδεση τους όπου, σε 3 από αυτά εφαρμόστηκε το σκεύασμα **silene k** με δόση 25 mL σε 5 λίτρα ανά δέντρο, όπου η συνιστώμενη δόση με βάση την ετικέτα είναι 50 0ml/100 λίτρα νερό και με προσκολλητικό como plus 1,5 ml/5 L (συνιστώμενη δόση, 30 mL σε 100 mL νερό), ενώ στα άλλα 3 δέντρα ο ψεκασμός περιείχε μόνο νερό με προσκολλητικό και

αποτελούσαν τους μάρτυρες. Τα κεράσια κατά την συγκομιδή εισήχθησαν σε τελάρα από φελιζόλ και μεταφέρθηκαν υπό ψύξη (~5-7 °C) στο εργαστήριο.

Στο εργαστήριο έγινε οπτική διαλογή με βάση το εξωτερικό χρώμα και μέγεθος και τα κεράσια χωρίστηκαν σε μάρτυρες (με κωδικό A) και ψεκασμένα (με κωδικό B). Από κάθε κατηγορία, A και B, τα κεράσια τοποθετήθηκαν σε δύο διαφορετικούς τύπους πλαστικών συσκευασιών clamshells, δηλαδή εμπορικού τύπου clamshells (με κωδικό M) και μίας πατέντας clamshells (με κωδικό P) με ~ 30 κεράσια/ clamshells. Οι τελικοί συνδυασμοί ήταν: MA, MB, PA και PB.

Στην συνέχεια, μετρήθηκε το βάρος σε κάθε clamshell, γεμάτο και άδειο, και όλα τοποθετήθηκαν σε ψυγείο για δύο εβδομάδες στους 0°C και 98% υγρασία. Τρεις ομάδες από κάθε κατηγορία A και B μετρήθηκαν ως αρχικά δείγματα, δηλαδή σε 0 ημέρες συντήρησης. Μετά από την συντήρηση τα clamshells κλειστά μεταφέρθηκαν στους 19-20 °C και 60-75% υγρασία για 2-4 ημέρες. Η δειγματοληψία (3 clamshells από κάθε ένα συνδυασμό/ημέρα δειγματοληψίας) έγινε μετά από 2, 3 και 4 ημέρες στους 20 °C. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και την πρώτη μέρα (συγκομιδή) αλλά και τις υπόλοιπες ημέρες δειγματοληψίας αφορούσαν το βάρος, το χρώμα, την συνεκτικότητα, την απόσπαση ποδίσκου, το καφέτιασμα του ποδίσκου και την ανάπτυξη μούχλας μακροσκοπικά. Φέτες από κάθε κεράσι κάθε δείγματος τοποθετήθηκαν σε -20 °C για τη μέτρηση αντιοξειδωτικών.



Εικόνα 1: Αυτή η φωτογραφία αντιστοιχεί στο στάδιο ανάπτυξης καρπού κατά τον πρώτο ψεκασμό της ποικιλίας *Regina*



Εικόνα 2: Εδώ φαίνεται το στάδιο των κερασιών κατά τον δεύτερο ψεκασμό της ποικιλίας *Regina*



Εικόνα 3: Στάδιο ωρίμανσης κερασιών κατά την συγκομιδή της ποικιλίας *Regina*

Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Προσδιορισμός brix-οξύτητα

Για την μέτρηση αυτή τα κεράσια πολτοποιήθηκαν με εργαστηριακό μπλέντερ και διηθήθηκαν με ένα τούλι που εφαρμόστηκε σε ένα χωνί ως φίλτρο. Στην συνέχεια το διήθημα μπήκε σε φυγόκεντρο για 10 λεπτά στις 4000 στροφές.

Ο υπολογισμός της οξύτητας πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα ποτήρι ζέσεως όπου, εισάγαμε 5 mL χυμού και 20 mL αποσταγμένο νερό και η τιτλοδότηση έγινε με γνωστό διάλυμα NAOH 0,1N μέχρι το pH να φτάσει στο 8,3. Η έκφραση της οξύτητα του χυμού έγινε σε % περιεκτικότητα σε μηλικού οξέος.

Για την μέτρηση των brix χρησιμοποιήθηκε χυμός μετά τη φυγοκέντρωση, και διαθλασίμετρο χειρός τύπου Atago hand refractometer 8469 (0-90%).

Απώλεια βάρους

Πριν την εισαγωγή των clamshells στο ψυγείο ζυγίστηκαν το μικτό βάρος τους αλλά και το καθαρό βάρος των καρπών. Μετά τη συντήρηση σε 0°C ξανά έγινε μέτρηση όπως επίσης και σε κάθε δειγματοληψία από τους 20°C μετρήθηκε το βάρος των clamshells. Για την απώλεια βάρους υπολογίστηκε η διαφορά, βάρους από τους 20°C σε σχέση με το αρχικό, και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως % απώλεια βάρους (w/w).

Συνεκτικότητα

Για τον υπολογισμό της συνεκτικότητας καρπού, χρησιμοποιήθηκε πενετόμετρο χειρός 53205Fruit Pressure Tester της εταιρείας TR di TURONI & C., στο οποίο είχαμε προσαρμόσει κυλινδρική βελόνα πάχους 5 mm, για τη διάτρηση του, ενώ η μέτρηση έγινε σε πλευρά του φρούτου κάθετα στη ραφή του. Η έκφραση των αποτελεσμάτων της συνεκτικότητας έγινε σε N.

Χαρακτηριστικά ποδίσκου

Απόσπαση ποδίσκου

Για τη δύναμη απόσπασης ποδίσκου, χρησιμοποιήθηκε το ίδιο όπως στην περίπτωση της συνεκτικότητας, στο οποίο είχε προσαρμοστεί ένα σταθερά τοποθετημένο ειδικό άγκιστρο, όπου τοποθετούνταν το κεράσι για να αποσπαστεί ο ποδίσκος. Από τη όλη διαδικασία σημειωνόταν η μέγιστη δύναμη σε N που απαιτούνταν για να αποκολληθεί ο ποδίσκος από τον καρπό.

Καφέτιασμα ποδίσκου

Το καφέτιασμα ποδίσκου αξιολογήθηκε οπτικά. Πιο συγκεκριμένα αξιολογούνταν η έκταση του καφετιάσματος με % προσδιορισμό του ποσοστού του ποδίσκου που είχε μεταχρωματιστεί.

Χρώμα ποδίσκου

Για τη μέτρηση του χρώματος του ποδίσκου των κερασιών οι ποδίσκοι προσκολλήθηκαν σε κόλλα διπλής όψεως αμέσως μετά από την απόσπασή τους από τον καρπό ώστε να μην οξειδωθούν. Για την μέτρηση του χρώματος χρησιμοποιήθηκε χρωματόμετρο Minolta CR-300 (Minolta, Germany) όπου μετράει τις συντεταγμένες L^* , a^* και b^* . Οι συντεταγμένες L^* αποδίδουν την φωτεινότητα, ενώ από τις a^* και b^* προέκυψαν οι παράμετροι Hue (h°) και Chroma (C^*), οι οποίες υπολογίστηκαν από τις τιμές των συντεταγμένων a^* και b^* ως: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ και $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$. Το h° και C^* μας εκφράζουν το χρώμα που κυριαρχεί καθώς και την έντασή του, αντίστοιχα.



Εικόνα 4: Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του χρώματος των ποδίσκων και της αξιολόγησής τους όσον αφορά την οπτική τους αξιολόγηση.

Αξιολόγηση χαρακτηριστικών καρπού

Ηλιόκαυμα-pitting

Η αξιολόγηση του ηλιοεγκαύματος και του pitting στους καρπούς έγινε οπτικά. Συγκεκριμένα για την εκτιμήδη τις έκτασής τους, μετρήθηκαν σε κάθε clamshell το ποσοστό των καρπών που είχαν αναπτύξει ηλιοέγκαυμα και pitting.

Ξηρό βάρος

Για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους, κόβαμε κομμάτια από τα κεράσια κάθε δείγματος και ζυγίζαμε 5g ανά κωδικό. Στην συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε φούρνο για 4 μέρες στους 70⁰C και το ξηρό βάρος εκφράστηκε ως εκατοστιαία διαφορά του φρέσκου βάρους και του ξηρού (% w/w).

Χρώμα καρπού

Το χρώμα των κερασιών μετρήθηκε και μέσα και έξω από συνολικά 10 καρπούς σε κάθε δείγμα, μετά από τυχαία επιλογή και χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο Minolta CR-300 (Minolta, Germany) όπως και στην περίπτωση των ποδίσκων. Το σημείο λήψης της μέτρησης είναι τα πλευρά του καρπού κάθετα στη ραφή του, στα οποία πρώτα μετρούσαμε το εξωτερικό χρώμα και στην συνέχεια το εσωτερικό.

Μετρήσεις αντιοξειδωτικών

Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών

Για την εκχύλιση των αντιοξειδωτικών χρησιμοποιήθηκαν 2g καρπών ανά δείγμα και τα ομογενοποιήσαμε με οξινισμένο διάλυμα 20ml 100% μεθανόλης (v/v) με 0,1% 10N HCl σε συσκευή Ultra-Turrax (T 25, Kika Labortechnik, Germany) για 15s στις 9500rpm και 15s στις 13500rpm. Στη συνέχεια το διάλυμα μεταφέρθηκε σε λουτρό και παρέμεινε για 60 min σε θερμοκρασία 37 °C, όπου γινόταν ανάδευση ανά 10min. Τέλος, τα δείγματα τοποθετήθηκαν στη φυγόκεντρο στις 4000 rpm για 6min και γινόταν λήψη της υπερκείμενης φάσης και αποθηκεύονταν σε κατάψυξη -20°C.

Προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών (TP) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu (Singleton, 1999), με βάση τους (Tsantili, 2010). Κατά την μέθοδο, σε falcon των 15ml με 2,6 ml DDW, προστέθηκαν 0,2 ml αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 0,2 ml αραιωμένου αραιωμένου εκχυλίσματος (1/1 με DDW). Το διάλυμα που προέκυψε παρέμεινε για 6 min σε θερμοκρασία δωματίου και στην συνέχεια προστέθηκαν 2 ml ανθρακικού νατρίου (Na₂CO₃) 7% (w/v). Τέλος, μετά από για 1,5 ώρα σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι και κατόπιν μετρήθηκε η απορρόφηση του σε φωτόμετρο στα 750 nm. Τα ολικά φαινολικά προσδιορίστηκαν με βάση πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέως (GA) και εκφράστηκαν ως ισοδύναμα mg GA ανά g ξηρού βάρους (DW) καρπού (mg GAE g⁻¹ DW).

Προσδιορισμός Ανθοκυανινών

Η μέτρηση των ολικών ανθοκυανινών (TAN) βασίστηκε στην μέθοδο του Wrolstad (2001). Πιο συγκεκριμένα, στην μέτρηση χρησιμοποιήθηκε ρυθμιστικό διάλυμα οξικού νατρίου με pH 4,5 και ρυθμιστικό διάλυμα χλωριούχου καλίου με pH 1,0. Από αυτά τα διαλύματα έγινε χρήση 4ml από το καθένα σε διαφορετικά falcon και 1ml εκχυλίσματος. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάδευση σε vortex και τα δείγματα αφέθηκαν για 30 min. Κατόπιν τούτου, τα διαλύματα μετρήθηκαν σε φωτόμετρο στα 510 nm και 700nm. Τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν με βάση τον μοριακό συντελεστή απόσβεσης της cyanidin-3-glucoside και εκφράστηκαν σε mg g^{-1} DW καρπού.

Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

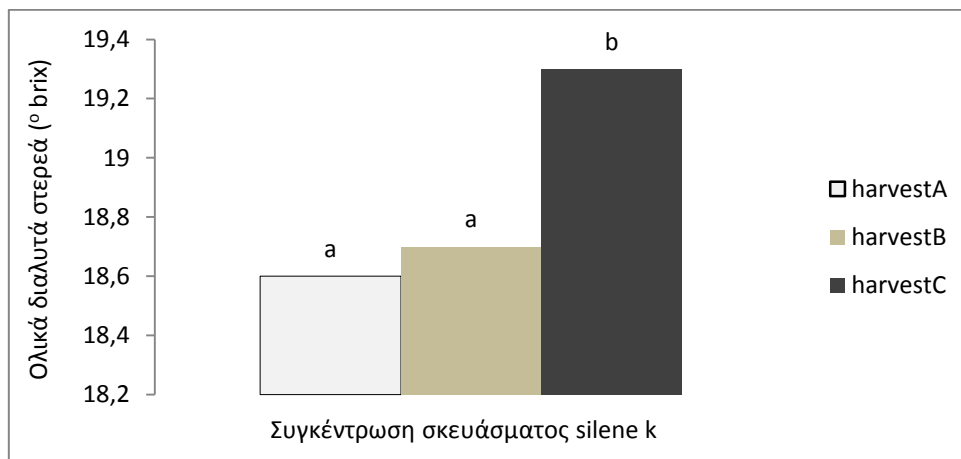
Η επίδραση των παραγόντων αναλύθηκε στατιστικά χρησιμοποιώντας το λογισμικό Jump 14 (SAS, Cary Institute, NC, ΗΠΑ). Με μονοπαραγοντική ανάλυση της διασποράς αναλύθηκαν τα αποτελέσματα του α' πειραματικού έτους (επέμβαση), καθώς και τα αρχικά δείγματα του β' πειραματικού κατά τη συγκομιδή. Επίσης, το β έτος έγινε τρι-παραγοντική (ημέρα συντήρησης \times επέμβαση \times clamshell) ανάλυση της (διασποράς ANOVA). Η σύγκριση των μέσων έγινε με βάση την δοκιμή πολλαπλών τιμών LSD ($\alpha = 0,05$).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

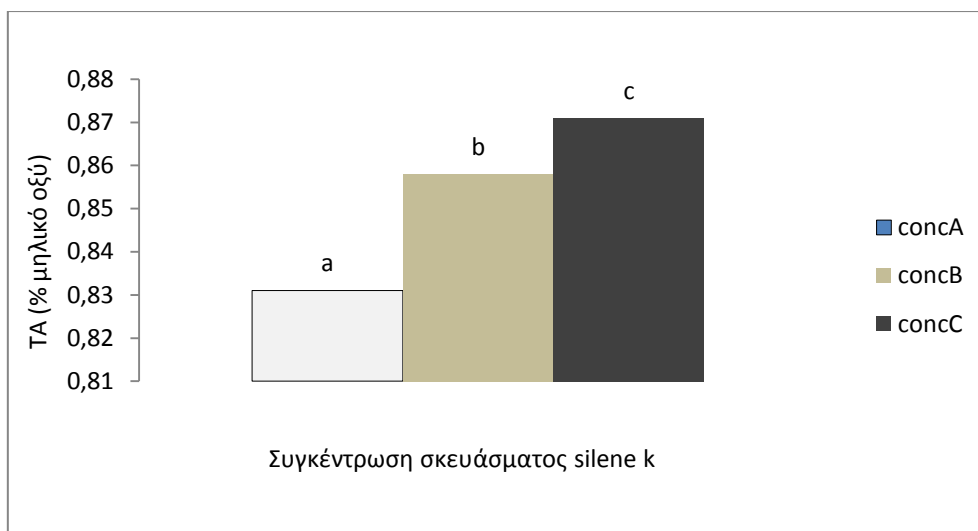
Ολικά διαλυτά στερεά & τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Με βάση το Γράφημα1 που απεικονίζει τα brix, αλλά και της στατιστικής με $p < 0.0104$, της ποικιλίας *Skeena* συμπεραίνεται ότι, τα κεράσια που ψεκάστηκαν με την μεγάλη δόση από το σκευάσμα **silene k** (5%), είχαν εμφανώς μεγαλύτερη τιμή (19.3%) σε σχέση με τον μάρτυρα αλλά και με τον ψεκασμό με την μικρή δόση (2,5%). Τα κεράσια που είχαν ψεκαστεί με την μικρή δόση δεν είχαν διαφορά στην τιμή τους (18,7%) σε σχέση με τον μάρτυρα (18,6%). Επίσης η ποικιλία *Regina* είχε και αυτή διαφορά καθώς η τιμή των brix της ψεκαζόμενης δόσης ήταν περίπου 16,7% ενώ του μάρτυρα 15,9%.

Οι τιμές της οξύτητας της ποικιλίας *Skeena* με βάση το Γράφημα2, φαίνεται ότι επηρεάζονται θετικά με τον ψεκασμό καθώς είναι ανάλογες της εφαρμοζόμενης δόσης του σκευάσματος. Τα κεράσια με την υψηλή εφαρμοζόμενη δόση είχαν τιμή TA (0,87 μηλικό% w/w), η μικρή δόση έδωσε τιμή (0,85 μηλικό% w/w) και ο μάρτυρας (0,83 μηλικό% w/w). ($p < 0.001$).



Γράφημα 1: Επίδραση του σκευάσματος **silene k** στα brix της ποικιλίας *Skeena*.



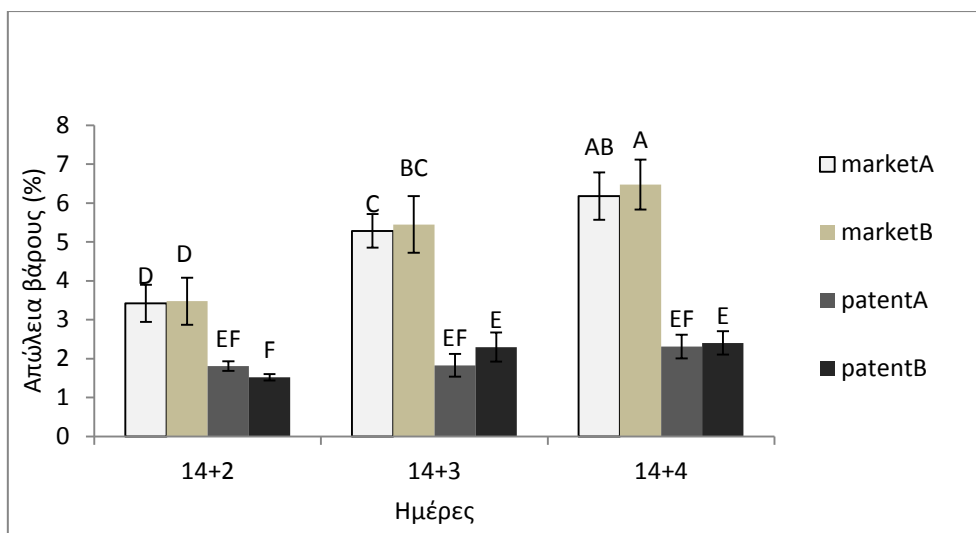
Γράφημα 2: Επίδραση του σκευάσματος **silene k** στα ΤΑ της ποικιλίας *Skeena*

Απώλεια βάρους

Η απώλεια βάρους μετρήθηκε, στις περιόδους της συντήρησης στους 20 °C (Γράφημα 3). Πιο συγκεκριμένα, δεν υπάρχει διαφορά των τιμών μεταξύ των ψεκασμένων κερασιών με *silene k* και μαρτύρων, όμως παρατηρείται μεγάλη διαφορά ανάλογα με τον τύπο των clamshells όπου τα *patentB* και *patentA* εμφανίζουν παρόμοιες τιμές μεταξύ τους και την διάρκεια των ημερών σε 20 °C, αλλά και σταθερά χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τα *marketA* και *marketB*. Ωστόσο, στα *marketA* και *marketB* παρατηρείται μια σημαντική αύξηση κατά τη διάρκεια της έκθεσής τους σε 20 °C, αλλά παρόμοια μεταξύ τους ($p < 0.001$).

Πίνακας 1: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στην απώλεια βάρους της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,0001
Συγκέντρωση	0,4026
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση	0,7985
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,05029
Clamshell*Ημέρες	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,6630



Γράφημα 3: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στην απώλεια βάρους της ποικιλίας *Regina*.

Συνεκτικότητα

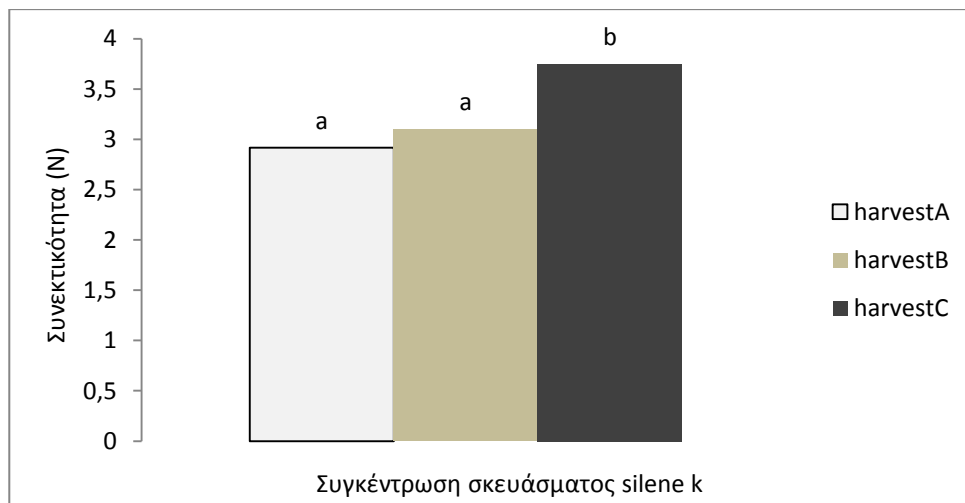
Παρατηρώντας το γράφημα 5 διαπιστώνεται ότι, στην ποικιλία *Regina*, ο ψεκάσμενος μάρτυρας δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά ($p < 0.093$) από τον ανέκαστο κατά την συγκομιδή. Αντίθετα στην ποικιλία *Skeena* ο ψεκάσμος με την μεγαλύτερη συγκέντρωση (ίδιος με την *Regina*) (C) δίνει καλύτερα αποτελέσματα τόσο σε σχέση με την μικρή εφαρμοζόμενη δόση, όσο και με τα ανέκαστα ($p < 0.0023$).

Επιπροσθέτως στο γράφημα 5 παρατηρείται ότι, τα κέρασια στο marketA και patentA, που είναι και τα δύο ανέκαστα αλλά συσκευασμένα σε διαφορετικό clamshell, δεν έχουν διαφορές μεταξύ τους σε καμία από τις ημέρες συντήρησης. Τα ψεκασμένα όμως market B, διατηρούν παρόμοιες τιμές καθ' όλη τη διάρκεια σε 20 °C, αλλά έχουν μεγαλύτερη συνεκτικότητα από τα ανέκαστα στις δύο τελευταίες μέρες στους 20 °C. Όσον αφορά το patentB, η τιμή της συνεκτικότητας αυξάνεται κατά την παραμονή στους 20 °C, και έχει σταθερά μεγαλύτερη τιμή από τα άλλα τρία δείγματα στην κάθε δειγματοληψία καθόλη την διάρκεια της συντήρησης. Η αύξηση αυτή δεν μπορεί να δικαιολογηθεί εξ' ολοκλήρου με τη μικρή απώλεια βάρους στα δείγματα αυτά. Με βάση τα παραπάνω, αναδεικνύεται πως την μεγαλύτερη θετική επίδραση εμφανίζουν τα ψεκασμένα και συσκευασμένα στην πατέντα και το όφελος είναι αθροιστικό (Πίνακας 2).

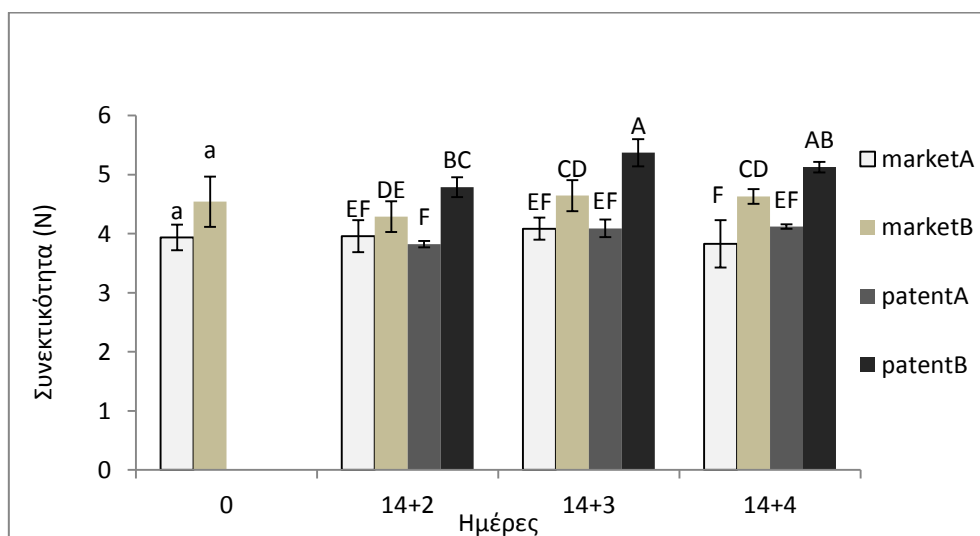
Πίνακας 2: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στην συνεκτικότητα της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,0002
Συγκέντρωση	0,0001
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0027

Clamshell*Συγκέντρωση	0,0012
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2322
Clamshell*Ημέρες	0,4261
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2956



Γράφημα 4: Επίδραση της διαφορετικής εφαρμοζόμενης δόσης του σκευάσματος silene k στη συνεκτικότητα της ποικιλίας *Skeena*



Γράφημα 5: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στην συνεκτικότητα της ποικιλίας *Regina*

Απόσπαση ποδίσκου

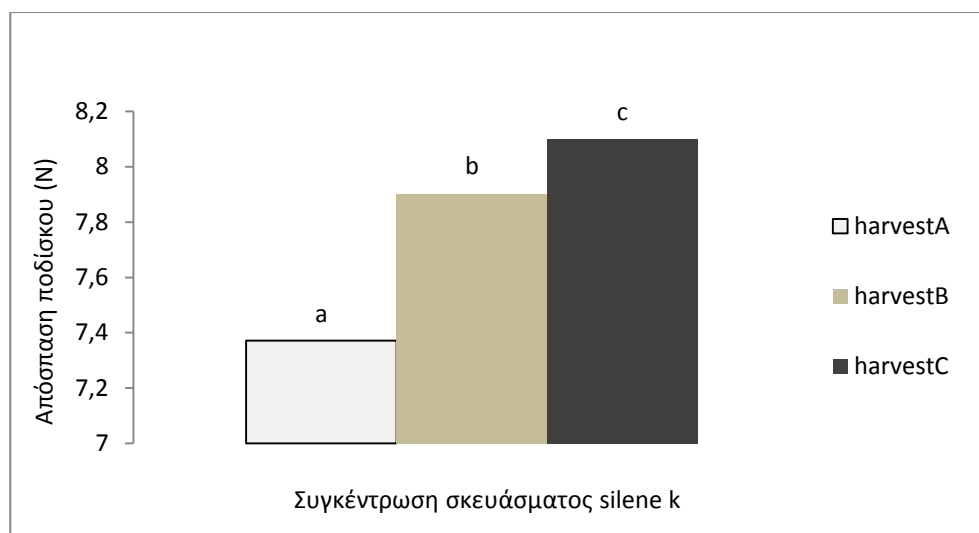
Αρχικά με βάση τα Γραφήματα 6 & 7, φαίνεται ότι όσον αφορά τις τιμές της απόσπασης ποδίσκου κατά την συγκομιδή, είναι μεγαλύτερες στα κεράσια που έχουν ψεκαστεί. Πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία *Skeena* εμφανίζονται μεγαλύτερες τιμές στα ψεκασμένα κεράσια με την μεγάλη δόση harvestC σε σχέση με τον μάρτυρα ενώ, όπως φαίνεται και τα harvestB έχουν καλύτερα αποτελέσματα από τον μάρτυρα.

Ακριβώς το ίδιο μοτίβο αποτελεσμάτων διέπει και τα κέρασια της ποικιλίας *Regina* καθώς υπάρχει μία εμφανής διαφορά ανάμεσα σε ψεκασμένα και ανέκαστα κατά την συγκομιδή.

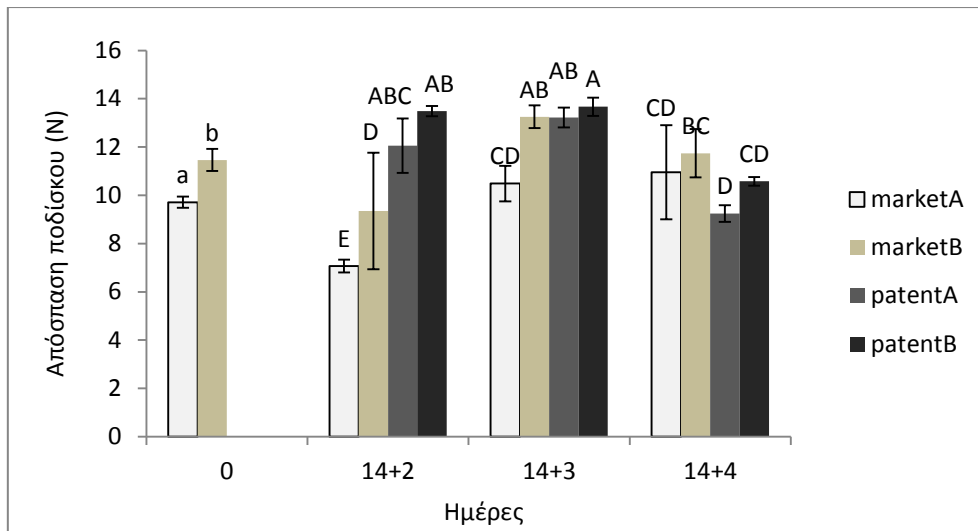
Κατά την συντήρηση στους 20 °C, παρατηρείται μία αύξηση όλων των επεμβάσεων στις πρώτες δύο ημέρες (14+12, 14+3), ενώ την τρίτη ημέρα συντήρησης οι τιμές μειώνονται. Το Β διάλυμα σημειώνει μεγάλες τιμές κατά τις δύο πρώτες ημέρες συντήρησης, μετά μειώνονται τα επίπεδα. Οι αυξομειώσεις που δημιουργούνται στις τιμές των επεμβάσεων είναι σχετικά ομαλές, καθώς από τον Πίνακα 3 διαφαίνεται πως και οι τρεις εξεταζόμενοι παράγοντες είναι στατιστικά σημαντικοί.

Πίνακας 3: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στην απόσπαση ποδίσκου της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,0002
Συγκέντρωση	0,0002
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση	0,2252
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,6441
Clamshell*Ημέρες	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2676



Γράφημα 6: Επίδραση της διαφορετικής εφαρμοζόμενης δόσης του σκευάσματος silene k στην απόσπαση ποδίσκου της ποικιλίας *Skeena*



Γράφημα 7: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στην απόσπαση ποδίσκου της ποικιλίας *Regina*

Χρώμα εξωτερικά του καρπού

Κατά την συγκομιδή, στην *Regina*, το εξωτερικό χρώμα του καρπού φαίνεται να επηρεάζεται ελαφρώς από τον ψεκασμό. Αναλυτικότερα, σε 2 παραμέτρους χρώματος L^* και C^* , διακρίνεται μία μικρή διαφορά στις τιμές τους (Γράφημα 8 και 9) η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική. Στην παράμετρο h° η διαφορά είναι σημαντική ($p < 0.0052$), με τα κεράσια που έχουν υποστεί ψεκασμό να έχουν μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα ανέκαστα.

Για τον παράγοντα L^* στην συντήρηση, διαπιστώνεται μία μείωση των τιμών των επεμβάσεων η οποία είναι ανάλογη με τον χρόνο συντήρησης ($p < 0.0001$). Επίσης και ο παράγοντας της συγκέντρωσης ($p < 0.0314$) φαίνεται να έχει κάποια επίδραση στις τιμές τουλάχιστον του patentB καθώς είναι χαμηλές καθόλη την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

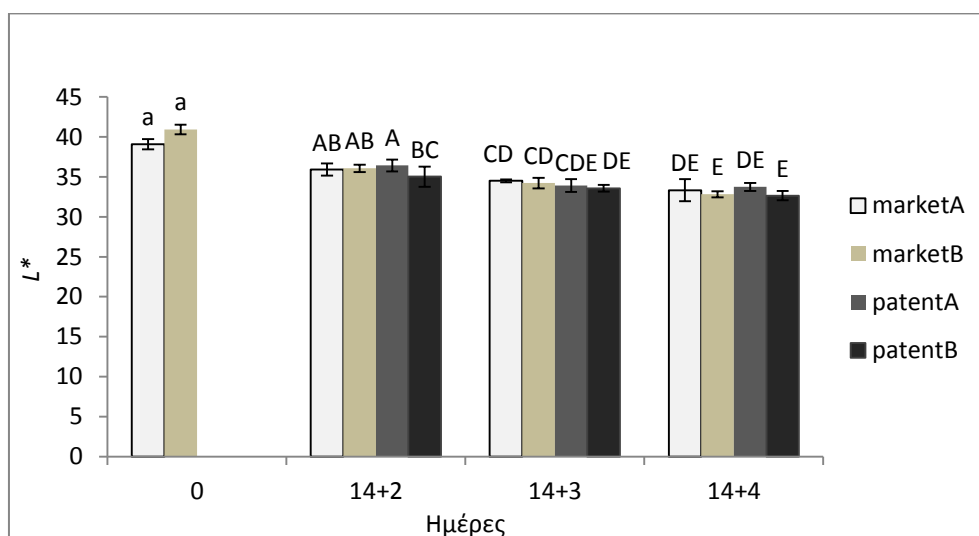
Ο παράγοντας C^* έχει παρόμοια ακολουθία τιμών στις επεμβάσεις με τον παράγοντα L^* . Έτσι και εδώ, οι τιμές των επεμβάσεων μειώνονται με τον χρόνο ($p < 0.0003$).

Στον παράγοντα *hue angle* επέρχεται μείωση τιμών στις επεμβάσεις κατά τις ημέρες συντήρησης στους 20 °C ($p < 0.0001$), ενώ και η συγκέντρωση του ψεκασμού ($p < 0.0001$) συμβάλει σε μικρή μείωση των τιμών.

Πίνακας 4: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα L^* του χρώματος του φλοιού της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητα
Clamshell	0,3090
Συγκέντρωση	0,0314
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση	0,1543

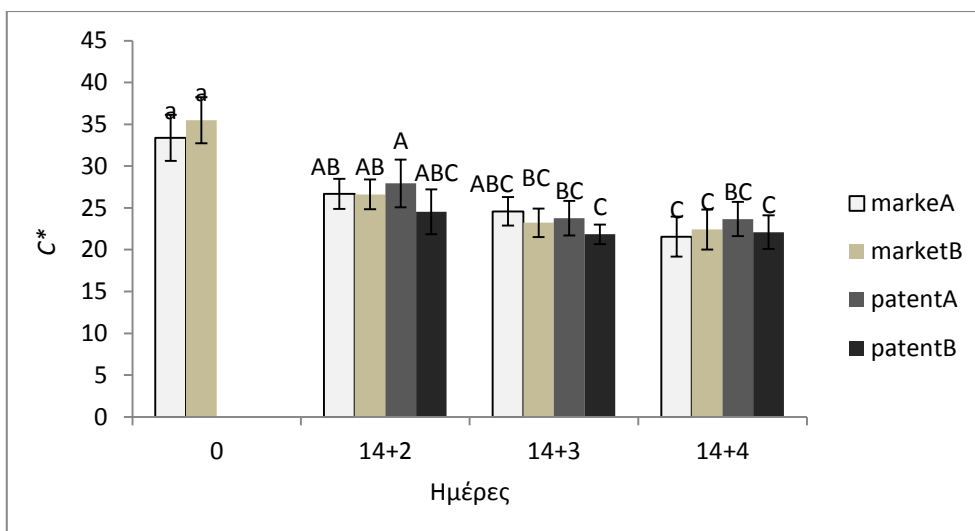
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,7261
Clamshell*Ημέρες	0,5028
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,4803



Γράφημα 8: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα L^* του εξωτερικού χρώματος της ποικιλίας *Regina*.

Πίνακας 5: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα C^* του χρώματος φλοιού ποικιλίας *Regina*.

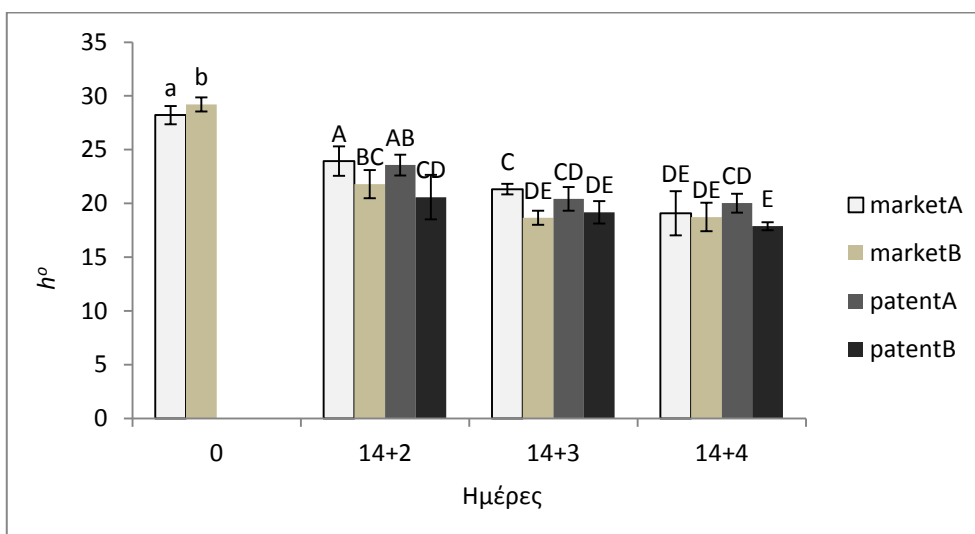
Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,7745
Συγκέντρωση	0,0915
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0003
Clamshell*Συγκέντρωση	0,1480
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,6760
Clamshell*Ημέρες	0,5153
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,7226



Γράφημα 9: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα C^* του χρώματος του φλοιού ποικιλίας *Regina*.

Πίνακας 6: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα h^o του εξωτερικού χρώματος ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,4562
Συγκέντρωση	0,0001
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση	0,6229
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,4493
Clamshell*Ημέρες	0,7026
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2947



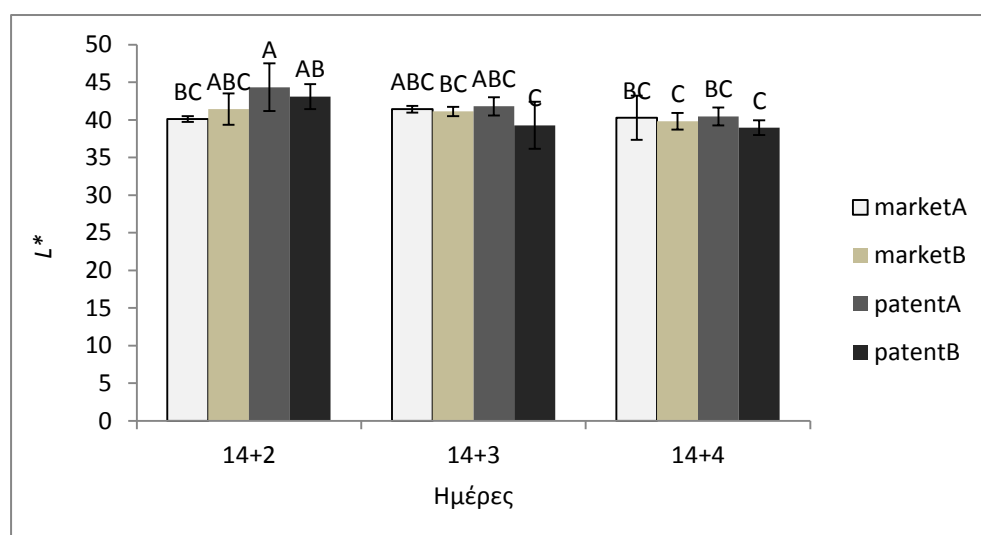
Γράφημα 10: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα h^o του χρώματος φλοιού ποικιλίας *Regina*

Χρώμα σάρκας

Τα κεράσια οπτικά, δεν είχαν μεγάλη διαφορά στο εσωτερικό τους κόκκινο χρώμα. Η παράμετρος L^* έχει μία μικρή διαφορά που εντοπίζεται κατά την πρώτη περίοδο συντήρησης όπου, διαφαίνεται πως η επέμβαση marketA έχει μικρότερη τιμή σε σχέση με την patentA που όμως εξομαλύνεται στις άλλες δύο περιόδους. Στην παράμετρο h^o υπάρχει μία διαφορά στην επέμβαση marketA όπου, ξεκινάει με μία μέση τιμή κατά την πρώτη περίοδο, στην δεύτερη περίοδο αυξάνεται ελαφρώς και στην τρίτη περίοδο η τιμή μειώνεται αισθητά ($p < 0.0159$).

Πίνακας 5: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα L^* του χρώματος της σάρκας της ποικιλίας *Regina*.

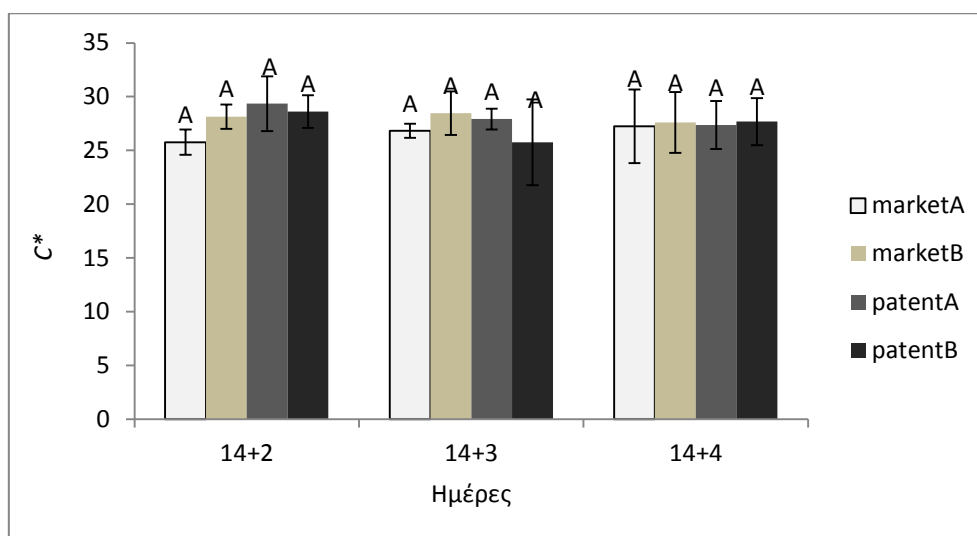
Παράγοντες	Πιθανότητα
Clamshell	0,3255
Συγκέντρωση	0,2163
Ημέρες σε 20°C (Ημέρες)	0,0161
Clamshell*Συγκέντρωση	0,1316
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,6241
Clamshell*Ημέρες	0,0437
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,8682



Γράφημα 11: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα L^* του χρώματος σάρκας της ποικιλίας *Regina*

Πίνακας 6: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα C^* του εσωτερικού χρώματος ποικιλίας *Regina*.

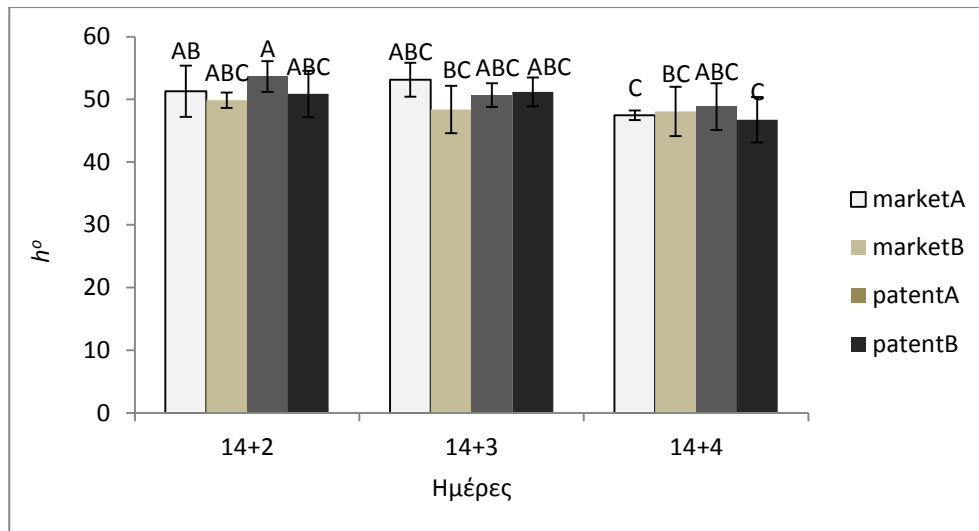
Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,5742
Συγκέντρωση	0,6993
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,7294
Clamshell*Συγκέντρωση	0,1413
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,8423
Clamshell*Ημέρες	0,3164
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,5682



Γράφημα 12: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα C^* του χρώματος σάρκας ποικιλίας *Regina*

Πίνακας 7: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα h^o του χρώματος σάρκας της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,5385
Συγκέντρωση	0,1158
Ημέρες σε 20°C (Ημέρες)	0,0159
Clamshell*Συγκέντρωση	0,8371
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,8198
Clamshell*Ημέρες	0,7730
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2503



Γράφημα 13: Επίδραση clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα h° του χρώματος της σάρκας ποικιλίας Regina

Χρώμα ποδίσκου

Το χρώμα ποδίσκου είναι μία αρκετά εμπειριστατωμένη ένδειξη για το πόσο έχει γεράσει ένας φυτικός οργανισμός καθώς και το πόσο υγρασία έχει χάσει.

Από την πειραματική διαδικασία, παρατηρείται ότι κατά την ημέρα συγκομιδής τα κέρασια που είχαν δεχτεί ψεκασμό, η διαφορά στην τιμή L^* του ποδίσκου είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0.0290$) καθώς οι καρποί φαίνεται να έχουν πιο λαμπερό χρώμα σε σχέση με τους ανέκαστους. Στις τιμές C^* & h° παρατηρείται μία διαφορά από τα Γραφήματα 15 & 16 που όμως αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Στην συντήρηση, όλες οι παράμετροι χρώματος μειώνονται σε σχέση με τη συγκομιδή, δεικνύοντας τη μείωση του σκούρου πράσινου χρώματος.

Η παράμετρος L^* αυξάνεται λίγο αλλά σημαντικά στη συσκευασία της πατέντας και κατά τη διάρκεια παραμονής στους 20 °C, ενώ η συγκέντρωση του ψεκασμού δεν έχει καμία επίδραση (Πίνακας 8).

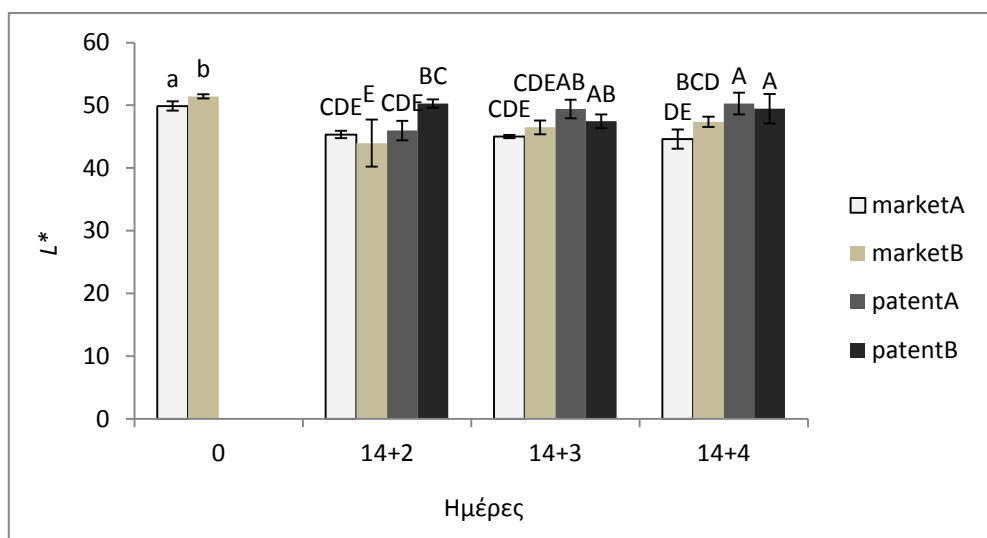
Στην παράμετρο C^* , οι επεμβάσεις φαίνεται και εδώ να επηρεάζονται θετικά από το clamshell ($p < 0.0001$), με τη συσκευασία της πατέντας να συντεεί σε μεγαλύτερες τιμές, καθώς και με το χρόνο παραμονής στους 20 °C (Πίνακας 9).

Καταληκτικά η παράμετρος h° , επηρεάζεται από την συγκέντρωση του σκευάσματος ($p < 0.0101$) και τη διάρκεια παραμονής στους 20 °C ($p < 0.0049$), καθώς, την μέγιστη τιμή κατά την πρώτη ημέρα συντήρησης την εμφανίζει το patentB όπου οι τιμές διατηρούνται υψηλές, αλλά κατά τη διάρκεια παραμονής τα patentA εμφανίζουν παρομοίες τιμές με τα patentB από τη μέρα 14+3 και τέλος τη μέρα 14+4 οι τιμές όλων των δειγμάτων.

Πίνακας 8: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα L^* του χρώματος του ποδίσκου ποικιλίας Regina.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,0001

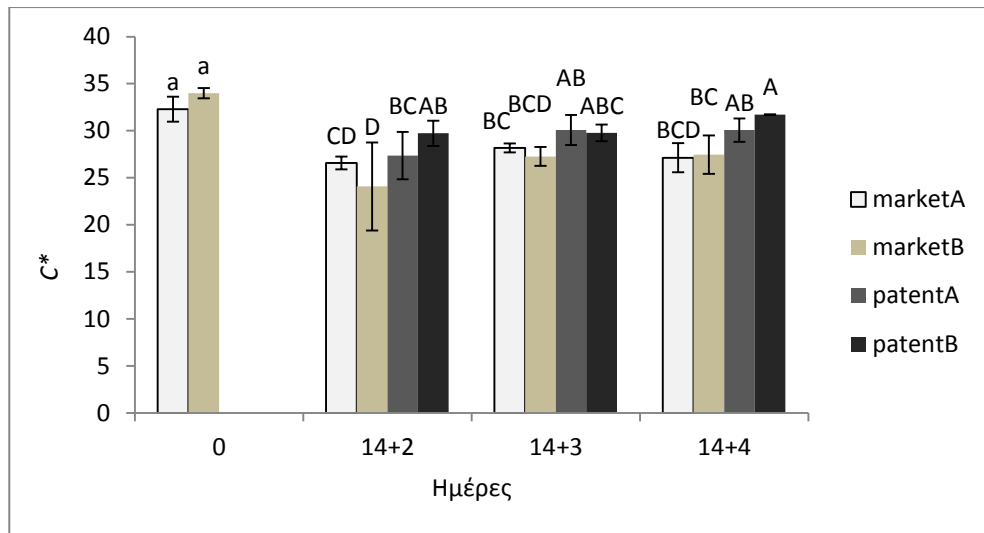
Συγκέντρωση	0,1026
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0014
Clamshell*Συγκέντρωση	0,9961
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,3566
Clamshell*Ημέρες	0,1276
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2167



Γράφημα 14: Επίδραση clamshells, της διαφορετικής δόσης σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα L^* του χρώματος του ποδίσκου ποικιλίας *Regina*

Πίνακας 9: Επίδραση του διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στον παράγοντα C^* του χρώματος του ποδίσκου ποικιλίας *Regina*.

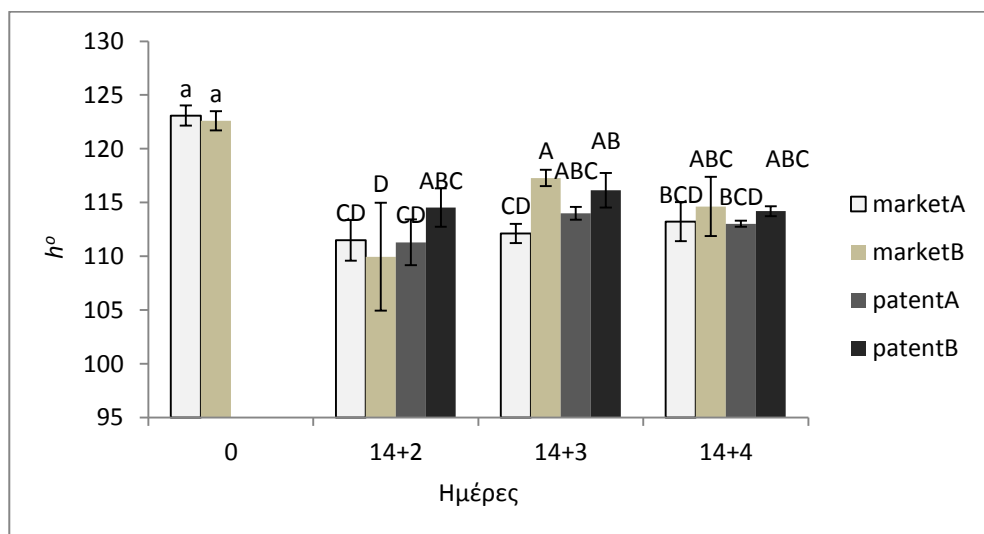
Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,0001
Συγκέντρωση	0,8726
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0196
Clamshell*Συγκέντρωση	0,0867
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,5849
Clamshell*Ημέρες	0,6586
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,3570



Γράφημα 15: Επίδραση clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα C^* χρώματος του ποδίσκου ποικιλίας *Regina*

Πίνακας 10: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής σε 20 °C στον παράγοντα h^o του χρώματος του ποδίσκου ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,2935
Συγκέντρωση	0,0101
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0049
Clamshell*Συγκέντρωση	0,7174
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,2252
Clamshell*Ημέρες	0,3266
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,0896



Γράφημα 16: Επίδραση clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στον παράγοντα h^o του χρώματος του ποδίσκου ποικιλίας *Regina*

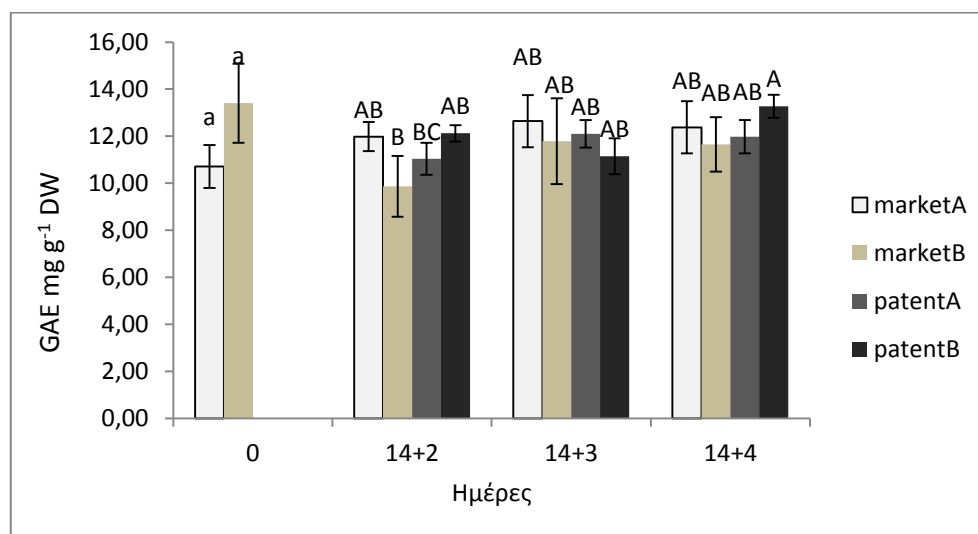
Προσδιορισμός των ολικών φαινολικών (TP)

Στο γράφημα 23, όπου παραθέτονται τα αποτελέσματα των ολικών φαινολικών, παρατηρείται ότι κατά την περίοδο συγκομιδής ενώ υπάρχει διαφορά μεταξύ του σκευάσματος εντούτοις, δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0.0714$).

Ο μόνος σημαντικός παράγοντας που επιφέρει αύξηση τιμών, αν και μικρή αύξηση, είναι ο χρόνος παραμονής στους 20 °C (Πίνακας 11).

Πίνακας 11: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στην συγκέντρωση των ολικών φαινολικών της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,4991
Συγκέντρωση	0,2557
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0410
Clamshell*Συγκέντρωση	0,0148
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,3307
Clamshell*Ημέρες	0,2287
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,1343



Γράφημα 17: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στα ολικά φαινολικά της ποικιλίας *Regina*

Προσδιορισμός των ολικών ανθοκυανινών (TAN)

Στα Γραφήματα 18 & 19 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ολικών ανθοκυανινών των δύο εξεταζόμενων ποικιλιών, *Skeena* και *Regina*, αντίστοιχα. Κατά την συγκομιδή, στη *Skeena* παρατηρείται ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του

σκευάσματος συνετέλεσε σε σταδιακή αύξηση των TAN ($p < 0.001$). Στην ποικιλία *Regina*, κατά τη συγκομιδή, ενώ παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στις δύο επεμβάσεις, όπως μπορούμε να δούμε στο Γράφημα 19, εντούτοις δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p=0.3551$).

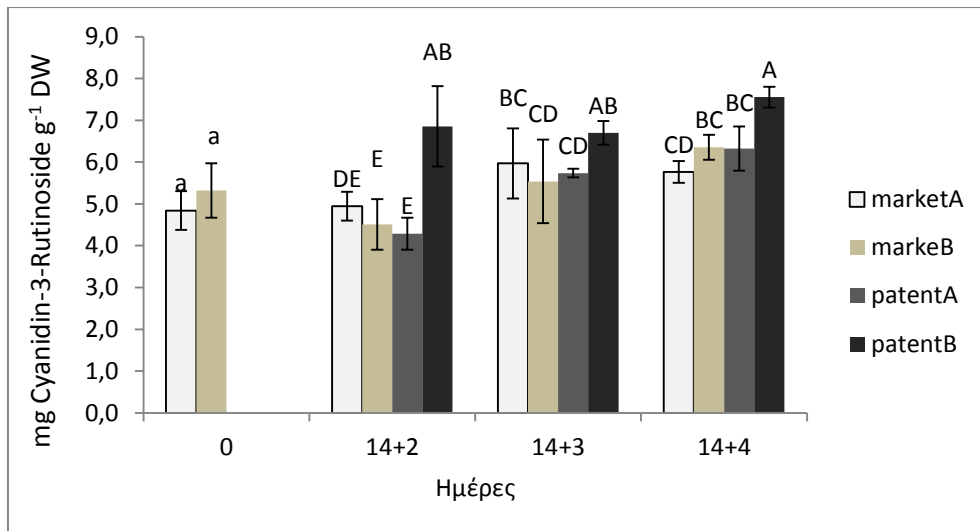
Κατά την έκθεση στους 20 °C, σημειώνεται αύξηση των ανθοκυανινών με τη συσκευασία της πατέντας, τη συγκέντρωση του σκευάσματος και το χρόνο παραμονής στους 20 °C, όπως επιβεβαιώνεται και από τον (Πίνακας 12). Και οι τρεις παράγοντες έχουν σημαντική επίδραση στις τιμές TAN, καθώς και η αλληλεπίδραση του clamshell με τη συγκέντρωση.

Πίνακας 12: Επίδραση διαφορετικού clamshell, συγκέντρωσης σκευάσματος και ημερών παραμονής στους 20 °C στην συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανινών της ποικιλίας *Regina*.

Παράγοντες	Πιθανότητες
Clamshell	0,0033
Συγκέντρωση	0,0027
Ημέρες σε 20°C(Ημέρες)	0,0001
Clamshell*Συγκέντρωση	0,0008
Συγκέντρωση*Ημέρες	0,0539
Clamshell*Ημέρες	0,2339
Clamshell*Συγκέντρωση*Ημέρες	0,0313



Γράφημα 18: Επίδραση της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k, στις ολικές ανθοκυανίνες της ποικιλίας *Skeena*



Γράφημα 19: Επίδραση των clamshells, της διαφορετικής δόσης του σκευάσματος silene k και των ημερών συντήρησης, στις ολικές ανθοκυανίνες της ποικιλίας *Regina*

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Απώλεια Βάρους

Γενικά το κεράσι είναι ένα αρκετά φθαρτό φρούτο, το οποίο είναι ευαίσθητο τόσο σε τραυματισμούς κατά την συγκομιδή όσο και κατά την διάρκεια των μετασυλλεκτικών χειρισμών του. Λόγω του ότι έχει λεπτή εφυμενίδα, ιδιαίτερα γύρω από τον ποδίσκο, είναι ιδιαίτερα ευάλωτο σε σχισίματα (ανάλογα την ποικιλία), στην απώλεια βάρους, στην εμφάνιση ασθeneιών και καφετιάσματος.

Μετασυλλεκτικά ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζει την ποιότητα του κερασιού και επομένως την αξία πώλησης, είναι η απώλεια βάρους που οφείλεται κυρίως στην απώλεια υγρασίας μέσω της διαδικασίας της αναπνοής-διαπνοής.

Στην παρούσα εργασία, η απώλεια του βάρους είναι με διαφορά μεγαλύτερη στις επεμβάσεις marketA & B από ότι στα patentA & B και ειδικά στην τρίτη περίοδο αποθήκευσης η διαφορά μεταξύ τους φτάνει το 4%. Επίσης παρατηρείται πως αν και τα διαφορετικά clamshell (market & patent) είχαν διαφορά, εντούτοις οι επεμβάσεις A & B δεν διαφαίνεται να επηρεάζουν το αποτέλεσμα. Οι επεμβάσεις με κάλιο και πυρίτιο είναι γνωστό ότι επιδρούν στην σπαργή των φυτών καθώς, το κάλιο εναποτίθεται στο χυμοτόπιο και ελέγχει την σπαργή και την οσμωτική πίεση μέσω ρύθμισης του κλεισίματος ή ανοίγματος των στοματίων (Kawakami et al., 2014; Sardans Penueias, 2021), ενώ το πυρίτιο μειώνει την αναπνοή (ιδίως κάτω από

αβιοτικό stress) καθώς μειώνεται η αγωγιμότητα των στοματίων (Liu et al., 2015; Liu et al., 2019; Gong & Cheng, 2012). Αυτή η παρατήρηση οφείλεται στο ότι το διαφορετικού τύπου clamshell που χρησιμοποιήσαμε έχει 84% λιγότερη ανοιχτή επιφάνεια (3,22 cm² ανοίγματος συνολικά) σε σχέση με τα κοινού τύπου clamshell (20,89 cm² άνοιγμα συνολικής επιφάνειας,) με αποτέλεσμα να χάνεται λιγότερη υγρασία από το εσωτερικό τους κατά την αποθήκευσή τους στους 20 °C και να δημιουργεί ένα περιβάλλον στο οποίο τα φρούτα μπορούν να κρατάνε την σπαργή και την οσμωτική τους πίεση σχετικά σταθερή ώστε να επέρχεται μία ρύθμιση στην λειτουργία των στοματίων.

Παρόμοια αποτελέσματα απώλειας βάρους διαπιστώθηκαν από τους (Tsantili et al., 2019) όπου σε πανομοιότυπο πείραμα που χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι δύο τύποι clamshells και η ποικιλία *Regina* μετά από 4 μέρες στους 20 °C η υγρασία που εμφάνιζαν τα αντίστοιχα patent clamshells ήταν 99,5% ενώ τα market 94,1% ενώ η απώλεια βάρους ήταν 0,43g/kg d και 14,91 g/kg d αντίστοιχα.

Ολικά διαλυτά στερεά, οξύτητα

Άλλος ένας παράγοντας ποιότητας στα κεράσια είναι η συγκέντρωση TA (κυρίως μηλικού αφού αντιπροσωπεύει το 85% του συνόλου των οξέων) και τα Brix τα οποία συνθέτουν την γεύση που θα έχει ο καρπός. Κατά την πειραματική διαδικασία, φαίνεται πως στην ποικιλία *Skeena* κατά την συγκομιδή, τα Brix της συγκέντρωσης C ήταν 19,3 °Brix έναντι 18,6 °Brix που έχει ο μάρτυρας ενώ για τα TA οι τιμές είναι 0,87% μηλικό και 0,83% αντίστοιχα. Αυτά τα αποτελέσματα συνάδουν με την επίδραση του ψεκασμού στα κεράσια, καθώς τα ζάχαρα αυξάνονται με το κάλιο και το πυρίτιο, προάγουν την φωτοσύνθεση, με το κάλιο να ελέγχει την κίνηση των στοματίων και κατ' επέκταση την εισαγωγή διοξειδίου του άνθρακα και την ροή υδρατμών που είναι σημαντικά για τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης. Επίσης αυξάνει την φυλλική επιφάνεια του φυτού, με συνέπεια να υπάρχει μεγαλύτερη φωτοσυνθετική διεργασία και τέλος το κάλιο παίζει έναν ρυθμιστικό ρόλο στην διαδικασία της φωτοφωσφορυλίωσης καθώς διατηρεί τα στρώματα του pH εντός του χλωροπλάστη υψηλά μέσω της ATPασης της μεμβράνης του ώστε να μπορεί να μετατραπεί η ηλιακή ενέργεια σε χημική (Kawakami et al., 2014). Το πυρίτιο αυξάνει και αυτό με την σειρά του την φωτοσύνθεση καθώς ρυθμίζει την αγωγιμότητα των στοματίων με αποτέλεσμα να ελέγχει την διαπνοή (Chen et al., 2011) και επιπλέον προστατεύει τον χλωροπλάστη από τραυματισμούς, ενώ παράλληλα παράγει και χρωστικές που επιβοηθούν την φωτοσύνθεση (Savvas et al., 2015). Όσον αφορά την οξύτητα, αυτή φαίνεται να επηρεάζεται από το κάλιο καθώς προάγει την σύνθεση πρωτεϊνών και την δραστηριότητα των ενζύμων (Savvas et al., 2015; A. Etienne et al., 2013).

Συνεκτικότητα Σάρκας

Ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την συντηρησιμότητα και αξία πώλησης των κερασιών είναι η συνεκτικότητα σάρκας (firmness) και γενικότερα η υφή. Γενικά η συνεκτικότητα της σάρκας εξαρτάται από τον βαθμό πολυμερισμού των πηκτινών της εσωτερικής στιβάδας του κυτταρικού τοιχώματος (Sekse et al., 2009; Salato et al., 2013; Choi et al., 2002) και επηρεάζεται ιδιαίτερα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο της συγκομιδής καθώς ένας αρκετά βροχερός καιρός αυξάνει υπέρμετρα την πρόσληψη νερού με αποτέλεσμα τα

κεράσια να σκίζονται και γενικά στην συντήρηση εμφανίζονται να είναι πίο υδαρή με αποτέλεσμα να υποβαθμίζονται ως προς την συνεκτικότητα (Sekse et al., 2009). Επίσης και τα πλαστικά της επικάλυψης έχει αποδειχτεί ότι μειώνουν την συνεκτικότητα (Bustamante et al., 2021). Επιπλέον η απώλεια βάρους μπορεί να οδηγήσει σε στην αύξηση της συνεκτικότητας στα κεράσια κατά την συντήρησή τους (Tsantili et al., 2007).

Στην εργασία παρατηρείται πως, κατά την συγκομιδή, η ποικιλία *Skeena* δίνει μεγαλύτερες τιμές στα κεράσια της επέμβασης C από ότι στον μάρτυρα (τιμές 3,8 N και 2,9 N αντίστοιχα), ενώ και στην ποικιλία *Regina* οι μάρτυρες είχαν 3,9 N και η επέμβαση 4,6 N. Επίσης κατά την συντήρηση των κερασιών της ποικιλία *Regina*, παρατηρείται πως τα patentB εμφανίζουν την μεγαλύτερη τιμή και στις 3 περιόδους συντήρησης, με την τρίτη περίοδο να έχει τιμή 5,2 N. Επίσης στα κεράσια patentA στην ίδια περίοδο έχουν τιμή 4,1 N, ενώ μεταξύ τους δεν εμφανίζουν διαφορά στην απώλεια βάρους. Αυτή η διαφορά που φαίνεται να υπάρχει στους ψεκασμένους καρπούς είναι πιθανόν να οφείλεται στο πυρίτιο καθώς προσδίδει μηχανολογική στήριξη στο κυτταρικό τοίχωμα μέσω της εναπόθεσής του εκεί ως άμορφο πυρίτιο ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (Savvas et al., 2015), επιπλέον κάνει σύμπλοκα με πολυφαινόλες και εναποτίθεται στο κυτταρικό τοίχωμα ως εναλλακτικό/συμπληρωματικό της λιγνίνης (Karoor et al., 2016; Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger, 2013). Επίσης και το κάλιο έχει αποδείξει ότι προσδίδει μία σταθερότητα στο κυτταρικό τοίχωμα καθώς κρατά σταθερή την σπαργή (Sardans & Penueias, 2021). Όσον αφορά το σκίσιμο του καρπού κατά την αποθήκευση στην ποικιλία *Regina* ήταν μηδαμινό και αυτό συμβαίνει διότι σαν ποικιλία η *Regina* είναι αρκετά ανθεκτική στο σκίσιμο (Bustamante et al., 2021).

Σε πείραμα που έγινε από τους (Kaiser et al., 2014) δύο διαδοχικές χρονιές σε κεράσια διαφόρων ποικιλιών, όπου αυτά ψεκάστηκαν με πυριτικό κάλιο, είχαν σαν αποτέλεσμα στην ποικιλία *Bing*, να αυξηθεί η συνεκτικότητα την ώρα της συγκομιδής στα 409 g/mm σε σχέση με τον μάρτυρα που ήταν στο 386g/mm, ενώ μετά από 2 εβδομάδες στους 2° C η ποικιλία *Royal Rainier* είχε σαν αποτέλεσμα συνεκτικότητας 289 g/mm έναντι 269 g/mm του μάρτυρα.

Χαρακτηριστικά Ποδίσκου

Ο ποδίσκος στα κεράσια είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας ποιότητας, καθώς η λεπτότερη επιδερμίδα του σε σχέση με τον κύριο καρπό, τον καθιστά πολύ πιο ευαίσθητο σε μηχανολογικούς και άλλους τραυματισμούς. Επίσης το κεράσι χάνει έως και το 45% από το σύνολο της απώλειας βάρους του σε νερό από τον ποδίσκο. Για τους καταναλωτές ένας εύρωστος, πράσινος και απαλλαγμένος από καφετιάσματα ποδίσκος λειτουργεί ως ένα δείκτης ποιότητας. Το πράσινο χρώμα του το αποδίδει στην περιεχόμενη χλωροφύλλη και στην ικανότητα φθορισμού της, ενώ το καφέτιασμα πέρα από μηχανολογικούς τραυματισμούς, δημιουργείται από την απώλεια υγρασίας, υποξικής ατμόσφαιρας αποθήκευσης, δράσης αιθυλενίου και οξειδωσης του από φαινόλες όπως η πολυφαινολοξειδάση (PPO) (Linke et al., 2010; Athoo et al., 2015).

Στην πειραματική διαδικασία, παρατηρήθηκε πως κατά την ημέρα της συγκομιδής τα κεράσια και των δύο ποικιλιών τα οποία είχαν ψεκαστεί με την μεγαλύτερη δόση με κάλιο και πυρίτιο, εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τους μάρτυρες καθώς στην ποικιλία *Skeena* τα ψεκασμένα έχουν μέση τιμή 8,1 N και ο μάρτυρας 7,3 N και στην ποικιλία *Regina* οι τιμές είναι 11,5 N και 9,7 N, αντίστοιχα.

Κατά την συντήρηση παρατηρείται πως ενώ στην πρώτη περίοδο η απόσπαση ποδίσκου είναι μεγαλύτερη στα ψεκασμένα κεράσια *patentB* και έπονται τα υπόλοιπα, την τελευταία εβδομάδα τα κεράσια τα οποία βρίσκονται στα *clamshell market* και ειδικά τα ψεκασμένα, έχουν μεγαλύτερες τιμές καθώς τα *marketB* εμφανίζουν τιμή 11,8 N, τα *marketA* 11 N έναντι 10,6 N και 9,3 N αντίστοιχα για τα *patentB* και *patentA*. Αυτό συμβαίνει διότι στα κεράσια που έχει εφαρμοστεί ο ψεκασμός, έχουν αυξημένη αντοχή στο κυτταρικό τοίχωμα (Karoor et al., 2016; Lincoln Taiz & Eduardo Zeiger, 2013; Savvas et al., 2015) με αποτέλεσμα να είναι αρκετά πιο δύσκολο στον ποδίσκο να αποσπαστεί. Όμως λόγω της μεγάλης απώλειας βάρους που εντοπίζεται κατά την τρίτη περίοδο στα κεράσια των *clamshell market*, οι ποδίσκοι παρατηρήθηκε πως ήταν αρκετά πιο λεπτοί σε σύγκριση με τα *patent* με αποτέλεσμα να συγκρατούνται πιο ισχυρά στον καρπό και να είναι πιο δύσκολο να αποσπαστούν.

Όσον αφορά το καφέτιασμα, διαπιστώνεται ότι κατά την πρώτη περίοδο συντήρησης εμφανίζεται ένα ελάχιστο στους ποδίσκους, γύρω στο 5% του μήκους τους, μόνο στα *market clamshell* και μόνο σε 5 από το σύνολο των ποδίσκων. Σταδιακά αυξάνει το καφέτιασμα, με την τελευταία περίοδο να εμφανίζεται στα ίδια *clamshell* έως και 25% επί του συνολικού μήκους των ποδίσκων, ενώ στα *patent* παρατηρείται 5 έως 10% καφέτιασμα. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται κατά την οξείδωση της χλωροφύλλης, λόγω καταπόνησης αφυδάτωσης, και πιθανόν αύξησης ελεύθερων ριζών (ROS) που αυτό συνεπάγεται και μία μεταβολή στον ρυθμό αναπνοής των ποδίσκων. Σε αυτή την εικόνα έχουν συμβάλει καθοριστικά τα *clamshell* καθώς έχει αποδειχθεί η συγκράτηση της απώλειας βάρους των κερασιών των *patent* έναντι των *market* λόγω του ότι κρατάνε την υγρασία τους. Επίσης το πυρίτιο προάγει την αντιοξειδωτική δράση διότι έχει διαπιστωθεί ότι αυξάνει την δράση των κύριων αντιοξειδωτικών ενζύμων υπεροξειδική δισμουτάση (SOD), καταλάση (CAT), αναγωγή της γλουταθειόνης (GR), υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (GPX), ασκορβική υπεροξειδάση (APX), αφυδροασλορβική αναγωγή (DHAR) (Karoor et al., 2016; Savvas et al., 2015; Zhu et al., 2004; Apel and Hirt 2004) με αποτέλεσμα να μετριάξει τις συνέπειες που προκύπτουν από από τις ενεργές ρίζες οξυγόνου (ROS) (Mc Cord., 2000). Επιπλέον το πυρίτιο έχει ευεργετικές ικανότητες και στην χλωροφύλλη διότι αυξάνει τις φωτοσυνθετικές χρωστικές, όπως έχει βρεθεί σε πείραμα που έχει γίνει στην πατάτα (Pilon et al., 2013), ενώ ταυτόχρονα προστατεύει και ενισχύει τον χλωροπλάστη (Liang et al., 2003). Το κάλιο αύξησε περιεχόμενη χλωροφύλλη καθώς σε πείραμα που έγινε στο βαμβάκι από τους (Zhao et al., 2001) έδειξε πως η έλλειψη καλίου συνεπάγεται και μείωση στην περιεχόμενη χλωροφύλλη στα φύλλα του φυτού. Αλλά η πιο ουσιαστική προσφορά του καλίου στην παρεμπόδιση του καφετιάσματος θεωρείται ότι εντοπίζεται στην αντιοξειδωτική του δράση καθώς, ενεργοποιεί ανενεργά ενζυμα. Μερικά από τα ένζυμα τα οποία φαίνεται να αυξάνουν την αποτελεσματικότητά τους και την συγκέντρωσή τους σε υψηλά ποσοστά καλίου και φέρονται να είναι αντιοξειδωτικά είναι τα, ασκορβική υπεροξειδάση (APX), υπεροξειδική δισμουτάση (SOD), καταλάση (CAT), αναγωγή της γλουταθειόνης (GR), αφυδροασλορβική αναγωγή (DHAR) και οξειδάση του φωσφορικού νικοτιναμιδο-αδενινο-

δινουκλεοτιδίου (NADPH oxidase)(García-Martí et al., 2019; Sardans & Peñuelas, 2021) ενώ ελέγχει και τους μηχανισμούς που παράγουν τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (Kawakami et al., 2014).

Στις μετρήσεις του χρώματος του ποδίσκου παρατηρείται πως οι τιμές των παραμέτρων στους μάρτυρες ήταν αρκετά μεγαλύτερες σε σχέση με τις περιόδους συντήρησης. Επίσης, αυτά που είχαν δεχτεί ψεκασμό παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές στις παραμέτρους L^* , C^* και h^o από τα αψέκαστα κατά την συγκομιδή. Αυτό συνεπάγεται πως οι ποδίσκοι των κερασιών που είχαν δεχτεί ψεκασμό είχαν πιο ανοιχτό πράσινο χρώμα λόγω του ότι και το κάλιο και το πυρίτιο αυξάνουν την χλωροφύλλη. Στην συντήρηση τώρα, το patentA φαίνεται να υπερισχύει ελαφρώς σε σχέση με το patentB στον παράγοντα L^* , με την διαφορά όμως να κρίνεται ως μηδαμινή. Παρόλα αυτά η τιμές και των δύο παραμένουν είναι κοντά στις τιμές των κερασιών της συγκομιδής, ενώ αυτές των market υποχώρησαν αισθητά. Τέλος στις τιμές της παραμέτρου C^* και h^o , το patentB εμφανίζει τιμές 31,8 και 114,6 αντίστοιχα και συμπεραίνεται πως οι ποδίσκοι έχουν ένα πιο ανοιχτό πράσινο χρώμα σε σχέση με τα υπόλοιπα. Στο πείραμα που έγινε από τους Tsantili et al., 2019, στην ποικιλία *Regina* του ίδιου τύπου clamshell, παρατηρείται πως το χρώμα του ποδίσκου μετά από 4 μέρες στους 20 °C, είναι πιο ανοιχτό πράσινο στα αντίστοιχα patent clamshell, εφόσον οι παράγοντες C^* και h^o που μετρήθηκαν ήταν μεγαλύτεροι από αυτές των αντίστοιχων clamshell market όπου είχαν χάσει περισσότερη υγρασία.

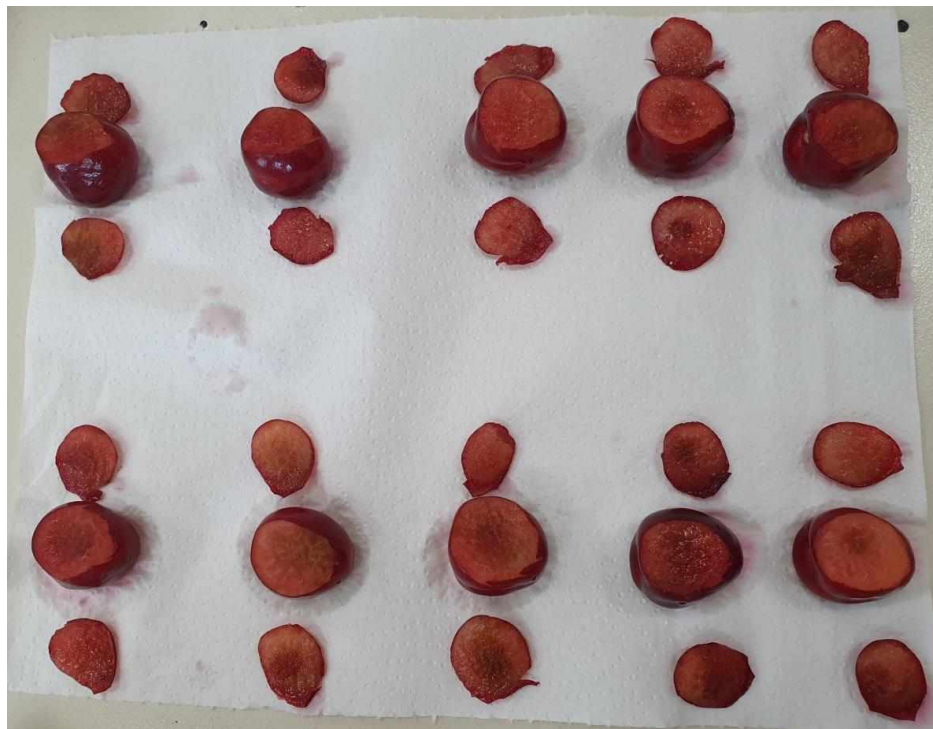
Χρώμα Καρπού

Τα κεράσια αποδίδουν το κόκκινο χρώμα του καρπού τους στην συγκέντρωση των ανθοκυανινών. Κατά την ωρίμανση τα κεράσια χάνουν το πράσινο χρώμα που έχουν καθώς υποβαθμίζονται οι χλωροφύλλες τους και αναπτύσσουν ανθοκυανίνες(Mozetic et al., 2004). Η σύνθεση των ανθοκυανινών ευνοείται από την φωτοσύνθεση καθώς προέρχονται από τις ανθοκυανιδίνες με την προσθήκη ενός μορίου σακχάρου στην θέση 3 ή 5 της μοριακής τους αλυσίδας (Kataoka et al., 1996). Το κάλιο και το πυρίτιο αυξάνουν την φωτοσύνθεση και την συγκέντρωση των φαινολικών με αποτέλεσμα να αυξάνουν και οι ανθοκυανίνες (καθώς είναι μία φαινολική ουσία). Επιπλέον με την ρύθμιση της αναπνοής από το κάλιο και το πυρίτιο, οι ανθοκυανίνες προστατεύονται από την οξείδωση. Επίσης κατά την αποθήκευση σε ψυγείο απόχρωση του κερασιού αλλάζει λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών (Bernalte et al., 2003).

Στην παρούσα εργασία μετρήθηκαν και το εξωτερικό και το εσωτερικό χρώμα του καρπού. Δυστυχώς το εσωτερικό χρώμα δεν έδειξε μεταβολές κατά την συντήρηση καθώς λόγω των άσχημων καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν κατά την ανάπτυξη και συγκομιδή του καρπού, οι καρποί δεν είχαν σχηματίσει ομοιόμορφο κόκκινο χρώμα **Εικόνα 3**.

Στο εξωτερικό χρώμα, το patentB έχει παράγοντα C^* και h^o με τιμές 22,1 και 17,8, ενώ για τις αντίστοιχες τιμές για το patentA είναι 23,7 και 20. Επίσης όσον αφορά τον παράγοντα h^o , φαίνεται πως το patentB έχει μικρότερη τιμή και από τα market clamshell. Με αυτό το αποτέλεσμα βγαίνει το συμπέρασμα πως τα κεράσια που είναι στο patentB έχουν μία πιο σκούρα κόκκινη επιδερμίδα και αυτό συμβαίνει διότι το κάλιο και το πυρίτιο αυξάνουν τις ανθοκυανίνες λόγω της αυξημένης φωτοσύνθεσης αλλά και βιοσύνθεσή τους. Ενώ στα αψέκαστα κεράσια των clamshell patentA και marketA φαίνεται, πως οι τιμές στα patent είναι μεγαλύτερες σε όλες τις εξεταζόμενες παραμέτρους. Παρόμοια αποτελέσματα είχαν και στο πείραμα που έγινε από τους

(Tsantili et al., 2019) όπου η ποικιλία *Regina* στα clamshell MH (αντίστοιχα τα patent) εμφάνιζαν μεγαλύτερες τιμές σε όλες τις παραμέτρους του χρώματος από τα clamshell COM (αντίστοιχα των market). Αυτό κατά πάσα πιθανότητα συμβαίνει διότι τα κεράσια στα market clamshell έχουν αρκετά μεγαλύτερη απώλεια βάρους με αποτέλεσμα να έχουν πιο σκούρο χρώμα.



Εικόνα 3: Χρώμα σάρκας καρπών που έχουν δεχτεί ψεκάσμο κατά την τρίτη ημέρα συντήρησης της ποικιλίας *Regina*

Φαινολικά

Τα φαινολικά είναι ουσίες που είναι υπεύθυνες για μία σειρά βιολογικούς ρόλους στα φυτά καθώς είναι υπεύθυνες για την αντιοξειδωτική δράση, ανάπτυξη χρώματος, στήριξη και άλλα. Η ποσότητα τους επηρεάζεται από διάφορους καλλιεργητικούς παράγοντες, από την συντήρηση και από το στάδιο ωριμότητας του καρπού (Costa, 2019). Για το στάδιο ωριμότητας του καρπού έχει αναφερθεί πως όσο ένας καρπός αυξάνει η ωριμότητά του (μέχρι ενός ορίου) η ποσότητα των φαινολικών αυξάνει εξίσου. Στα κεράσια έχει αποδειχθεί πως σε θερμοκρασίες συντήρησης γύρω στους 20 °C αυξάνεται η έκφραση του βιοχημικού μονοπατιού PAL (Tsantili et al., 2017) ενώ φέρεται πως την μεγαλύτερη έκφρασή της την έχει στο στάδιο πριν την πλήρη ωριμότητα (Jaakola et al., 2002). Το κάλιο και το πυρίτιο αυξάνει την ποσότητα των φαινολικών ουσιών αλλά, ειδικά για το κάλιο σε πείραμα που έγινε από τους (Yenera & Altuntas, 2021), το αποτέλεσμα που είχε στην συγκέντρωση των φαινολικών ήταν η μείωσή τους σε σχέση με τον μάρτυρα. Επίσης η ποικιλία *Regina* φέρεται να έχει 237,6 mg/100g FW ολικά φαινολικά σε ώριμο στάδιο συγκομιδής κατά τους (Skrzyński et al., 2016) και σε αντιπαραβολή με την πειραματική διαδικασία διαφαίνεται πως η αντίστοιχη τιμή για τα ανέκαστα κεράσια είναι 207,3 mg/100g FW και 270,1 mg/100g FW για τα ψεκασμένα. Στο πείραμα, φαίνεται πως αρχικά ο

ψεκασμός έχει μία θετική επίδραση κατά την ημέρα της συγκομιδής καθώς η συγκέντρωση τους ήταν 13,4 mg/g DW έναντι 10,7 mg/g DW. Κατά την φάση της συντήρησης παρατηρείται πως τα ανθέκαστα κεράσια του clamshell marketA έχουν τιμές αρκετά κοντά σε αυτές του patentB και ειδικά την τρίτη εβδομάδα παρατηρούνται οι τιμές 12,4 mg/g DW και 13,3 mg/g DW αντίστοιχα. Η διαφορά αυτή δεν οφείλεται μόνο στην απώλεια βάρους καθώς το marketB ,που έχει την ίδια απώλεια βάρους, εμφανίζει λιγότερα φαινολικά. Αυτό το αποτέλεσμα στα φαινολικά φαίνεται να το κρίνει το στάδιο ωριμότητας του καρπού (είχαμε διαφορά στα στάδια ωριμότητας λόγω καιρού) και πιθανών από την μετατροπή των φαινολικών ουσιών σε παράγωγα λιγνίνης καθώς το πυρίτιο αυξάνει την συνεκτικότητα της σάρκας με την σύνδεσή του με πολυφαινόλες όπου εναποτίθενται στο κυτταρικό τοίχωμα.

Ανθοκυανίνες

Οι ανθοκυανίνες είναι μία από τις πιο σημαντικές ομάδες φαινολικών ουσιών. Προέρχονται από τις ανθοκυανιδίνες με την προσθήκη ενός μορίου σακχάρου στην θέση 3 ή 5 της ατράκτου τις. Αυτές οι ουσίες προέρχονται από το βιοχημικό μονοπάτι του σικιμικού οξέος και πιο συγκεκριμένα από την φαινυλαλανίνη (PAL). Στα κεράσια, οι ανθοκυανίνες είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος των καρπών και γενικά η ποσότητα των ανθοκυανινών είναι ένας δείκτης ωριμότητας (Tsantili et al., 2011). Επίσης εκτός του χρώματος, οι ανθοκυανίνες είναι μία ομάδα από κύριες ουσίες που συνεισφέρουν στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτών (Eng Khoo et al., 2017; Le Nguyen et al., 2020). Σαν φαινολική ουσία, τις ανθοκυανίνες τις επηρεάζουν οι ίδιες παράμετροι ενώ η θερμοκρασία φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο καθώς στους 25 °C αυξάνουν ενώ στους 35°C αρχίζουν και μειώνονται (Eng Khoo et al., 2017). Το κάλιο και το πυρίτιο, αυξάνουν τις ανθοκυανίνες και λόγω της αύξησης της βιοσύνθεσής του αλλά και λόγω αύξησης της φωτοσύνθεσης.

Στο πείραμα αρχικά, κατά την ημέρα της συγκομιδής διακρίνεται πως και στις δύο εξεταζόμενες ποικιλίες υπάρχει αύξηση των παραγόμενων ανθοκυανινών στα ψεκασμένα κεράσια. Αυτό οφείλεται ξεκάθαρα στην ικανότητα του πυριτίου και του καλίου να αυξάνουν τις ανθοκυανίνες. Στην συντήρηση επαναλαμβάνεται το ίδιο μοτίβο εκτός της δεύτερης περιόδου συντήρησης όπου τα patentB φέρεται να έχει παραπλήσια τιμή με το marketA. Στην τρίτη περίοδο το patentB παρουσιάζει τις περισσότερες ανθοκυανίνες με τιμή 7,6 mg και αυτό αποδεικνύει το πιο βαθύ κόκκινο χρώμα καθώς και την μεγαλύτερη αύξηση των φαινολικών κατά αυτήν την περίοδο. Η απώλεια βάρους εμφανίζεται να μειώνει την συγκέντρωση των ανθοκυανινών καθώς το marketA που έχει γύρω στα 4% περισσότερη απώλεια βάρους σε σχέση με το patentB, στην τρίτη περίοδο έχει τιμή 5,8 mg, ενώ στο marketB όπου τα κεράσια του έχουν δεχτεί ψεκασμό, έχει μεγαλύτερη τιμή (6,35 mg) σε σχέση με το marketA που έχουν την ίδια απώλεια βάρους.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταρχήν παρατηρείται πως η συνιστώμενη δόση ψεκασμού με πυρίτιο και κάλιο (**silene K 5%**) επηρεάζει θετικά την ποικιλία *Skeena* κατά την συγκομοιδή σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Παράλληλα, για την ποικιλία *Regina* φαίνεται ότι ο ψεκασμός επιδρά εξίσου θετικά στη μέτρηση της συνεκτικότητας και απόσπασης ποδίσκου κατά την συγκομοιδή, ενώ υπάρχει επίδραση τόσο στο σύνολο των φαινολικών όσο και στις ανθοκυανίνες που όμως δεν θεωρείται στατιστικά σημαντικό.

Κατά την παραμονή στους 20 °C στην ποικιλία *Regina*, το clamshell, ο ψεκασμός αλλά και ο χρόνος παραμονής έχουν σημαντική επίδραση στην απώλεια βάρους, στην συνεκτικότητα, στην απόσπαση ποδίσκου αλλά και στις ολικές ανθοκυανίνες. Στο εξωτερικό χρώμα του καρπού τη μεγαλύτερη αλλαγή προκαλούν οι μέρες παραμονής στους 20 °C, ενώ το τελικό κόκκινο χρώμα συντίθεται σε συνδυασμό με τον ψεκασμό. Παρομοίως και στον ποδίσκο, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης του επηρεάζεται από τις μέρες παραμονής και τη συγκέντρωση του ψεκασμού. Τέλος, η μεγαλύτερη επίδραση στα φαινολικά διαπιστώνεται κατά την παραμονή τους στους 20 °C, ενώ υπάρχει μια τάση θετικής επίδρασης του ψεκασμού και του clamshell.

Εν κατακλείδι, προτείνεται για περαιτέρω διερεύνηση ο ψεκασμός διαφορετικών ποικιλιών κερασιάς, ιδανικά επιρρεπείς στο σκίσιμο, αλλά και η μέτρηση των πηκτινών τους προκειμένου να διαπιστωθεί εάν το πυρίτιο τις συνθέτει πέρα από τα παράγωγα λιγνίνης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενογλωσση βιβλιογραφία

- Etienne, A., Génard, M., Lobit, P., Mbeguié-A-Mbéguié, D., Bugaud, C., 2013. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of Experimental Botany* 64, 1451–1469. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert035>
- Al-aghabary, K., Zhu, Z., Shi, Q., 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 27, 2101–2115. <https://doi.org/10.1081/PLN-200034641>
- Apel, K., Hirt, H., 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology* 55, 373–399. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141701>
- Arsuaga, J.M., Sotto, A., López-Muñoz, M.J., Braeken, L., 2011. Influence of type and position of functional groups of phenolic compounds on NF/RO performance. *Journal of Membrane Science* 372, 380–386. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2011.02.020>
- Bai, J., Baldwin, E., Tsantili, E., Plotto, A., Sun, X., Wang, L., Kafkaletou, M., Wang, Z., Narciso, J., Zhao, W., Xu, S., Seavert, C., Yang, W., 2019. Modified humidity clamshells to reduce moisture loss and extend storage life of small fruits*. *Food Packaging and Shelf Life* 22, 100376. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100376>
- Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernández, M.T., Gervasini, C., 2003. Influence of storage delay on quality of ‘Van’ sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology* 28, 303–312. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00194-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00194-1)
- Blažková, J., Hlušíčková, I., Blažek, J., 2012. Fruit weight, firmness and soluble solids content during ripening of Karešova cv. sweet cherry. *Horticultural Science (Prague)* 29, 92–98. <https://doi.org/10.17221/4470-HORTSCI>
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56(11), 317–333. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>
- Brouillard, R. *Chemical Structure of Anthocyanins*; Academic Press: New York, NY, USA, 1982; Volume 1.
- Bustamante, M., Muñoz, A., Romero, I., Osorio, P., Mánquez, S., Arriola, R., Reyes-Díaz, M., 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* 10, 2778. <https://doi.org/10.3390/plants10122778>

- Cantín, C. M., Moreno, M. A., Gogorcena, Y. 2009. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) batsch] breeding progenies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4586–4592. <https://doi.org/10.1021/jf900385a>
- Cao, G., Russell, R.M., Lischner, N., Prior, R.L., 1998. Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. *The Journal of Nutrition* 128, 2383–2390. <https://doi.org/10.1093/jn/128.12.2383>
- Chanchal, M.C., Kapoor R. and Ganjewala, D., 2016. Alleviation of abiotic and biotic stresses in plants by silicon supplementation. *Scientia Agriculturae*, 13, 59-73. <https://doi.org/10.15192/PSCP.SA.2016.13.2.5973>
- Chen, W., Yao, X., Cai, K. et al. 2011. Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. *Biological Trace Element Research* 142, 67–76 <https://doi.org/10.1007/s12011-010-8742-x>
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J.B., Vuong, Q.V., Papoutsis, K., Stathopoulos, C.E., 2016. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends in Food Science & Technology* 55, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.002>
- Choi, C., Toivonen, P., Wiersma, P.A., Kappel, F., 2002. Differences in levels of pectic substances and firmness in fruit from six sweet cherry genotypes. *Journal of American Pomological Society* 56, 197–201.
- Correia, S., Schouten, R., Silva, A.P., Gonçalves, B., 2017. Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Frontiers in Plant Science* 8, 2166. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02166>
- Costa, G. 2019. Fruit quality: Updated definition and modern methods of assessment. *Review n. 37 – Italus Hortus* 26 (1):41–9. doi: 10.26353/j.itahort/2019.1.xxxx.
- Crisosto, C. H., Crisosto, G. M., and Metheney, P. (2003). Consumer acceptance of “Brooks” and “Bing” cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology* 28, 159–167. doi: 10.1016/S0925-5214(02)00173-4
- Crozier, A., Jaganath, I. B., & Clifford, M. N. (2009). Dietary phenolics: Chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26(8), 1001–1043. <https://doi.org/10.1039/b802662a>
- de Leonardis, A., Fragasso, M., Beleggia, R., Ficco, D., de Vita, P., Mastrangelo, A., 2015. Effects of heat stress on metabolite accumulation and composition, and nutritional properties of durum wheat grain. *International Journal of Molecular Sciences* 16, 30382–30404. <https://doi.org/10.3390/ijms161226241>

- Dini, C., Zaro, M.J., Viña, S.Z., 2019. Bioactivity and functionality of anthocyanins: A Review. *Current Bioactive Compounds* 15, 507–523. <https://doi.org/10.2174/1573407214666180821115312>
- Esti, M., Cinquanta, L., Sinesio, F., Moneta, E., Di Matteo, M., 2002. Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. *Food Chemistry* 76, 399–405. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00231-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00231-X).
- Faienza, M.F., Corbo, F., Carocci, A., Catalano, A., Clodoveo, M.L., Grano, M., Wang, D.Q.-H., D'Amato, G., Muraglia, M., Franchini, C., Brunetti, G., Portincasa, P., 2020. Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of Functional Foods* 69, 103945. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103945>
- Frankel, E.N., Meyer, A.S., 2000. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80, 1925–1941. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200010\)80:13<1925::AID-JSFA714>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200010)80:13<1925::AID-JSFA714>3.0.CO;2-4)
- Girard, B., Kopp, T.G., 1998. Physicochemical characteristics of selected sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 471–476. <https://doi.org/10.1021/jf970646j>.
- Giusti, M.M., Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV- Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* 00. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Gonçalves, B., Silva, A. P., Moutinho-Pereira, J., Bacelar, E., Rosa, E., and Meyer, A.S., 2007. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*. 103, 976–984. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.08.039
- Gong, H., Chen, K., 2012. The regulatory role of silicon on water relations, photosynthetic gas exchange, and carboxylation activities of wheat leaves in field drought conditions. *Acta Physiologiae Plantarum* 34, 1589–1594. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-0954-6>
- Goodwin, T. W., & Mercer, E. I., 1983. In *Introduction to plant biochemistry* (2nd ed., pp. 204–207). New York: Pergamon Press.
- Habib, M., Bhat, M., Dar, B.N., Wani, A.A., 2017. Sweet cherries from farm to table: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57, 1638–1649. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1005831>
- Jaakola, L., Määttä, K., Pirttilä, A.M., Törrönen, R., Kärenlampi, S., Hohtola, A., 2002. Expression of genes involved in anthocyanin biosynthesis in relation to anthocyanin, proanthocyanidin, and flavonol levels during bilberry fruit development. *Plant Physiology* 130, 729–739. <https://doi.org/10.1104/pp.006957>

- James, P and Domeneq, PS, 2011. Pest and Disease, The Australian Cherry Production Guide, July, Cherry Growers Australia Inc, distributed to HAL Cherry Levy Growers, Adelaide SA, pp. 159-183.
- Jordheim, M., 2013. Basic Anthocyanin Chemistry and Dietary Sources; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2013; pp. 13–90. ISBN 978-1-4398-9471-2.
- Kaiser, C., Christensen, J.M., Whiting, M.D., Azarenko, A.N., Long, L.E., 2014. Effects of soluble potassium silicate soil drenching on sweet cherry fruit quality. *Acta Horticulturae* 339–346. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.47>
- Kappel, F., Lane, W.D., MacDonald, R.A., Schmid, H., 2000. Skeena sweet cherry. *HortScience* 35, 306–307. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.2.306>
- Kataoka, I., Beppu, K., Sugiyama, A., Taira, S., 1996. Enhancement of coloration of “satohnishiki” sweet cherry fruit by postharvest irradiation with ultraviolet rays. *Environment Control in Biology*, 313–319. <https://doi.org/10.2525/ecb1963.34.313>
- Khoo, H.E., Azlan, A., Tang, S.T., Lim, S.M., 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research* 61, 1361779. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Ko, S.-S., Jhong, C.-M., Lin, Y.-J., Wei, C.-Y., Lee, J.-Y., Shih, M.-C., 2020. Blue light mediates chloroplast avoidance and enhances photoprotection of vanilla orchid. *International Journal of Molecular Sciences* 21, 8022. <https://doi.org/10.3390/ijms21218022>
- Kupferman, E.D.M., 2020. An introduction to Cherry quality and handling. Ανάκτηση από [http:// www.postharvest.wsu.edu.html](http://www.postharvest.wsu.edu.html)
- Lang, G.A., 2001. Critical considerations for sweet cherry training systems. *Compact Fruit Tree* 34(3):70-73.
- Lara, I., Belge, B., and Goulao, L. F., 2014. The fruit cuticle as a modulator of postharvest quality. *Postharvest Biology and Technology* 87, 103–112. doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.08.012
- Le Nguyen, L.P., Visy, A., Baranyai, L. et al., 2020. Application of hue spectra fingerprinting during cold storage and shelf-life of packaged sweet cherry. *Journal of Food Measurement and Characterization* 14, 2689–2702. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00515-z>
- Legrand, G., Delporte, M., Khelifi, C., Harant, A., Vuylsteker, C., Mörchen, M., Hance, P., Hilbert, J.-L., Gagneul, D., 2016. Identification and characterization of five baahd acyltransferases involved in hydroxycinnamoyl ester metabolism in chicory. *Frontiers in Plant Science* 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00741>.

- Li, S., 2014. Transcriptional control of flavonoid biosynthesis: fine-tuning of the MYB-bHLH-WD40(MBW) complex. *Plant Signal Behavior* 9:e27522. doi: 10.4161/psb.27522
- Liang, Y., Chen, Q. i. n., Liu, Q., Zhang, W., Ding, R., 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Physiology* 160, 1157–1164. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-01065>
- Lingua, G.; Bona, E.; Manassero, P.; Marsano, F.; Todeschini, V.; Cantamessa, S.; Copetta, A.; D'Agostino, G.; Gamalero, E.;Berta, G. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads increases anthocyanin concentration in strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* var. Selva) in conditions of reduced fertilization. *Journal of Molecular Sciences*, 14, 16207–16225.
- Linke, M., Herppich, W.B., Geyer, M., 2010. Green peduncles may indicate postharvest freshness of sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology* 58, 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.05.014>
- Liu, P., Yin, L., Wang, S., Zhang, M., Deng, X., Zhang, S., Tanaka, K., 2015. Enhanced root hydraulic conductance by aquaporin regulation accounts for silicon alleviated salt-induced osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. *Environmental and Experimental Botany* 111, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.10.006>
- Liu, B., Soundararajan, P., Manivannan, A., 2019. Mechanisms of silicon-mediated amelioration of salt stress in plants. *Plants* 8, 307. <https://doi.org/10.3390/plants8090307>
- Locascio, A., Marqués, M.C., García-Martínez, G., Corratgé-Faillie, C., Andrés-Colás, N., Rubio, L., Fernández, J.A., Véry, A.-A., Mulet, J.M., Yenush, L., 2019. BCL2-ASSOCIATED ATHANOGENE4 Regulates the KAT1 potassium channel and controls stomatal movement. *Plant Physiology* 181, 1277–1294. <https://doi.org/10.1104/pp.19.00224>
- Long, L.E., Lang, G.A., Kaiser, C., 2021. Sweet cherries, *Crop Production Science In Horticulture*. CAB International, Boston, MA, USA.
- Luna, M.C., Bekhradi, F., Ferreres, F., Jordán, M.J., Delshad, M., Gil, M.I., 2015. Effect of water stress and storage time on anthocyanins and other phenolics of different genotypes of fresh sweet basil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63, 9223–9231. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04131>
- Maeda, H., Dudareva, N., 2012. The Shikimate Pathway and Aromatic Amino Acid Biosynthesis in Plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 63, 73–105. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105439>

- Mannino, G., Gentile, C., Ertani, A., Serio, G., Berteà, C.M., 2021. Anthocyanins: biosynthesis, distribution, ecological role, and use of biostimulants to increase their content in plant foods—A Review. *Agriculture* 11, 212. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030212>
- McCord, J.M., 2000. The evolution of free radicals and oxidative stress. *The American Journal of Medicine* 108, 652–659. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(00\)00412-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(00)00412-5)
- Noctor, G. And Foyer, G. H., 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 249-279
- Oosterhuis, D.M., Loka, D.A., Kawakami, E.M., Pettigrew, W.T., 2014. The physiology of potassium in crop production, in: *Advances in Agronomy*. Elsevier, pp. 203–233. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800132-5.00003-1>
- Palafox-Carlos, H., Yahia, E., Islas-Osuna, M.A., Gutierrez-Martinez, P., Robles-Sánchez, M., González-Aguilar, G.A., 2012. Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity. *Scientia Horticulturae* 135, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.11.027>
- Pantelidis, G., Vasilakakis, M., Manganaris, G., Diamantidis, G., 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry* 102, 777–783. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021>
- Pappas, C.S., Takidelli, C., Tsantili, E., Tarantilis, P.A., Polissiou, M.G., 2011. Quantitative determination of anthocyanins in three sweet cherry varieties using diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.07.001>
- Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. A., and Morales-Corts, M. R., 2010. Description and quality evaluation of sweet cherries cultured in Spain. *Journal of Food Quality* 33, 490–506. doi: 10.1111/j.1745-4557.2010.00339.x
- Pervaiz, T., Songtao, J., Faghihi, F., Haider, M.S., Fang, J., 2017. Naturally occurring anthocyanin, structure, functions and biosynthetic pathway in fruit plants. *Journal of Plant Biochemistry and Physiology* 05. doi: [10.4172/2329-9029.1000187](https://doi.org/10.4172/2329-9029.1000187)
- Pilon, C., Soratto, R.P., Moreno, L.A., 2013. Effects of soil and foliar application of soluble silicon on mineral nutrition, gas exchange, and growth of potato plants. *Crop Science* 53, 1605–1614. <https://doi.org/10.2135/cropsci2012.10.0580>
- Remón, S., Eugenia Venturini, M., Lopez-Buesa, P., Oria, R., 2003. Burlat cherry quality after long range transport: optimisation of packaging conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 4, 425–434. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(03\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(03)00058-4)

- Rios de Souza, V., Pimenta Pereira, P. A., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R., and Queiroz, F., 2014. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry* 156, 362–368. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.125
- Rivera-Pastrana, D. M., Gardea, A. A., Yahia, E. M., Martinez-Téllez, M. A., and Gonzàles-Aguilar, G. A. (2013). Effect of UV-C irradiation and low temperature storage on bioactive compounds, antioxidant enzymes and radical scavenging of papaya fruit. *Journal of Food Science and Technology* 51, 3821–3829. doi: 10.1007/s13197-013-0942-x
- Rivero, R.M., Ruiz, J.M., García, P.C., López-Lefebvre, L.R., Sánchez, E., Romero, L., 2001. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science* 160, 315–321. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(00\)00395-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00395-2)
- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W., 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry* 66, 401–436. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00093-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00093-X)
- Saigo, T., Wang, T., Watanabe, M., Tohge, T., 2020. Diversity of anthocyanin and proanthocyanin biosynthesis in land plants. *Current Opinion in Plant Biology* 55, 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.04.001>.
- Salah, N., Miller, N.J., Paganga, G., Tijburg, L., Bolwell, G.P., Riceevans, C., 1995. Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 322, 339–346. <https://doi.org/10.1006/abbi.1995.1473>
- Salato, G.S., Ponce, N.M.A., Raffo, M.D., Vicente, A.R., Stortz, C.A., 2013. Developmental changes in cell wall polysaccharides from sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars with contrasting firmness. *Postharvest Biology and Technology* 84, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.04.009>
- Sardans, J., Peñuelas, J., 2021. Potassium control of plant functions: ecological and agricultural implications. *Plants* 10, 419. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>
- Savvas, D., Ntatsi, G., 2015. Biostimulant activity of silicon in horticulture. *Scientia Horticulturae* 196, 66–81. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.010>
- Sekse, L. & Meland, Mekjell & Reinsnos, T. & Vestrheim, S., 2009. Cultivar and weather conditions determine pre- and postharvest fruit firmness in sweet cherries (*Prunus avium* L.). *European Journal of Horticultural Science* 74 268-274.
- Serradilla, M. J., Martín, A., Ruiz-Moyano, S., Hernández, A., M., López-Corrales, M., and Córdoba, M.G., 2012. Physicochemical and sensorial characterization of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). *Food Chemistry* 133, 1551–1559. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.048

- Serrano, M., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P. J., Castillo, S., Guillén, F., and Martínez-Romero, D., 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 3240–3246. doi: 10.1021/jf803949k.
- Shude, S.P.N., Yobo, K.S., Mbili, N.C., 2020. Progress in the management of Fusarium head blight of wheat: An overview. *South African Journal of Science* 116. <https://doi.org/10.17159/sajs.2020/7854>
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M., 1999. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, in: *Methods in Enzymology*. Elsevier, pp. 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Skrzyński, J., Leja, M., Gonkiewicz, A., Banach, P., 2016. Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes. *Folia Horticulturae* 28, 95–102. <https://doi.org/10.1515/fhort-2016-0011>
- Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I., Bahorun, T., 2005. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 579, 200–213. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023>
- Taiz, L., Zeiger, E., 2010. *Plant physiology*, 5th ed. ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Tanaka, Y., Sasaki, N., Ohmiya, A., 2008. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *Plant Journal* 54, 733–749. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113X.2008.03447.x>
- Tang, B., Li, L., Hu, Z., Chen, Y., Tan, T., Jia, Y., Xie, Q., Chen, G., 2020. Anthocyanin accumulation and transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in purple pepper. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 68, 12152–12163. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c02460>
- Timberlake, C.F.; Bridle, P. *Distribution of Anthocyanins in Food Plants*; Academic Press: New York, NY, USA, 1982.
- Tsaniklidis, G., Kafkaletou, M., Delis, C., Tsantili, E., 2017. The effect of postharvest storage temperature on sweet cherry (*Prunus avium* L.) phenolic metabolism and colour development. *Scientia Horticulturae* 225, 751–756. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.017>
- Tsantili, E., Rouskas, D., Christopoulos, M.V., Stanidis, V., Akrivos, J., Papanikolaou, D., 2007. Effects of two pre-harvest calcium treatments on physiological and quality parameters in ‘Vogue’ cherries during storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82, 657–663. <https://doi.org/10.1080/14620316.2007.11512287>
- Tsantili, E., Shin, Y., Nock, J.F., Watkins, C.B., 2010. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology* 57, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.02.002>

- Vavoura, M. V., Badeka, A. V., Kontakos, S., and Kontominas, M. G. (2015). Characterization of four popular sweet cherry cultivars grown in Greece by volatile compound and physicochemical data analysis and sensory evaluation. *Molecules* 20, 1922–1940. doi: 10.3390/molecules20021922
- Ververidis, F., Trantas, E., Douglas, C., Vollmer, G., Kretzschmar, G., & Panopoulos, N. (2007). Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health. *Biotechnology Journal* 2(10), 1214–1234. <https://doi.org/10.1002/biot.200700084>
- Wang, H., Cao, G., Prior, R.L., 1997. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 304–309. <https://doi.org/10.1021/jf960421t>
- Wen, Y. Q., He, F., Zhu, B. Q., Lan, Y. B., Pan, Q. H., Li, C. Y., et al. (2014). Free and glycosidically bound aroma compounds in cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry* 152, 29–36. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.11.092
- Yanishlieva - Maslarova, N.V. 2001. Inhibiting oxidation. In: *Antioxidants In Food. Practical Applications*, Eds. Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge, England, 22 - 70.
- Yener, H., 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, 946–957. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1862203>
- Zhang, X., Jiang, Y. M., Peng, F. T., He, N. B., Li, Y. J., and Zhao, D. C., 2007. Changes of aroma components in “Hongdeng” sweet cherry during fruit development. *Agricultural Sciences in China* 6, 1376–1382. doi: 10.1016/S1671-2927(07)60186-2
- Zhao, D., Oosterhuis, D. & Bednarz, C. Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. *Photosynthetica* 39, 103–109 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1012404204910>
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q., Yu, J., 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science* 167, 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.04.020>

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βασιλακάκης, Μ. Θ. (1990). Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας – Φυλλοβόλα Οπωροφόρα δένδρα. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Μαρθοπούλου, Δ. (2015). Μεταποίηση- τυποποίηση και εμπορία κερασιού.

Πάσσαμ, Χ., Τσαντίλη, Ε., Χριστόπουλος, Μ., Καυκαλέτου, Μ., Αλεξόπουλος, Α., & Καραπάνος, Ι., 2015. Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών και λαχανικών [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3336>

Χατζηχαρίσης, Ι. και Καζαντζής, Κ. 2014. Η Κερασιά και η Καλλιέργειά της. Αθήνα: Αγρότυπος Α.Ε.