

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

Η Καλλιέργεια του Οξύκοκκου (Cranberry), και οι Αντιοξειδωτικές του Ιδιότητες

ΤΣΟΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

Φλώρινα 2023

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο **Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΟΞΥΚΟΚΚΟΥ(CRANBERRY) ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΤΟΥ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ** που συντάχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας και παραδόθηκε το μήνα **ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ** του 2023. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία και στο κείμενο ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά.

ΤΣΟΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

ΑΜ:FG31169

Υπογραφή:

Ημερομηνία: 16/9/23

Περιεχόμενα

| | |
|--|------------------------------|
| Περίληψη..... | 1 |
| Abstract | 2 |
| 1. Εισαγωγή..... | 3 |
| 1.1. Θεωρητικό Υπόβαθρο | 3 |
| 1.2. Μορφολογία Φυτού | 5 |
| 2. Καλλιέργεια Οξύκοκκου | 10 |
| 2.1. Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις..... | 10 |
| 2.1.1. Έδαφος | 10 |
| 2.1.2. Άρδευση..... | 12 |
| 2.1.3. Θρεπτικά Συστατικά και Λίπανση..... | 14 |
| 2.1.4. Ηλιοφάνεια | 15 |
| 2.1.5. Θερμοκρασία..... | 17 |
| 2.1.6. Βροχόπτωση..... | 18 |
| 2.2. Καρπόδεση | 18 |
| 2.3. Συγκομιδή και Διαχείριση του Καρπού..... | 19 |
| 2.3.1. Ανάπτυξη καρπών..... | 20 |
| 2.3.2. Συγκομιδή Cranberries..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4. Καινοτόμες Πρακτικές και Επιστημονικά Δεδομένα | 24 |
| 2.4.1. Είδη και τύποι Οξύκοκκου | 26 |
| 3. Φυτοχημικές ενώσεις και αντιοξειδωτική δράση σε διαφορετικούς ποικιλίες Οξύκοκκου | 30 |
| 3.1. Φυτικά Αντιοξειδωτικά Συστήματα..... | 30 |
| 3.2. Αντιοξειδωτικοί Μεταβολίτες..... | 33 |
| 3.3. Εφαρμογές και Ενδείξεις | 34 |
| 4. Συμπεράσματα | 38 |
| Αναφορές | Error! Bookmark not defined. |

Περίληψη

Τα Cranberries είναι κυρίως γνωστά για τη θεραπεία ή την πρόληψη λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος και τη θεραπεία ασθενειών του πεπτικού συστήματος. Τα cranberries περιέχουν χημικά διαφορετικούς, δευτερογενείς μεταβολίτες, πολυφαινόλες που παρουσιάζουν αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η χημική σύνθεση των cranberries ποικίλλει λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών καθώς και της διαδικασίας ωρίμανσης.

Στο βόρειο ημισφαίριο, τα Cranberries συλλέγονται από τις αρχές Σεπτεμβρίου έως τις αρχές Νοεμβρίου. Οι ακριβείς ημερομηνίες συγκομιδής ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή, τις καιρικές συνθήκες και την ποικιλία που συγκομίζεται, και το αν ο καρπός προορίζεται να χρησιμοποιηθεί σε προϊόντα χυμού ή για άλλη μεταποίηση. Ο καρπός του Cranberry είναι σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών, όπως οι πολυφαινόλες (φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, ανθοκυανίνες, τανίνες), το ασκορβικό οξύ και ενώσεις τριτερπενίου. Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιέχουν, μπορούν να αποτρέψουν ή να μειώσουν την οξειδωτική βλάβη στην κυτταρική δομή.

Σκοπός της εργασίας είναι η ανασκόπηση πρόσφατων επιστημονικών μελετών για τα οφέλη του cranberry στην την υγεία, λόγω της φυτοχημικής και αντιοξειδωτικής του δράσης, αλλά και τις βέλτιστες συνθήκες καλλιέργειας που απαιτούνται.

Abstract

Cranberries are mainly known for treating or preventing urinary tract infections and treating digestive tract diseases. Cranberries contain chemically diverse, secondary metabolites, polyphenols that exhibit antimicrobial and antioxidant properties. The chemical composition of cranberries varies due to environmental conditions as well as the ripening process.

In the Northern Hemisphere, Cranberries are harvested from early September to early November. Exact harvest dates vary depending on the region, weather conditions and variety harvested, and whether the fruit is intended for use in juice products or for other processing. Cranberry fruit is an important source of antioxidants, such as polyphenols (flavonoids, phenolic acids, anthocyanins, tannins), ascorbic acid and triterpene compounds. The antioxidant compounds they contain can prevent or reduce oxidative damage to the cellular structure.

The purpose of the paper is to review recent scientific studies on the health benefits of cranberry, due to its phytochemical and antioxidant action, but also the optimal growing conditions required.

1. Εισαγωγή

1.1. Θεωρητικό Υπόβαθρο

Στη Βόρεια Αμερική, το «μεγάλο» Cranberry αναφέρεται ως *Vaccinium macrocarpon* και καλλιεργείται στα βόρεια μέρη της χώρας. Παράγεται κυρίως στις βόρειες πολιτείες και στις καναδικές επαρχίες της Βρετανικής Κολούμπια και Κεμπέκ (Cesonienė & Daubaras, 2016). Καλλιεργούνται επίσης για εμπορικούς σκοπούς στη Χιλή (Caruso, Bristow & Oudemans, 2000). Το μεγάλο cranberry είναι επίσης παρόν στις εμπορικές φάρμες της Ευρώπης όπως στη Γερμανία, τη Λευκορωσία, τη Λετονία, Λιθουανία και Ρωσία (Cesonienė & Daubaras, 2016). Αυτές οι περιοχές έχουν κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες για την ανάπτυξη των cranberry, συμπεριλαμβανομένου αμμώδους εδάφους, άφθονο γλυκό νερό και μια δροσερή περίοδο ανάπαυσης (Caruso, Bristow & Oudemans, 2000). Οι ιθαγενείς της Βόρειας Αμερικής έδωσαν στο cranberry το αγγλικό του όνομα επειδή το στέλεχος, ο κάλυκας και τα πέταλα έμοιαζαν με το λαιμό, το κεφάλι και το ράμφος ενός γερανού (crane) και Berry σημαίνει στα αγγλικά μούρο, άρα «craneberry» (Cesonienė & Daubaras, 2016).

Το «μικρό» Cranberry (ομάδα αειθαλών νανοειδών θάμνων), που ονομάζεται επίσης *Vaccinium oxycoccus*, συλλέγεται στη φύση και σε περιοχές όπως η Ιρλανδία, τα βρετανικά νησιά και η Σκανδιναβία, η ανατολική και κεντρική Ευρώπη, η Φινλανδία, η Γερμανία, οι βαλκανικές χώρες, η Σιβηρία και η Ιαπωνία (Cesonienė et al., 2013). Πωλείται στις αγορές των κρατών της Βαλτικής, της Φινλανδίας, της Πολωνίας, της Ουκρανίας και της Ρωσίας (Cesonienė & Daubaras, 2016). Τα φυτά φυτρώνουν σε μεταφερόμενα έρποντα φυτά με παραφυάδες, με στρώματα άμμου, τύρφης, χαλίκι και πηλό, που ονομάζονται έλη ή βάλτοι. Το «μεγάλο» Cranberry είναι ένας αειθαλής θάμνος με αμπέλια χαμηλής ανάπτυξης που παράγουν λεπτούς συρματομορφους μίσχους μήκους έως 2 m και ύψους 5–20 cm (Cesonienė et al., 2013). Τα φύλλα είναι ελλειπτικά και μεγαλώνουν μέχρι 22 mm μήκος και 9 mm πλάτος. Μπορούν επίσης να αναπτυχθούν ανοιχτά ροζ λουλούδια που γονιμοποιούνται από μέλισσες. Οι «μεγάλοι» καρποί του cranberry μπορεί να είναι κόκκινοι, σκούροι κόκκινοι, ή σκούροι μωβ, ενώ αυτά που δεν έχουν ωριμάσει τελείως έχουν ένα απαλό ροζ ή λευκό χρώμα, το οποίο αντιπροσωπεύει τους κόκκινους και λευκούς χυμούς cranberry. Το «μικρό» cranberry μεγαλώνει σε τύρφη σε περιοχές με κακή αποστράγγιση με υψηλή

περιεκτικότητα νερού και με νερό με μίσχους που μπορούν να εκτείνονται έως και 100 cm. Τα φύλλα είναι ωσειδή και μπορούν να επεκταθούν έως και 16mm μήκος και 6 mm πλάτος (Cesonienė&Daubaras, 2016).

Η ωρίμανση των ποικιλιών «μεγάλων cranberry» ξεκινά από το τέλος του καλοκαιριού έως την αρχή του Σεπτεμβρίου και συνεχίζεται έως τον Οκτώβριο στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Το μικρόCranberry ωριμάζει από τα τέλη Αυγούστου έως τον Σεπτέμβριο και μπορεί να είναι κάτω από το χιόνι μέχρι την άνοιξη. Το «μικρό Cranberry» έχει μεγαλύτερη ανοχή στο κρύο από το «μεγάλο Cranberry» (Cesonienė&Daubaras, 2016).

Μόνο περίπου το 5% των που παράγονται πωλούνται φρέσκα και το υπόλοιπο 95% μεταποιούνται σε προϊόντα όπως χυμοί, σάλτσα και αποξηραμένα φρούτα λόγω της ιδιαίτερης γεύσης τους (Cesonienė&Daubaras, 2016).

Οι πρώτοι Ευρωπαίοι άποικοι ανακάλυψαν τα οφέλη του Cranberry ως φάρμακο και ως προϊόν διατροφής στη Βόρεια Αμερική (Caruso, Bristow, &Oudemans, 2000). Έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο τα «μικρά» και «μεγάλα» είδη Cranberryγια αρκετές δεκαετίες στη Βόρεια Αμερική και σε ορισμένα μέρη της Ασίας και της Ευρώπης, για την πρόληψη ή τη θεραπεία διάφορων ασθενειών. Είναι κυρίως γνωστά για τη θεραπεία ή την πρόληψη λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος και τη θεραπεία ασθενειών του πεπτικού συστήματος (Cesonienė&Daubaras, 2016).Η κατανάλωση Cranberryμπορεί επίσης να αποτρέψει την τερηδόνα και ασθένειες των ούλων, να μειώσει τη φλεγμονή στο σώμα, να διατηρήσει ένα υγιές πεπτικό σύστημα και να μειώσει τα επίπεδα χοληστερόλης (Vorsa&Zalapa, 2019).

Το Cranberry είναι άφθονο σε θρεπτικά συστατικά και πολλές βιοδραστικές ενώσεις που έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Τόσο τα αμερικανικά όσο και τα ευρωπαϊκά είδη cranberry είναι πλούσια σε πολλές κατηγορίες φυτοχημικών. Περιλαμβάνουν φαινολικά οξέα, ανθοκυανίνες, φλαβόνες, φλαβονοειδή και οργανικά οξέα. Το Cranberryείναι ένα από τα λίγα φρούτα που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε προανθοκυανιδίνες, οι οποίες αναστέλλουν την προσκόλληση του Escherichiacoli στο ουροποιητικό σύστημα. Η περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις στα cranberries επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους, όπως ποικιλία, γεωργικές πρακτικές, γεωγραφική περιοχή, καιρικές συνθήκες, ωριμότητα, ώρα συγκομιδής και ρυθμίσεις αποθήκευσης. Η μεγαλύτερη ποσότητα ολικών φαινολών συγκεντρώνεται στην έναρξη

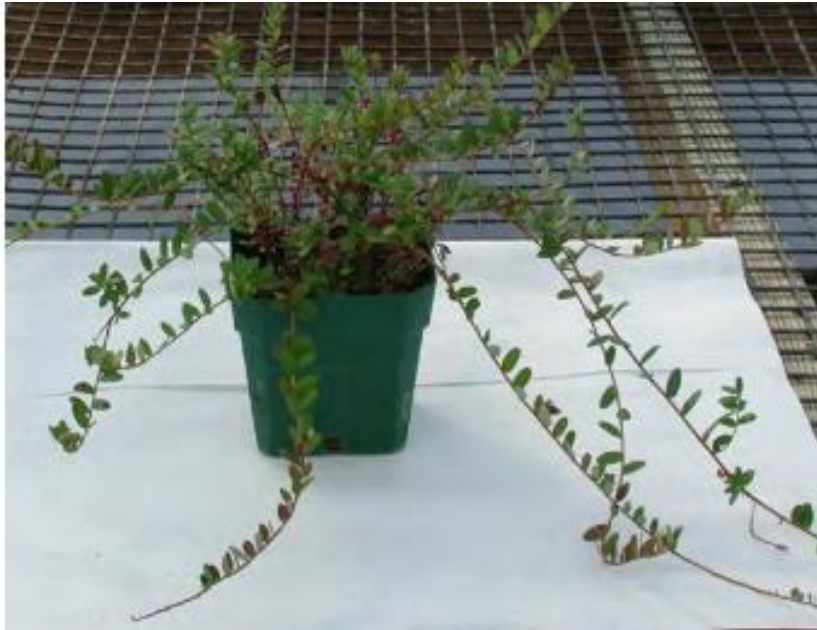
της ωρίμανσης των καρπών. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σε ψυχρότερο καιρό χαρακτηρίζονται από υψηλότερες ποσότητες φαινολικών από τις ίδιες ποικιλίες που καλλιεργούνται σε ήπιο κλίμα (Cesonienė&Daubaras, 2016).

Αυτή η έρευνα θα προσπαθήσει να ανασκοπήσει πρόσφατες επιστημονικές μελέτες ως προς τα οφέλη του cranberry για την υγεία λόγω της φυτοχημικής και αντιοξειδωτικής του δράσης, αλλά και τις βέλτιστες συνθήκες καλλιέργειας που απαιτούνται.

1.2. Μορφολογία Φυτού

Το cranberry ανήκει στην οικογένεια Ericaceae ή ρείκι, στην οποία ανήκουν και φυτά στα γένη *Rhododendron* και *Kalmia* (δάφνες). Τα μέλη αυτής της οικογένειας προτιμούν όξινα εδάφη (pH 4-5) που είναι υγρά, καλά στραγγιζόμενα και με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (3-15%). Το cranberry συνήθως τοποθετείται στο γένος *Vaccinium*, το οποίο έχει 22 είδη, συμπεριλαμβανομένου του βατόμουρου (*V. angustifolium*), του βατόμουρου (*V. uliginosum*) και του λιγνονούρου (*V. vitis-idaea*) (Gleason&Cronquist 1991). Μερικοί βοτανολόγοι τοποθετούν το cranberry στο γένος *Oxycoccus*, οδηγώντας σε κάποια σύγχυση στη βιβλιογραφία όσον αφορά την ονοματολογία. Για τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής, θα αναφερθούμε στο καλλιεργημένο cranberry του γένους *Vaccinium*(Sandler, 2008).

Το καλλιεργούμενο cranberry είναι μια χαμηλής ανάπτυξης, συρόμενο, ξυλώδες, πλατύφυλλο,αειθαλές έρπον φυτό με παραφυάδες (Εικ. 1). Όταν τα φυτά αποικίζουν με επιτυχία μια περιοχή, σχηματίζουν ένα παχύ, συνεχές «χαλί» σε ολόκληρη την επιφάνεια ενός καλλιεργούμενου υποστρώματος. Οι παραφυάδες συχνά φτάνουν σε μήκος 6 μέτρων. Τα φύλλα είναι δερματώδη και ελλειπτικά-επιμήκη (5-15 mm), και στρογγυλεμένα στο άκρο. Είναι κοκκινοκαφέ κατά την περίοδο αδράνειας (Οκτώβριος έως Απρίλιος) και σκούρα πράσινα κατά την καλλιεργητική περίοδο (Sandler, 2008).



Εικόνα 1. Φυτό cranberry. Ανατύπωση από Sandler (2008).

Κοντοί κάθετοι κλάδοι 5-20 cm, δηλαδή οι βλαστοί που φέρουν τα άνθη (uprights), προέρχονται από τους μασχαλιαίους οφθαλμούς στις παραφυάδες που ονομάζονται runners (ταχυφυείς βλαστοί) (Εικ. 2) και αναπτύσσονται για αρκετά χρόνια. Οι βλαστοί που φέρουν τα άνθη διακρίνονται από τους ταχυφυείς βλαστούς από τη στρογγυλή διάταξη των φύλλων τους και την κατακόρυφη ανάπτυξή τους. Οι βλαστοί που φέρουν τα άνθη Cranberry μπορούν να παράγουν δύο τύπους οφθαλμών: ανθοφόρους (καρποφόρους) και βλαστοφόρους. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί, γνωστοί και ως μικτοί, αναγνωρίζονται εύκολα από το μεγάλο τους μέγεθος και την παχουλιά τους εμφάνιση. Οι ροζέτες των φύλλων που περικλείουν τους οφθαλμούς έχουν σχήμα σαν πιατάκι. Αντίθετα, ο βλαστοφόρος οφθαλμός είναι πιο μυτερός, και τα φύλλα είναι πιο όρθια και τείνουν να τυλίγουν το οφθαλμό. Τα φύλλα τείνουν να φαίνονται χαλαρά. Ο βλαστοφόρος οφθαλμός είναι συχνά μικρότερος από τον ανθοφόρο. (Sandler, 2008).

Το ριζικό σύστημα του cranberry αποτελείται από πολύ λεπτές, ινώδεις ρίζες που αναπτύσσονται μέσα στο έδαφος για πάνω από 10-15 εκατοστά. Οι ρίζες δεν έχουν τριχίδια ρίζας. Τα cranberry απορροφούν τα θρεπτικά συστατικά μέσα από συμβιωτική σχέση με μυκόρριζους μύκητες, Αυτοί οι μύκητες είναι γνωστοί ως Ερικοειδείς (Ericoid) μυκόρριζες και κυρίως βοηθούν στην απορρόφηση των οργανικών μορφών του αζώτου από το φυτό (Sandler, 2008).

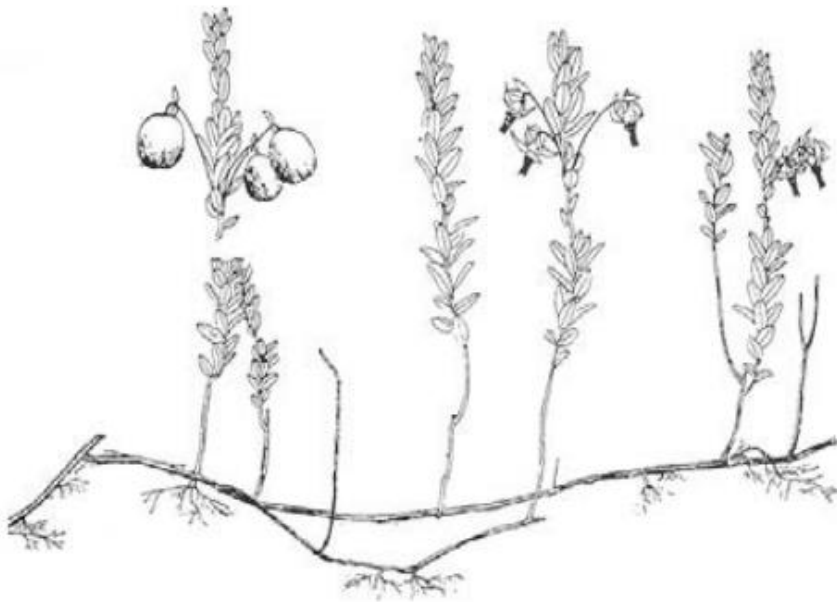
Οι ανθοφόροι οφθαλμοί σχηματίζονται τερματικά στους βλαστούς που φέρουν τα άνθη και γίνονται εύκολα ορατοί κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ή στις αρχές φθινοπώρου. Κάθε οφθαλμός μπορεί να περιέχει δύο έως επτά άνθη και φύλλα και ένα σημείο ανάπτυξης. Τα φυτά βγαίνουν από τον λήθαργο τον Απρίλιο (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τη διατροφική κατάσταση) και αρχίζουν να αναπτύσσουν νέα φύλλα στα τέλη Μαΐου. Η ανθοφορία αρχίζει στα μέσα Ιουνίου και διαρκεί από τρεις έως έξι εβδομάδες. Οι πρώτοι καρποί είναι ορατοί στα τέλη Ιουνίου ή αρχές Ιουλίου. Η καμπύλη του λεπτού στελέχους οφθαλμών με το έτοιμο άνθος λέγεται ότι μοιάζει με το λαιμό και το κεφάλι ενός γερανού, ως εκ τούτου προέκυψε το όνομα cranberry (Birrenkott&Stang 1990).

Το άνθος του cranberry είναι αυτογόνιμο, δηλαδή η γύρη από ένα δεδομένο άνθος μπορεί να γονιμοποιήσει το ωάριο από το ίδιο άνθος. Μια ανάδευση ή ο άνεμος οδηγούν σε επιτυχή επικονίαση, αλλά συνήθως σε πολύ χαμηλά ποσοστά ενώ όταν η γύρη γονιμοποιήσει το ωάριο από άλλο άνθος, παράγει μεγαλύτερους καρπούς με αυξημένο αριθμό σπόρων. Έτσι, οι περισσότεροι καλλιεργητές χρησιμοποιούν μέλισσες για να αυξήσουν τις πιθανότητες παραγωγής μεγάλων καρπών (Birrenkott&Stang 1990).

Οι καρποί παράγονται σχεδόν πάντα στους βλαστούς που φέρουν τα άνθη, αν και σε ορισμένες ποικιλίες και σε ορισμένες συνθήκες, μπορούν να παραχθούν καρποί στους ταχυφυείς βλαστούς. Τα Cranberries (οι καρποί και τα άνθη) ωριμάζουν «από κάτω προς τα πάνω», έτσι θα βρεθούν οι μεγαλύτεροι καρποί προς το κάτω μέρος του βλαστού που φέρουν τα άνθη και οι μικρότεροι θα είναι προς την κορυφή (Εικ. 3). Ο πρώτος καρπός που σχηματίζεται τείνει να είναι ο μεγαλύτερος γιατί τραβάει τους υδατάνθρακες του φυτού στον εαυτό του. Οι καρποί φτάνουν στην ωριμότητα περίπου 80 ημέρες μετά την πλήρη άνθιση (Birrenkott&Stang 1990).

Η συγκομιδή ξεκινά συνήθως γύρω στα μέσα Σεπτεμβρίου και συνεχίζεται μέχρι νωρίς τον Νοέμβριο. Δύο συστατικά θεωρούνται σημαντικά για την απόδοση: αριθμός καρπών ανά βλαστό που φέρει τα άνθη και αριθμός ανθισμένων βλαστών που φέρουν τα άνθη ανά μονάδα επιφάνειας. Το ποσοστό της καρπόδεσης ποικίλλει μεταξύ των ποικιλιών cranberry, αλλά συνήθως εμπίπτει στην περιοχή των 25-45%. Εάν ένα αγρόκτημα έχει 200 βλαστούς που φέρουν τα άνθη ανά τετραγωνικό πόδι και παράγει

1,5 καρπούς ανά βλαστό που φέρει τα άνθη, η προκύπτουσα καλλιέργεια θα ήταν περίπου 300bb1/A (DeMoranville, 2008).



Εικόνα 2. Διάγραμμα των βασικών μερών του φυτού cranberry, συμπεριλαμβανομένων των βλαστών που φέρουν τα άνθη, με άνθη και καρπούς, και τον ξυλώδη ταχυφυή βλαστό στον οποίο συνδέονται οι βλαστοί που φέρουν τα άνθη. Ανατύπωση από Sandler (2008).



Εικόνα 3. Βλαστοί που φέρουν τα άνθη cranberry με φρούτα και καρπούς. Ανατύπωση από Sandler (2008)

2. Καλλιέργεια Οξύκοκκου

2.1. Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις

2.1.1. Έδαφος

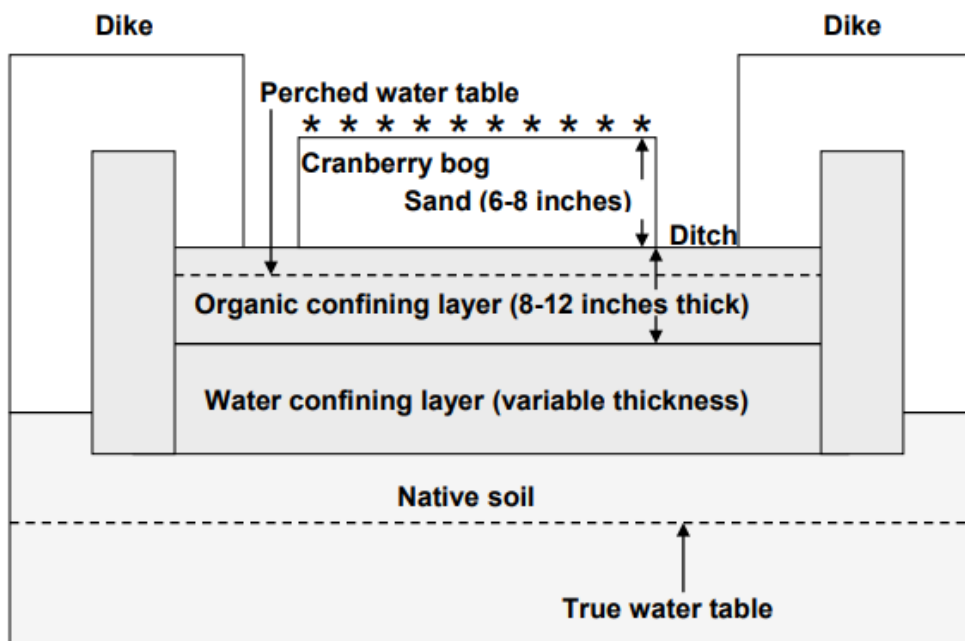
Τα έλη καλλιέργειας μπορεί να σχηματιστούν σε οποιαδήποτε τοποθεσία όπου υπάρχει συσσώρευση νερού και συσσωρεύεται επίσης οργανικής ύλης. Σε περιοχές των ΗΠΑ σχηματίστηκαν βάλτοι μετά το τέλος της τελευταίας Εποχής των Παγετώνων. Όταν ο παγετώνας υποχώρησε, καθώς έλιωναν μεγάλα κομμάτια πάγου που είχαν σπάσει από τον παγετώνα, δημιουργήθηκαν λίμνες. Λεπτόκοκκα ιζήματα σε αυτές τις λίμνες σταθεροποίησαν τον υδροφόρο ορίζοντα και τα υδρόβια φυτά άρχισαν να αναπτύσσονται από τις άκρες, γεμίζοντας τελικά τις λίμνες. Στο πέρασμα του χρόνου, τα φυτά πέθαναν, βρέθηκαν σε αποσύνθεση, συσσωρεύτηκαν, και σχηματίστηκαν οργανικά στρώματα ιζήματος που οδήγησε στη δημιουργία ενός βάλτου. Τέτοιοι βάλτοι μπορεί να αποτελούνται από μια πλήρως γεμάτη οπή ή μια μερικώς γεμάτη οπή (Johnson, 1985).

Νομικοί περιορισμοί στην ανάπτυξη νέων υγροτόπων έχουν σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό κατασκευής νέων βάλτων ή ελών. Ενώ επιτρέπεται η τροποποίηση υπάρχοντος υγρότοπου για παραγωγή φυτών cranberry, εμποδίζονται οι νέες κατασκευές. Οι υγρότοποι πρέπει να εφοδιάζονται με άφθονη παροχή γλυκού νερού καλής ποιότητας, επαρκή αποστράγγιση των ελών, και ικανότητα να συγκρατούν το νερό ώστε να καλύπτουν τα φυτά, για την επιτυχή παραγωγή cranberry. Όταν οι βάλτοι κατασκευάζονται σε ορυκτά εδάφη, η τοποθεσία πρέπει να σχεδιαστεί για να παρέχει κατάλληλη υδρολογία και τα χαρακτηριστικά του εδάφους να μιμούνται αυτά που υπάρχουν σε παραδοσιακό περιβάλλον υγροτόπων. Μια προσαρμογή της υπάρχουσας υδρολογίας της τοποθεσίας ώστε να υποστηρίζεται η παραγωγή cranberry, μπορεί να απαιτεί χειρισμό του υδροφόρου ορίζοντα, διαπερατότητα εδάφους, υφή εδάφους, και την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανικό άνθρακα. Ο σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένας βάλτος που μπορεί να είναι διαχειρίσιμος, χρησιμοποιώντας πολλές από τις ίδιες τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε υπάρχοντες βάλτους. Συνεπώς

απαιτείται ένα διαπερατό στρώμα υπεδάφους (στρώμα περιορισμού νερού) τοποθετημένο έτσι ώστε ο «τεχνητός» υδροφόρος ορίζοντας να δημιουργείται σε κάποια απόσταση πάνω από τον πραγματικό υδροφόρο ορίζοντα. Ένα οργανικό στρώμα τοποθετείται πάνω από το περιοριστικό στρώμα με την άμμο ως μέσο φύτευσης από πάνω. Το pH πρέπει να διατηρείται στο 4-5, ενώ πάνω από το οργανικό έδαφος τοποθετείται άμμος, η οποία ανανεώνεται κάθε 2-3 χρόνια (DeMoranville, 2008).

Ένα συνεχές περιοριστικό στρώμα επαρκούς πυκνότητας και πάχους για τον περιορισμό της διαπερατότητας του νερού κατασκευάζεται κάτω από τη ριζική ζώνη του βάλτου cranberry. Αυτό το στρώμα είναι απαραίτητο να πλημμυρίσει για χειμερινή προστασία και για τη συγκομιδή, για τη διατήρηση των αποθεμάτων υγρασίας του εδάφους το καλοκαίρι, και να ελαχιστοποιηθεί η έκλυση. Παραδείγματα συστάσεως αυτού του στρώματος είναι συμπιεσμένα λεπτά εδάφη όπως π.χ πηλός ή σχετικά αδιαπέραστο υπέδαφος όπως π.χ πυκνοί βασικοί παγετώδεις άργιλοι, παγετώδεις-ποτάμιοι άργιλοι, ή σιδηρόπετρα («μεταλλεύματος βάλτου») που μπορεί να εμφανιστούν φυσικά επί τόπου.

Ένα οργανικό στρώμα τοποθετείται πάνω από το περιοριστικό στρώμα και έχει πάχος 30 cm ή περισσότερα, με τουλάχιστον 5% οργανικό άνθρακα (8,5% οργανική ουσία). Σκοπός του είναι να περιορίσει λιπάσματα και φυτοφάρμακα εντός του βάλτου και να διευκολύνει τις υδάτινες σχέσεις στον ανυψωμένο υδροφόρο ορίζοντα. Οι καλύτερες επιλογές για αυτό το στρώμα είναι η τύρφη ή λάσπη (20% οργανικός άνθρακας). Η επόμενη καλύτερη επιλογή είναι η τροποποίηση εδάφους χαμηλής βιολογικής αξίας με οργανικά υλικά που περιέχουν χούμο (τύρφη, λάσπη, οργανικά ιζήματα ανακαίνισης, κομπόστ, απορρίμματα αποσυντεθειμένου ξύλου). Τα βιολογικά υπολείμματα, συμπεριλαμβανομένου του υλικού που αφαιρείται από την επιφάνεια του βάλτου κατά την προετοιμασία, μπορούν να κομποστοποιηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν ως οργανικές επενδύσεις σε νέους βάλτους. Η ριζική ζώνη πρέπει να αποτελείται από 15 cm χοντρής άμμου (>70% στοεύρος μεγέθους σωματιδίων 0,5-2 mm) για να εξασφαλιστεί επαρκής αποστράγγιση και αερισμός (DeMoranville, 2008) (εικόνα 4).



Εικόνα 4. Διατομή βάλτου cranberry κατασκευασμένη σε ορυκτό έδαφος, όχι σε κλίμακα. Στρώματα νερού και βιολογικού υλικού δημιουργούν έναν ανυψωμένο υδροφόρο ορίζοντα. Ανατύπωση από DeMoranville, (2008).

2.1.2. Άρδευση

Κατά γενικό κανόνα, κάθε στρέμμα cranberries χρησιμοποιεί επτά έως δέκα πόδια νερού για να καλύψει όλη την παραγωγή, τη συγκομιδή και τις ανάγκες του σε κατάκλιση αγρού. Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι με τους οποίους οι καλλιεργητές φέρνουν νερό στους βάλτους – μέσω συστημάτων καταιονισμού (τεχνητή βροχή) και μέσω κατάκλισης (πλημμύρας). Η άρδευση με ψεκασμό συμπληρώνει την υγρασία του εδάφους, προστατεύει τους οφθαλμούς από τους παγετούς της άνοιξης και τους καρπούς από τους παγετούς του φθινοπώρου και δροσίζει τα φυτά κατά την έντονη καλοκαιρινή ζέση. Υπάρχουν δύο ζωτικής σημασίας λειτουργίες που εκτελούνται από ψεκαστήρες στα cranberries- Άρδευση και Προστασία από παγετό.

Τα cranberries μπορούν να απαιτούν 0,20-0,25 ίντσες νερού ανά στρέμμα την ημέρα κατά τη διάρκεια του πιο ζεστού, ξηρού και ανέμου. Η τυπική σύσταση είναι οι οπωρώνες να λαμβάνουν μια ίντσα νερό την εβδομάδα είτε από βροχή, τριχοειδή

δράση από υπόγεια ύδατα, άρδευση ή κάποιο συνδυασμό αυτών (Εικόνα 5). Οι βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης συνιστούν το πότισμα νωρίς το πρωί, για να μην παραταθεί ο χρόνος που τα φυτά είναι φυσικά υγρά. Αυτή η πρακτική ελαχιστοποιεί επίσης τις απώλειες από την εξάτμιση, την απορροή και τη μετατόπιση, η οποία μπορεί να ανέρχεται στο 30 τοις εκατό του νερού που βγαίνει από το ακροφύσιο.



Εικόνα 5. Σύστημα άρδευσης για την προστασία του οπωρώνα από ζημιές

Η προστασία από τον παγετό εφαρμόζει νερό για να αποτρέψει τη ζημιά στα άνθη και στους καρπούς, όταν είναι ευαίσθητα στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Υπάρχουν δύο περίοδοι του χρόνου που οι καλλιεργητές ανησυχούν για τον παγετό - την άνοιξη και το φθινόπωρο. Σε αυτές τις περιόδους είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται τουλάχιστον 0,10 ίντσα νερού ανά στρέμμα ανά ώρα για να παρέχεται βασική προστασία από τον παγετό.

Η άλλη πρακτική που οι καλλιεργητές χρησιμοποιούν νερό στον οπωρώνα είναι η κατάκλιση του αγρού. Οι πλημμύρες είναι τόσο σημαντικές στην καλλιέργεια του cranberry, ώστε όπου δεν είναι δυνατή η πλημμύρα δεν θεωρούνται πλέον επικερδείς. Οι καλλιεργητές χρησιμοποιούν τις πλημμύρες ως εργαλείο διαχείρισης για την προστασία των φυτών από τους κρύους, ξηρούς ανέμους του χειμώνα, τη συγκομιδή και την αφαίρεση των πεσμένων φύλλων και τον έλεγχο των παρασίτων.

Η πιο ευρέως γνωστή χρήση της πλημμύρας στην καλλιέργεια cranberries είναι για τη συγκομιδή. Περίπου το 90 τοις εκατό της καλλιέργειας συγκομίζεται με αυτόν τον

τρόπο. Η συγκομιδή πλημμυρών γίνεται αφού οι καρποί είναι ώριμοι (καλά χρωματισμένοι)/ Οι βάλτοι πλημμυρίζουν με έως και ένα πόδι νερό. Για την εξοικονόμηση νερού, το νερό επαναχρησιμοποιείται για τη συγκομιδή όσο το δυνατόν περισσότερων τμημάτων οπωρώνων, πριν απελευθερωθεί το νερό από το σύστημα. Το νερό ανακυκλώνεται στο σύστημα cranberrybog, μεταφέρεται από βάλτο σε βάλτο μέσω καναλιών και λιμνών αποθήκευσης, και επαναχρησιμοποιείται, που συχνά το μοιράζονται αρκετοί καλλιεργητές (Caronet al., 2017).

2.1.3. Θρεπτικά Συστατικά και Λίπανση

Οι συστάσεις για τα θρεπτικά συστατικά, βρέθηκαν σε οδηγό για υγρή παραγωγή με βάση την άμμο, που συγκομίζονται με νερό στο νότιο παράκτιο Όρεγκον. Αυτές οι συστάσεις βασίζονται όμως στην εμπειρία των καλλιεργητών και στις έρευνες που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία 40 χρόνια σε πολλές περιοχές παραγωγής. Οι ακόλουθες οδηγίες παρέχουν ένα σημείο εκκίνησης για την επιλογή των ποσοστών εφαρμογής λιπάσματος. Ωστόσο, παράγοντες όπως οι προηγούμενη απόδοση του έτους, η όρθια ανάπτυξη της τρέχουσας περιόδου, η ανάλυση του εδάφους και ο καιρός θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη κατά τις αποφάσεις σχετικά με τα ποσοστά αιτήσεων.

Άζωτο (N): Γενικά, 40 έως 60 lb/ στρέμμα εφαρμοσμένου N είναι επαρκής. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το ποσοστό N μπορεί να είναι πολύ χαμηλό, μηδέν. Κανονικά εφαρμόζονται 10 έως 20 lb N/ στρέμμα κάθε 7 έως 14 ημέρες μέχρι να πέσουν τα τελευταία πέταλα. Πρέπει να γίνονται περισσότερες από τρεις εφαρμογές, με την τρίτη να είναι πιο ελαφριά από τις δύο πρώτες.

Φώσφορος (P) :Εάν ο ιστός P είναι κάτω από 0,1 τοις εκατό, η εφαρμογή θα πρέπει να είναι 20 έως 45 lb P₂O₅/ στρέμμα . Αν γίνει μόνο μία εφαρμογή, πρέπει να γίνει κατά ή πριν από το στάδιο ανάπτυξης του μίσχου. Εναλλακτικά, πρέπει να γίνεται αφού αναπτυχθεί ο μίσχος, σε δύο ή τρεις δόσεις.

Κάλιο (K): Εάν η περιεκτικότητα K είναι κάτω από 0,4 τοις εκατό στον οπωρώνα, εφαρμόζεται 60 έως 100 lb K₂O/ στρέμμα . Αν γίνει μονή εφαρμογή, πρέπει να γίνει πριν από το στάδιο ανάπτυξης του μίσχου. Εάν γίνουν πολλές εφαρμογές, θα πρέπει να υπάρξει αναμονή μέχρι αργά την άνοιξη και μετά η εφαρμογή K να γίνει σε δύο ή τρεις δόσεις.

Ασβέστιο (Ca): Εάν η περιεκτικότητα Ca του οπωρώνα είναι κάτω από 0,3 τοις εκατό, εφαρμόζονται 50 έως 100 lb / στρέμμα, μεταξύ του ανοίγματος μπουμπουκιού και της ανάπτυξης του μίσχου.

Μαγνήσιο (Mg): Εάν το Mg βρίσκεται κάτω από 0,15 τοις εκατό, εφαρμόζονται 20 lbMg/ στρέμμα, πριν από το άνοιγμα των οφθαλμών.

Θείο (S) : Εάν το S είναι κάτω από 0,08 τοις εκατό, εφαρμόζονται 10 έως 20 lb S/στρέμμα, στον ίδιο χρόνο με το N.

Μικροθρεπτικά συστατικά: Η εφαρμογή μικροθρεπτικών συστατικών δεν συνιστάται εκτός εάν η συγκέντρωση στον οπωρώνα είναι χαμηλή.

pH εδάφους :Το βέλτιστο pH του εδάφους για την παραγωγή cranberry είναι μεταξύ 4,0 και 5,5. Εάν απαιτείται ασβέστιο για την αύξηση του pH, εφαρμόζεται όχι περισσότερο από 100 έως 150 lb/στρέμμα. Συνιστάται η φθινοπωρινή εφαρμογή. Για τη μείωση του pH, εφαρμόζεται, όχι περισσότερο από 100 έως 500 lbκοκκώδους στοιχειακού S/ στρέμμα, ετησίως, σε οποιοδήποτε χρόνο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όταν το έδαφος δεν είναι κορεσμένο.

2.1.4. Ηλιοφάνεια

Ηλιοφάνεια κατά το έτος πριν από την καλλιέργεια:

Με βάση μια ανασκόπηση των αρχείων των καλλιεργειών, έχει προταθεί ότι η συνολική ηλιοφάνεια το έτος πριν από την καλλιέργεια συσχετίζεται θετικά με υψηλές αποδόσεις. Αυτό πιθανά αν οφείλεται στη θετική επίδραση της άφθονης ηλιοφάνειας τους μήνες Μάιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Νοέμβριο. Πολλές συνέπειες της ηλιοφάνειας μπορεί να εξηγηθούν από την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, ιδιαίτερα σε βασικά αναπτυξιακά στάδια(DeMoranville&Caruso, 2008).

Οι Franklin και Cross (1948, οπ αναφDeMoranville&Caruso, 2008), υποστήριξαν ότι η ηλιοφάνεια, ειδικά αργά το έτος πριν από τη συγκομιδή και κατά τη διάρκεια του χειμώνα του καλλιεργητικού έτους, ήταν κρίσιμη για το μέγεθος του καρπού την επόμενη χρονιά. Αυτό και πάλι θα μπορούσε να σχετίζεται με την παραγωγή ισχυρών ανθοφόρων οφθαλμών. Ένας από τους παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος του

καρπού είναι η παραγωγή σπόρων, καθένας από τους οποίους μετά την επικονίαση, σχηματίζεται από ένα γονιμοποιημένο ωάριο στη βάση του άνθους (ωοθήκη). Οι ανθοφόροι οφθαλμοί αναμένεται να έχουν πολυάριθμα βιώσιμα ωάρια σε κάθε άνθος, αυξάνοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης επαρκούς αριθμού σπόρων ώστε να προκύψουν μεγάλοι καρποί.

Όταν η ηλιοφάνεια για τον Μάιο, τον Αύγουστο, τον Σεπτέμβριο και τον Νοέμβριο του έτους πριν από την καλλιέργεια εξετάστηκε για τα έτη καλλιέργειας από το 1984 έως το 1995, επιβεβαιώθηκε η θετική συσχέτιση μεταξύ της ηλιοφάνειας και των μεγάλων καρπών (DeMoranville&Caruso, 2008)

Έτος καλλιέργειας:

Μία από τις παρατηρήσεις Franklin και Cross (1948, οπ αναφ. DeMoranville&Caruso, 2008), ήταν ότι μια μεγάλη σοδειά δεν ακολούθησε ποτέ τον Φεβρουάριο κατά τον οποίο οι ώρες ηλιοφάνειας ήταν 150 ώρες ή λιγότερο. Αν εξετάσουμε τα δεδομένα στον Πίνακα 1 για τα χρόνια της μελέτης του, είναι εύκολο να καταλάβουμε γιατί έγινε αυτή η παρατήρηση. Το έλλειμμα ηλιοφάνειας τον Φεβρουάριο συνδέθηκε με μείωση των καλλιεργειών που μειώνεται σε 10 από τις 12 περιπτώσεις.

Για να δούμε αν η σχέση ισχύει για το πρόσφατο παρελθόν, μπορούμε να δούμε τα χρόνια από το 1960 έως το 2000 (Πίνακας 1). Διαπιστώνουμε ότι σε όλες αυτές τις σύγχρονες περιπτώσεις, η απόδοση των καλλιεργειών ήταν πάνω από το μέσο όρο, παρά την ηλιοφάνεια λιγότερο από 150 ώρες. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του πώς η αλλαγή στις πρακτικές καλλιέργειας άλλαξε τη σχέση του καιρού και της παραγωγής των cranberry. Οι σύγχρονοι καλλιεργητές αφαιρούν το νερό κάτω από τους πάγους του χειμώνα. Αυτές οι πρακτικές σχεδιάστηκαν για να αποφευχθεί η πρόκληση της έλλειψης διείσδυσης φωτός κατά τη διάρκεια της χειμερινής πλημμύρας (DeMoranville&Caruso, 2008). Ωστόσο, έρευνα από τους VandenHeuvel, Roper και Altweis(2006) έδειξε ότι το φως του χειμερινού ήλιου δεν ήταν σημαντικό για την πρόληψη τραυματισμών στα φυτά (που το απέδειξαν καλύπτοντας τα φυτά με μαύρο ύφασμα) και ότι η ανεπάρκεια οξυγόνου μπορεί να μην είναι τόσο σημαντική όσο πιστεύαμε παλαιότερα.

Πίνακας 1. Καλλιέργειες cranberry μετά την ηλιοφάνεια Φεβρουαρίου 150 ωρών ή λιγότερο, 1960 - 2000. Ανατύπωση από (DeMoranville&Caruso, 2008).

| February Year | Sunshine Hours | Production (bbls) | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| | | Same yr | 5-yr Ave. |
| 1989 | 99 | 1,815,000 | 1,535,000 |
| 1999 | 97* | 1,875,000 | 1,848,200 |
| 1969 | 119 | 755,000 | 679,000 |
| 1973 | 131 | 901,000 | 853,000 |
| 1997 | 140 | 2,100,000 | 1,806,000 |
| 1982 | 142 | 1,278,000 | 1,098,000 |
| 1984 | 145 | 1,663,000 | 1,227,000 |
| 1998 | 145 | 1,875,000 | 1,849,200 |

*Record low

2.1.5. Θερμοκρασία.

Έτος πριν από τη συγκομιδή: Οι θερμές θερμοκρασίες τον Μάιο και τον Ιούνιο συνδέθηκαν με υψηλή απόδοση το επόμενο έτος, πιθανότατα λόγω της διέγερσης της ανάπτυξης βλαστών που φέρουν άνθη, που ήταν πιθανό να δημιουργήσουν οι ανθοφόροι οφθαλμοί για την επόμενη σεζόν. Αυτό εξηγείται από την ανάγκη για επαρκή ηλιοφάνεια την άνοιξη πριν από την καλλιέργεια για την προώθηση ισχυρών βλαστών που φέρουν τα άνθη(DeMoranville&Caruso, 2008).

Οι καλλιέργειες της Μασαχουσέτης του 2002 και του 2007 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αναφορές. Και τα δύο χρόνια, οι θερμοκρασίες ήταν λίγο πάνω από τον μέσο όρο των 30 ετών τον προηγούμενο Οκτώβριο, αλλά 4°F πάνω από τον μέσο όρο τον Νοέμβριο και 6°F πάνω από τον μέσο όρο τον Δεκέμβριο. Οι ακόλουθες καλλιέργειες ήταν μεταξύ των πέντε φτωχότερων στη Μασαχουσέτη τα τελευταία 20 χρόνια.

Η χαμηλή θερμοκρασία στις αρχές του χειμώνα μπορεί επίσης να είναι αρνητικός παράγοντας για την παραγωγή Cranberry ακόμα και όταν οι θερμοκρασίες του φθινοπώρου είναι σχεδόν φυσιολογικές. Η κακή συγκομιδή (3 από τις 7 χειρότερες των τελευταίων 20 ετών) στη Μασαχουσέτη συνδέθηκε με θερμοκρασίες του προηγούμενου Δεκεμβρίου που ήταν τέσσερις ή περισσότερους βαθμούς κάτω από τις κανονικές.

Έτος καλλιέργειας: Πολλές από τις παρατηρήσεις σχετικά με τις επιπτώσεις της θερμοκρασίας κατά το καλλιεργητικό έτος σχετίζονται με ζημιές από παγετό (αρνητική επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών τον Απρίλιο και Μάιο) και ζημιές από θερμικό στρες (αρνητικές επιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών από Μάιο έως Αύγουστο). Στη σύγχρονη εποχή, οι περισσότερες από αυτές τις επιπτώσεις ξεπερνιούνται με τη σωστή διαχείριση της άρδευσης (Cesoniené et al., 2013).

2.1.6. Βροχόπτωση.

Έτος πριν από την καλλιέργεια. Με την έλευση της υγρής συγκομιδής, η ανάγκη για άφθονη βροχή τον Οκτώβριο μειώνεται σε σχέση με την ανάκτηση του φυτού. Ωστόσο, οι άφθονες βροχοπτώσεις τον Οκτώβριο και τον Νοέμβριο έχουν μεγάλη αξία για την κατασκευή αποθεμάτων νερού για τη χειμερινή πλημμύρα. Οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου είναι επίσης κρίσιμες για τα φυτά, καθώς οι καλλιεργητές αποσυναρμολογούν τα συστήματα καταιονισμού ύδατος πριν από τη συγκομιδή και οι καλλιέργειες δεν ποτίζονται στη συνέχεια. Εάν σημειωθεί ξηρασία κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (ένα σπάνιο φαινόμενο), τα φυτά μπορούν να εισέλθουν σε λήθαργο σε εξασθενημένη κατάσταση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερη παραγωγή καρπών το επόμενο έτος (DeMoranville&Caruso, 2008).

Έτος καλλιέργειας:

Οι μηνιαίες βροχοπτώσεις δύο έως τεσσάρων ιντσών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Μάιος-Αύγουστος) είναι προφανώς ευνοϊκές για μεγάλη παραγωγή (DeMoranville&Caruso, 2008). Η ξηρασία σε οποιονδήποτε μήνα της καλλιεργητικής περιόδου είναι επιβλαβής.

2.2. Καρπόδεση

Η καρπόδεση ορίζεται ως ο αριθμός των καρπών που παράγονται από δεδομένο αριθμό ανθέων, και συνήθως ορίζεται ως ποσοστό. Η καρπόδεση είναι ίσως το πιο σημαντικό συστατικό απόδοσης, γι αυτό και οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται σε αυτήν. Ένας τρόπος για να τονιστεί τι είναι σημαντικό για τον προσδιορισμό της καρπόδεσης, είναι ο περιορισμός παραγόντων που συμβάλλουν στην καρπόδεση και στη συνέχεια να εντοπιστεί ποιο από αυτά την μειώνει περισσότερο.

Οι ανθοφόροι βλαστοί έχουν συνήθως πέντε άνθη και ανοίγουν από κάτω προς τα πάνω. Τα χαμηλότερα άνθη είναι πιο πιθανό να παράγουν καρπούς από τα ανώτερα. Μία από τις πρώτες απαιτήσεις για την καρπόδεση είναι γονιμοποίηση. Η επικονίαση είναι η κίνηση των κόκκων της γύρης από τον ανθήρα στο στίγμα. Η γονιμοποίηση στο Cranberry πραγματοποιείται από έντομα. Οι καλλιεργητές συνήθως νοικιάζουν κυψέλες μελισσών κατά τη διάρκεια της άνθισης, για να βεβαιωθούν ότι υπάρχουν αρκετά έντομα για την επικονίαση. Εγγενή έντομα συμπεριλαμβανομένων (σφήκες, μύγες) είναι επίσης αποτελεσματικοί επικονιαστές. Έχει αποδειχθεί ότι η καρπόδεση δεν αυξάνεται σημαντικά όταν η επικονίαση συμπληρώνεται με επικονίαση με το χέρι. Επίσης σε έρευνες που έγιναν για τον ανταγωνισμό των πόρων σε σχέση με τη θέση των ανθέων, τα συμπεράσματα πάντα καταλήγουν στη σημασία της ύπαρξης επαρκούς επικονίασης μέσω μελισσών και άλλων εντόμων για γονιμοποίηση.

Είναι δυνατό να αυξηθεί η καρπόδεση κοντά στο 100% με τη χρήση φυτικών ορμονών. Το γιβερελικό οξύ (GA) είναι γνωστό ότι αυξάνει την καρπόδεση μέσω του σχηματισμού παρθενοκαρπικού (χωρίς σπόρους) σε άλλες καλλιέργειες εκτός από τα Cranberry. Ωστόσο σε σχετικές έρευνες, η αύξηση της καρπόδεσης οδήγησε σε μείωση του μεγέθους των καρπών. Η απόδοση δεν επηρεάστηκε. Το τελικό σύνολο οφθαλμών ήταν φτωχό, με πιθανό αποτέλεσμα μειωμένη καλλιέργεια τα ακόλουθα έτη (Roper, 2006).

2.3. Συγκομιδή και Διαχείριση του Καρπού

Στο βόρειο ημισφαίριο, τα Cranberries συλλέγονται από τις αρχές Σεπτεμβρίου έως τις αρχές Νοεμβρίου. Οι ακριβείς ημερομηνίες συγκομιδής ποικίλλουν ανάλογα με την

περιοχή, τις καιρικές συνθήκες και την ποικιλία που συγκομίζεται. Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη εάν τα φρούτα θα πωληθούν στη νωπή αγορά, θα χρησιμοποιηθούν σε προϊόντα χυμού ή θα χρησιμοποιηθούν για άλλη μεταποίηση. Με εξαίρεση τη λευκή συγκομιδή, ο καρπός συλλέγεται σε πλήρη ωριμότητα με καλό χρώμα (περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες) αλλά πριν ο καρπός γίνει υπερώριμος. Ο χρόνος συγκομιδής είναι σημαντικός για τα φρέσκα φρούτα της αγοράς, έτσι ώστε να είναι αρκετά κόκκινα, αλλά να διατηρούν καλή ποιότητα αποθήκευσης, ενώ τα φρούτα για τη μεταποιημένη αγορά έχουν ιδανικά μέγιστο χρώμα (DeMoranville, 2008b).

2.3.1. Ανάπτυξη καρπών

Κατά την ανάπτυξη του καρπού, τα οξέα στο cranberry φτάνουν στο μέγιστο επίπεδο πριν από την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος. Τα κυρίαρχα οξέα στα φρούτα του είναι (με φθίνουσα σειρά) το κιτρικό, το κινικό, το μηλικό και το βενζοϊκό. Αυτά τα οξέα είναι η πηγή των χαρακτηριστικών και των στυφών γεύσεων του Cranberry. Καθώς αναπτύσσεται το χρώμα του καρπού, η περιεκτικότητα του καρπού σε σάκχαρα αυξάνεται. Σε πλήρη ωριμότητα, ο καρπός του Cranberry αποτελείται από 88% νερό, 4,2% σάκχαρα και 2,4% οξέα. Τα υπόλοιπα συστατικά του ώριμου καρπού είναι πηκτίνες, άλλοι δομικοί υδατάνθρακες και μέταλλα (DeMoranville, 2008b).

Οι εταιρείες μάρκετινγκ Cranberry παράγουν προϊόντα «χωρίς προσθήκη χρώματος», επομένως το χρώμα κατά τη συγκομιδή έχει μεγάλη σημασία στους επεξεργασμένους καρπούς. Δεδομένου ότι οι κύριες χρωστικές, οι ανθοκυανίνες, είναι αντιοξειδωτικές, το χρώμα έχει επίσης συνέπειες στα οφέλη για την υγεία των προϊόντων cranberry. Ωστόσο, το πιο μελετημένο όφελος για την υγεία που σχετίζεται με το cranberry σχετίζεται με τις προανθοκυανιδίνες στους καρπούς (Neto, 2007).

Τα cranberries περιέχουν μοναδικές προανθοκυανιδίνες (PAC) που μπορούν να αποτρέψουν την προσκόλληση ορισμένων βακτηρίων, ιδιαίτερα του E. coli, που σχετίζεται με λοιμώξεις του ουροποιητικού συστήματος στο τοίχωμα του ουροποιητικού συστήματος, όπως θα δούμε και παρακάτω (Howell et al. 2001). Τα Cranberry PACs εμφανίζονται νωρίς στην ωρίμανση των καρπών πριν από την πλήρη ανάπτυξη του χρώματος. Επιπλέον, διάφορες ποικιλίες αναπτύσσουν χρώμα με διαφορετικούς ρυθμούς. Όλα αυτά λαμβάνονται υπόψη όταν ένας καλλιεργητής σχεδιάζει ένα πρόγραμμα συγκομιδής. Εάν ο καρπός συλλέγεται για τη νωπή αγορά, η ικανότητα ανάπτυξης περαιτέρω χρώματος στην αποθήκευση είναι επίσης σημαντική

και μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία και το στάδιο ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή(DeMoranville, 2008b).

2.3.2. Μηχανική Συγκομιδή

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι συγκομιδής τωνCranberries. Η ξηρή συγκομιδή, χρονολογείται από τις απαρχές της καλλιέργειας Cranberry. Το δεύτερο σύστημα, η υγρή συγκομιδή ή νερού χρονολογείται στη δεκαετία του 1920 και μηχανοποιήθηκε για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 1950 (Dana, 1990).

Ξηρή συγκομιδή

Η πιο πρώιμη συγκομιδή γινόταν σε ξερά τελάρα από εργάτες που μάζευαν με το χέρι τους καρπούς σε ξύλινα κιβώτια και βαρέλια. Μέχρι την αρχή του 20^{ου} του αιώνα, κατασκευάζονταν ξύλινες τσουγκράνες για τη συλλογή των Cranberries με το χέρι. Αυτές οι τσουγκράνες χειρός, που αποτελούνται από ξύλινα ή μεταλλικά δόντια ή δόντια που απέχουν 0,5 ίντσες μεταξύ τους σε ένα ξύλινο πλαίσιο λαβής, έγιναν το βιομηχανικό πρότυπο από τη δεκαετία του 1930. Στη σύγχρονη παραγωγή Cranberries, οι τσουγκράνες χειρός χρησιμοποιούνται μόνο περιστασιακά για τη συγκομιδή άκρων τελάρων ή πειραματικών τεμαχίων(Dana, 1990·TheCranberryInstitute, 2022).



Εικόνα 6. Θεριζοαλωνιστική μηχανή για ξηρή συγκομιδή Cranberries. Ανατύπωση από (DeMoranville, 2008b).



Εικόνα 7. Παράδειγμα ξηρής συγκομιδής. Ανατύπωση από (DeMoranville, 2008b).

Όλοι οι καρποί που θα πωληθούν στη νωπή αγορά πρέπει να συλλέγονται σε ξηρές συνθήκες. Ωστόσο, η ξηρή συγκομιδή δεν ευνοήθηκε για τους καρπούς της νωπής αγοράς, λόγω της γενικής αναποτελεσματικότητας των μηχανημάτων. Είναι σύνηθες οι θεριστικές μηχανές να αφήνουν έως και το 20% των καρπών. Ο καρπός που συλλέγεται συχνά υφίσταται τραυματισμούς κατά την ξηρή συγκομιδή. Τέλος, η ξηρή συγκομιδή είναι αρκετά απαιτητική σε εργατικό προσωπικό, καθώς κάθε μηχανή καλύπτει μόνο ένα με δύο στρέμματα την ημέρα (Εικ. 8)(DeMoranville, 2008b).

Εάν χρησιμοποιούνται κλαδευτήρι/συλλέκτες, ο καλλιεργητής μπορεί να κάνει έλεγχο της καλλιέργειας πριν από την παράδοση για να αφαιρέσει τα περιττά κλαδιά. Καρποί που περιέχουν άχυρα (απορρίμματα φύλλων και μίσχοι), που παραδίδονται σε κάδους, κοσκινίζονται σε μικρότερα κουτιά πριν από την αποθήκευση. Οι καρποί μπορούν να διατηρηθούν για δύο έως τρεις μήνες σε κοινή αποθήκευση εάν οι θερμοκρασίες του φθινοπώρου δεν είναι πολύ ζεστές. Στο ψυγείο, μπορούν να διατηρηθούν καλά για αρκετούς μήνες. Τραυματισμοί του καρπού, φυσιολογική διάσπαση και σήψη αποθήκευσης (λόγω μυκητολογικών παθογόνων που εισάγονται στο χωράφι) μπορούν όλα να περιορίσουν τη μακροζωία αποθήκευσης(DeMoranville, 2008b).

Υγρή συγκομιδή

Η συγκομιδή του νερού ξεπερνά δύο από τα προβλήματα που σχετίζονται με την ξηρή συγκομιδή: οι μη συλλεγμένοι καρποί και το υψηλό κόστος εργασίας που σχετίζεται με την πιο αργή διαδικασία ξηρής συγκομιδής. Η συγκομιδή του νερού εκμεταλλεύεται την άνωση των καρπών - τα φρούτα επιπλέουν στο νερό του βάλτου και είναι προσβάσιμα από τη μηχανή συγκομιδής (Εικ. 9). Η συγκομιδή νερού έχει το επιπλέον πλεονέκτημα ότι δεν είναι ευαίσθητη στις καιρικές συνθήκες. Η συγκομιδή του νερού μπορεί να γίνει ακόμη και τις βροχερές μέρες, κάτι που δεν είναι δυνατό με εξοπλισμό ξηρής συγκομιδής. Ο τραυματισμός του φυτού ελαχιστοποιείται επίσης. (DeMoranville, 2008b).



Εικόνα 8. Υγρή συγκομιδή νερού σε ρηχή πλημμύρα. Ανατύπωση από (DeMoranville, 2008).

Προκειμένου να αφαιρεθεί ο καρπός από τον βάλτο, η στάθμη του νερού αυξάνεται μέχρι να επιπλέει μακρύτερα από τις άκρες των φυτών. Στη συνέχεια, ο καρπός μαζεύεται στη μία άκρη του οπωρώνα, χρησιμοποιώντας βραχίονες συρρίκνωσης και εκμεταλλευόμενος τον άνεμο που επικρατεί. Μόλις ο καρπός συσσωρευτεί, ανυψώνεται σε φορτηγά χρησιμοποιώντας μεταφορείς ή υδραυλικές αντλίες. Καθώς ο καρπός αποστέλλεται στο φορτηγό στο σύστημα μεταφοράς, τα σκουπίδια (φύλλα και μίσχοι) απομακρύνονται περνώντας τη συγκομιδή πάνω από μια χοντρή σχάρα. Οι καρποί και τα μικρά υπολείμματα περνούν τη σχάρα σε μια κεκλιμένη ζώνη, κάτω από

την οποία κυλούν οι καρποί, ενώ τα υπολείμματα προσκολλώνται στη ζώνη και παρασύρονται, συχνά σε ένα δεύτερο, μικρότερο φορτηγό (TheCranberryInstitute, 2022).

Εναλλακτικά, μια αντλία καρπού χαμηλής πίεσης ανυψώνει τη μάζα των φρούτων μέσω ενός εύκαμπτου σωλήνα με μεγάλη οπή σε μια κεκλιμένη σχάρα. Μια δεύτερη αντλία τροφοδοτεί νερό στα ακροφύσια καθαρισμού. Το σπρέι πλύσης σπρώχνει τα υπολείμματα μέσα από τη σχάρα σε ένα φορτηγό απορριμμάτων, όπου τα σκουπίδια αφαιρούνται από το νερό (το νερό εκτρέπεται πίσω στον βάλτο). Τα φρούτα κυλούν στην επιφάνεια της σχάρας στο ρυμουλκούμενο παράδοσης αναμονής. Οι καρποί που συγκομίζονται με νερό παραδίδονται σε ρυμουλκούμενα φορτηγά που χωρούν έως και 500 βαρέλια σε σταθμούς υποδοχής όπου πλένονται και τοποθετούνται σε δοχεία για κατάψυξη. Τα κατεψυγμένα φρούτα χρησιμοποιούνται για μεταγενέστερη επεξεργασία. Φρούτα που έχουν καταστραφεί από κυλίνδρους νερού και βρίσκονται σε ζεστό νερό πλημμύρας συγκομιδής, έχουν μειωμένη διάρκεια αποθήκευσης και δεν είναι κατάλληλα για να πωληθούν ως φρέσκα φρούτα (TheCranberryInstitute, 2022).

2.4. Καινοτόμες Πρακτικές και Επιστημονικά Δεδομένα

Η αναπαραγωγή cranberry μέσω παραδοσιακών μεθόδων είναι μια δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία, που απαιτεί τουλάχιστον 10 χρόνια για να απελευθερωθούν στην αγορά νέες ποικιλίες. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, σημαντικοί πόροι στην καλλιέργεια cranberry αφιερώθηκαν στην ανάπτυξη ποικιλιών με χαμηλή ψύξη νότιων θαμνωδών ποικιλιών, οι οποίες περιελάμβαναν την εισαγωγή του *Vaccinium darrowii* Camp στις γραμμές αναπαραγωγής. Η ανάπτυξη αυτών των νέων ποικιλιών νότιων θαμνωδών ποικιλιών συνέβαλε στη μαζική επέκταση της παραγωγής σε πολλές μη παραδοσιακές περιοχές παγκοσμίως (Hancocketal., 2008).

Εκτός από τις απαιτήσεις ψύξης, τα στοχευόμενα χαρακτηριστικά αναπαραγωγής για τη βελτίωση του cranberry είναι η απόδοση, η ποιότητα των καρπών (μέγεθος, χρώμα, σφριγηλότητα, γεύση, ουλή στελέχους), βλαστικά χαρακτηριστικά (σθένος, αντοχή στις ασθένειες, αρχιτεκτονική φυτών) και προσαρμογή (ανθεκτικότητα στο κρύο, αυτοκαρποφορία, ανοχή στο pH του εδάφους) (Hancocketal., 2008). Για το cranberry, οι σταθερές υψηλές αποδόσεις από έτος σε έτος είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό,

καθώς πολλές ποικιλίες παρουσιάζουν μια διετή συνήθεια φέρουσας ικανότητας. Άλλα χαρακτηριστικά προτεραιότητας για τη βελτίωση του cranberry ήταν η ποιότητα των καρπών (χρώμα, περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή, γλυκύτητα, ομοιόμορφο μεγάλο μέγεθος), η αντοχή σε ασθένειες και παράσιτα και φυτικά χαρακτηριστικά (σθένος, προσαρμογή συμπεριλαμβανομένης της ανοχής στη θερμότητα και στο κρύο) (Vorsa&Zalapa, 2019).

Η επιτάχυνση της διαδικασίας αναπαραγωγής και ο συνδυασμός πολλαπλών χαρακτηριστικών (πυραμιδοποίηση) χρησιμοποιώντας επιλογή υποβοηθούμενη από δείκτη (MAS) είναι πρωταρχικοί στόχοι της καλλιέργειας (Vorsa&Zalapa, 2019). Για την επίτευξη αυτού του στόχου, μεταξύ 2016-2018, ως μέρος μιας επιχορήγησης προγραμματισμού που χρηματοδοτήθηκε από το USDA-NIFA (Grant # 2016-51 181-25 401), αξιολογήθηκαν οι προτεραιότητες αναπαραγωγής σε όλη τη βιομηχανία cranberry των ΗΠΑ μέσω μιας έρευνας. Τα αποτελέσματα της έρευνας, με στοιχεία από περισσότερους από 490 ερωτηθέντες, έδειξαν ότι η ανάπτυξη ποικιλιών με ανώτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού, ιδιαίτερα με βελτιωμένη σκληρότητα, γεύση και διάρκεια ζωής ήταν η κορυφαία προτεραιότητα του κλάδου (Gallardoetal., 2018). Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη συγκομιδή μηχανών και την αντοχή σε ασθένειες ήταν πρόσθετες προτεραιότητες της βιομηχανίας για το Cranberry. Παρατηρήθηκαν τοπικές διαφορές ειδικά για χαρακτηριστικά που εξαρτώνται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (π.χ. ανοχή στη ζέστη ή στο κρύο)(Gallardoetal., 2018).

Τα αποτελέσματα της έρευνας αντικατοπτρίζουν πολλαπλές προκλήσεις που σχετίζονται με το *Vaccinium*spp. και οι νέοι κανονισμοί και οι αλλαγές στην αγορά που αντιμετωπίζει ο κλάδος, οι οποίες μπορούν να αντιμετωπιστούν εν μέρει με τη βελτίωση της ποιότητας των καρπών μέσω της χρήσης διαφόρων τεχνικών αναπαραγωγής. Μια περιοδική επαναξιολόγηση των προτεραιοτήτων αναπαραγωγής της βιομηχανίας θα είναι κρίσιμη για να διασφαλιστεί ότι οι ερευνητικές προσπάθειες εθνικής και τοπικής κλίμακας ανταποκρίνονται στις ανάγκες της βιομηχανίας. Ο προσδιορισμός των ερευνητικών προτεραιοτήτων δημιούργησε ένα ισχυρό σκεπτικό για την εξασφάλιση κεφαλαίων που μπορούν να εξυπηρετήσουν καλύτερα τις ανάγκες του κλάδου. Για παράδειγμα, χρησίμευσε ως θεμέλιο για την καθιέρωση του έργου VacCAP (<https://www.vacciniumcap.org/>), ενός πολυκρατικού και πολυεπιστημονικού έργου του οποίου η αποστολή είναι να προωθήσει τους γενετικούς πόρους και να αναπτύξει νέες ανώτερες ποικιλίες cranberry(Gallardoetal., 2018).

2.4.1. Είδη και τύποι Οξύκοκκου

Η γενετική ομάδα του cranberry είναι περιορισμένη. Η ενότητα *Oxycoccus* περιέχει μόνο δύο είδη: *Vacciniumoxycoccus*, το κοινό cranberry ένα άγριο διπλοειδές που βρίσκεται σε όλο το ψυχρό εύκρατο βόρειο ημισφαίριο και το *V. macrocarpon*, το διπλοειδές μεγάλο cranberry ή το αμερικανικό cranberry (Morozon, 2007).

Ορισμένα φυτά έχουν προωθηθεί μέσω επακόλουθων κύκλων διασταύρωσης. Πρόσφατα, σημαντική επιτυχία σημείωσε ο Ehlenfeldt και οι συνεργάτες του (2018) να παράγουν γόνιμα υβρίδια 4x F1 από διασταυρώσεις 4x *V. meridionale* (μύρτιλλο Άνδεων) και 4x *V. macrocarpon* (παραλλαγή ερευνητικών κλώνων). Αυτή η διασταύρωση επιτεύχθηκε εύκολα και πάνω από 500 υβρίδια παρήχθησαν στον πρώτο κύκλο διασταύρωσης. Αυτά τα υβρίδια έχουν δείξει σημαντικό σθένος, ενδιάμεση μορφολογία, ενδείξεις γονιμότητας τουλάχιστον μεταξύ ορισμένων κλώνων και επαρκή διαφοροποίηση στην υβριδική μορφολογία για να αναμένεται χρήσιμη επιλογή και ανασυνδυασμός για μορφολογικά χαρακτηριστικά. Είναι προφανές ότι οι δευτερογενείς και ακόμη και τριτογενείς δεξαμενές γονιδίων είναι πολύτιμοι πόροι που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση μιας ευρείας ποικιλίας βασικών γνωρισμάτων-στόχων, συμπεριλαμβανομένων των αντιστάσεων στις ασθένειες, της ανοχής στο αβιοτικό στρες και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των φρούτων (π.χ. περιεκτικότητα σε σάκχαρα) (Ehlenfeldt, Polashock & Ballington, 2018).

Πίνακας 2 Πρότυπα ποιότητας που συνιστώνται για τα φρούτα *Vaccinium* spp και αρχικά αναφέρθηκαν από τον Beaudry (1992), και προσαρμόστηκαν από τους Retamales και Hancock (2018) με τις τιμές κληρονομικότητας του εύρους (h²) που συντάχθηκαν από πολλαπλές μελέτες βατόμουρου.

| Attribute | Original standards by Beaudry (1992) | New standard by Retamales & Hancock (2018) | h ² |
|----------------|--------------------------------------|--|----------------|
| pH | 2.25–4.25 | 3–4 | 0.35–0.50 |
| SS | >10% | > 11% | 0.35–0.65 |
| SS:TTA | 10–33 | 15–30 | |
| Firmness | >70 g | >200 g | 0.40–0.70 |
| Size | >10 mm | >15 mm | 0.14–0.65 |
| Color | Blue | Blue | 0.80 |
| Aroma | <i>to be defined</i> | | 0.50–0.80 |
| Antioxidant | | | 0.43 |
| Total Phenolic | | | 0.46–0.70 |
| Anthocyanin | | | 0.45–0.80 |

| Attribute | Original standards by Beaudry (1992) | New standard by Retamales&Hancock (2018) | <i>h2</i> |
|------------------|---|---|------------------|
| Flavanal | | | 0.15– 0.70 |
| Flavonol | | | 0.15– 0.50 |
| Phenolic acid | | | 0.30– 0.70 |

Μεταξύ των πρωταρχικών χαρακτηριστικών του καρπού, η σφριγηλότητα είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που έχει γνωρίσει την ταχύτερη αναπαραγωγική πρόοδο στο Cranberry. Ως σημαντικός δείκτης για την ποιότητα της υφής, η σταθερότητα εκτιμάται ιδιαίτερα τόσο από τους καλλιεργητές όσο και από τους καταναλωτές και είναι σημαντική για τη μηχανική συγκομιδή, συμβάλλοντας στη μείωση των εσωτερικών κακώσεων και καθυστερώντας την επακόλουθη αποσύνθεση μετά τη συγκομιδή. Σε μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση (Carpaietal., 2018), αναφέρεται μια μεγάλη ποικιλία μεταξύ και εντός των τύπων *Vaccinium* spp, και το πιο σημαντικό, μια ουσιαστική βελτίωση στις σύγχρονες ποικιλίες σε σύγκριση με τις ποικιλίες που κυκλοφόρησαν για πρώτη φορά (Carpaietal., 2018).

Το μέγεθος του καρπού είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό που έχει βιώσει βαθιές αλλαγές κατά τη διάρκεια της ιστορίας αναπαραγωγής των cranberries. Έχει αναφερθεί μεγάλη διακύμανση μεταξύ των ποικιλιών και των άγριων ειδών. Η κληρονομικότητα του μεγέθους των καρπών μελετήθηκε πρόσφατα σε διαφορετικούς πληθυσμούς αναπαραγωγής και παρουσίασε μια μεσαία προς μεγάλη στενή κληρονομικότητα (Vorsa&Zalapa, 2019). Σε μια πρόσφατη μελέτη, οι Mengistetal. (2020) ανέφεραν ότι το μέγεθος των καρπών μπορεί να εκτιμηθεί από το βάρος ή τον όγκο των καρπών και αντίστροφα. Επτά σημαντικές συσχετίσεις αναφέρθηκαν για το μέγεθος των καρπών σε μια μελέτη συσχέτισης σε επίπεδο γονιδιώματος (GWA).

Τα σάκχαρα και τα οξέα είναι ένα άλλο σύνολο χαρακτηριστικών που αναφέρονται συνήθως στο *Vaccinium* που επηρεάζουν την αισθητηριακή αντίληψη και επομένως

τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Η επαρκής ισορροπία σακχάρου-οξέος είναι σημαντική για την αντίληψη της γεύσης του cranberry (Vorsa&Zalapa, 2019). Ο Beaudry (1992) ανέφερε μια αναλογία διαλυτών στερεών (SS) και ολικής τιτλοδοτήσιμης οξύτητας (TTA) που κυμαίνεται από 10 έως 33 ως επαρκής. Ωστόσο, οι νέες ποικιλίες έχουν ένα στενότερο διάστημα αναλογίας SS/TTA (15–30). Από γενετικής άποψης, η κληρονομικότητα του SS έχει αξιολογηθεί σε διαφορετικές μελέτες με τιμές που κυμαίνονται από 0,3-0,68 σε διαφορετικούς αναπαραγωγικούς πληθυσμούς. Αντίθετα, η οξύτητα έχει μετρηθεί ως προς το pH και το TTA με χαμηλότερες τιμές κληρονομικότητας (Vorsa&Zalapa, 2019).

3. Φυτοχημικές ενώσεις και αντιοξειδωτική δράση σε διαφορετικούς ποικιλίες Οξύκοκκου

3.1. Φυτικά Αντιοξειδωτικά Συστήματα

Διατροφικά Χαρακτηριστικά

Τα ωμά, χωρίς προσθήκη ζάχαρης αμερικανικά Cranberries περιέχουν κυρίως 87% νερό και 12% υδατάνθρακες, με λιγότερες ποσότητες πρωτεϊνών, λιπών και φυτικών ινών (TheCranberryInstitute, 2022). Τα μικρά Cranberries συσσωρεύουν 2,1–4,9% τιτλοδοτήσιμη οξύτητα, με κιτρικό οξύ να συμβάλλει 1,8–2,6%. Τα μεγάλα Cranberries συσσωρεύουν λιγότερη τιτλοδοτήσιμη οξύτητα (1,9–2,4%) με κιτρικό οξύ που βρέθηκε να είναι 1,88 mg/g και 6,08 mg/g. Το κιτρικό, μηλικό και κινικό οξύ ήταν τα κύρια οξέα που βρέθηκαν στο μεγάλο cranberry. Η διατροφική σύνθεση του Cranberry μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, το κλίμα, τις συνθήκες καλλιέργειας, το στάδιο ωριμότητας, τον χρόνο συγκομιδής και τις συνθήκες αποθήκευσης. Τα μεγάλα Cranberries αποτελούνται από 3,4 έως 7,1% μονοσακχαρίτες, ενώ τα μικρά Cranberries έχουν μικρότερη ποσότητα σακχάρων, 2,2 έως 6,0%(Cesoniené&Daubaras, 2016).

Τα Cranberries περιέχουν κυρίως γλυκόζη και φρουκτόζη με τη γλυκόζη να αντιπροσωπεύει το 58,9 έως 65,9% των μονοσακχαριτών. Το μεγάλο Cranberry περιέχει περισσότερη σακχαρόζη (3,9–5,3%) από ό,τι το μικρό Cranberry (0,01–0,5%)(Cesoniené&Daubaras, 2016).

Βιοχημικά συστατικά

Τα cranberries περιέχουν χημικά διαφορετικούς, δευτερογενείς μεταβολίτες, πολυφαινόλες που παρουσιάζουν αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η χημική σύνθεση των cranberries ποικίλλει λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών καθώς και της διαδικασίας ωρίμανσης (Cesoniené&Daubaras, 2016). Οι ποικιλίες Cranberry

αποκτούν το κατάλληλο σχήμα, βάρος, υφή, χρώμα, άρωμα και γεύση κατά τη διάρκεια του σταδίου ωρίμανσης. Και τα δύο είδη Cranberry, τα μεγάλα και τα μικρά, περιέχουν πολλές φαινολικές ενώσεις, όπως φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή (ανθοκυανίνες και φλαβονόλες) και τανίνες. Το μεγάλο cranberry έχει αναγνωριστεί ως σημαντική τροφή και θεραπευτικός παράγοντας εξαιτίας αυτών των ενώσεων. Τα φλαβονοειδή ήταν οι κύριες ενώσεις που αναγνωρίστηκαν μεταξύ 150 και πλέον ενώσεων στο μεγάλο cranberry. Τα φλαβονοειδή ταξινομούνται σε υποομάδες που περιλαμβάνουν ανθοκυανίνες, φλαβονόλες και προανθοκυανιδίνες. Το μεγάλο cranberry βρέθηκε να περιέχει 13 ανθοκυανίνες, 16 φλαβονόλες και 26 φαινολικά οξέα και βενζοϊκά. Το μικρό cranberry περιλαμβάνει φλαβονοειδή, όπως ανθοκυανίνες, κατεχίνες και φλαβόνες (Cesoniené & Daubaras, 2016). Σαράντα οκτώ πολυφαινόλες (συμπεριλαμβανομένων 19 φλαβονολών, 8 ανθοκυανινών, 7 φαινολικών οξέων και 14 ολιγομερών φλαβαν-3-όλης) εντοπίστηκαν σε τρεις ποικιλίες cranberry («Pilgrim», «Stevens» και «Ben Lear») σε μια μελέτη διαφορετικών σταδίων ωρίμανσης στην Πολωνία (Oszmiański et al., 2009). Η χαμηλότερη ποσότητα πολυφαινολών παρατηρήθηκε στα ανώριμα και ημιώριμα στάδια ωρίμανσης και αυξήθηκε στα υπερώριμα και εμπορικά ώριμα cranberries. Με σειρά από τις υψηλότερες προς τις χαμηλότερες ποσότητες πολυφαινόλης που ανιχνεύθηκαν στους καρπούς cranberry είναι οι φλαβαν-3-όλες (41,5–52,2%), οι φλαβονόλες (18,6–30,5%), οι ανθοκυανίνες (8,0–24,4%) και τα φαινολικά οξέα (5,0–12,1%) (Oszmiański et al., 2009).

Φαινολικά Οξέα

Τα cranberries περιέχουν φαινολικά οξέα που περιλαμβάνουν υδροξυβενζοϊκό και υδροξυκιναμικό οξύ (Cesoniené & Daubaras, 2016). Το cranberry έχει υψηλές ποσότητες βενζοϊκού οξέος και μικρότερες ποσότητες από 2,4-διυδροξυβενζοϊκό οξύ, π-υδροξυβενζοϊκό και ο-υδροξυβενζοϊκό οξύ. Τα υδροξυκιναμικά οξέα στο cranberry είναι το π-κουμαρικό, το σιναπικό, το καφεϊκό και το φερουλικό οξύ. Η συνολική ποσότητα φαινολικών ενώσεων στις ποικιλίες φρούτων cranberry εξαρτάται από την ποικιλία και την ωρίμανση των καρπών (Blumberg et al., 2013).

Ανθοκυανίνες

Οι ανθοκυανίνες είναι φυσικές υδατοδιαλυτές χρωστικές που δίνουν στους καρπούς το κοκκινωπό τους χρώμα. Οι ανθοκυανίνες στο μικρό Cranberry βρέθηκαν να είναι 6

έως 10 φορές υψηλότερες στο εξωτερικό στρώμα του δέρματος των καρπών παρά στον πολτό (Cesonienė & Daubaras, 2016).

Φλαβονόλες

Οι φλαβονόλες είναι άφθονες στα cranberries (Blumberg et al., 2013). Οι Abeywickrama et al. (2016) εντόπισαν τέσσερις κύριες φλαβονόλες στον άγριο κλώνο NL2 και στην καναδική ποικιλία «Pilgrim» του Cranberry. Αυτές ήταν κερσετίνη 3-O-ραμνοσίδη, μυρικετίνη 3-O-αραβινοζίτη, κερσετίνη 3-O-γαλακτοσίδη, και μυρικετίνη 3-O-γαλακτοσίδη. Οι γλυκοσίδες φλαβονόλης που προσδιορίζονται στο *Vaccinium vitis-idaea* από τους Diaconeasa et al. (2014) ήταν μυρικετίνη-γαλακτοσίδη, κερσετίνη-ρουτινοσίδη (ρουτίνη), μυρικετίνη-αραβινοσίδη, μυρικετίνη-γλυκοσίδη, κερκετίνη-γαλακτοσίδη, κερσετίνη-ακετυλ-γλυκοσίδη, κερσετίνη-γλυκοσίδη και κερσετίνη-ραμνοσίδη.

Φλαβονοειδή (φλαβαν-3-όλες και προανθοκυανιδίνες)

Τα φλαβονοειδή είναι σημαντικά για την άμυνα των φυτών και είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά. Επίσης παρουσιάζουν αντιβακτηριακή, αντική, αντικαρκινογόνο και αντιφλεγμονώδη δράση (Cesonienė & Daubaras, 2016).

Πολυφαινόλες

Η ποσότητα των συνολικών φαινολικών ενώσεων για τις πέντε αμερικανικές ποικιλίες *Vaccinium macrocarpon* (Pilgrim, BenLear, Stevens, EarlyRichard και Bergman) κυμαίνονταν από 192,1 mg/100 g fm («Pilgrim») έως 374,2 mg/100 g fm («BenLear») σε σύγκριση με το ευρωπαϊκό άγριας καλλιέργειας *Vaccinium oxycoccos* σε 288,5 mg/100 g (Borowska et al., 2019).

Τριτερπενοειδή

Οι καρποί του Cranberry περιέχουν επίσης τριτερπενοειδή. Δύο από τα κύρια τριτερπενοειδή, το ουρσολικό οξύ και το ισομερές του, το ολεανικό ή ολεανολικό οξύ βρίσκονται στο κερύ του δέρματος του φρούτου cranberry και είναι κυρίως υπεύθυνα για αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές δραστηριότητες (Wu et al., 2020).

3.2. Αντιοξειδωτικοί Μεταβολίτες

Το οξειδωτικό στρες προκαλείται από μια ανισορροπία μεταξύ των ROS (αντιδραστικά είδη οξυγόνου) και των συστημάτων αντιοξειδωτικής άμυνας και θεωρείται η κύρια αιτία για πολλές ασθένειες όπως ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, οι νευροεκφυλιστικές παθήσεις, η ρευματοειδής αρθρίτιδα, η αθηροσκλήρωση, η υπέρταση και το AIDS. Τα αντιοξειδωτικά για τη θεραπεία των κυτταρικών εκφυλισμών αρχίζουν να λαμβάνονται υπόψη επειδή αναστέλλουν ή καθυστερούν την οξειδωτική διαδικασία εμποδίζοντας τόσο την έναρξη όσο και τη διάδοση των οξειδωτικών αλυσιδωτών αντιδράσεων (Shah&Modi, 2015).

Ο καρπός του Cranberry είναι σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών, όπως οι πολυφαινόλες (φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, ανθοκυανίνες, τανίνες), το ασκορβικό οξύ και ενώσεις τριτερπενίου. Απομακρύνουν τις ελεύθερες ρίζες, τα ασύζευκτα ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους τροχιά και μπορεί να απομακρύνουν αντιδραστικά είδη οξυγόνου που οξειδώνουν τη βιολογική ύλη (Skrovanova et al., 2015). Οι ποσότητες ελεύθερων ριζών οξυγόνου στα βιολογικά υγρά του ανθρώπινου σώματος μπορούν να προκαλέσουν πολλές ασθένειες. Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις μπορούν να αποτρέψουν ή να μειώσουν την οξειδωτική βλάβη στην κυτταρική δομή. Η αντιοξειδωτική δράση επηρεάζεται από την ποικιλία, τον γονότυπο, την καλλιεργητική περίοδο, την ωρίμανση, την επεξεργασία και την αποθήκευση φρούτων cranberry. Ο ρόλος τους, όπως αναφέρθηκε είναι κρίσιμος για την πρόληψη χρόνιων ασθενειών όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, γήρανση, διαβήτη, φλεγμονή, καρκίνος κ.λπ. (Jurikova et al., 2020).

Οι Borowska et al. (2009), συνέκριναν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του άγριου cranberry (*Vaccinium oxycoccos*) και πέντε αμερικανικές ποικιλίες cranberry και παρατήρησαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ του καρπού άγριου cranberry και των διάφορων ποικιλιών. Το άγριο cranberry είχε μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση (antioxidant activity of cranberry - AOC). Αυτή η μελέτη παρατήρησε την υψηλότερη ικανότητα σάρωσης από ρίζες DPPH να βρίσκεται εντός της περιοχής 33,87–68,83 $\mu\text{mol/g}$ φρέσκιας μάζας. Η συνολική περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά στο cranberry βρέθηκε να είναι 270 mg/100 g όταν μετρήθηκε με μια αμπερομετρική μέθοδο. Οι Borges et al. (2010), βρήκαν τη συνολική αντιοξειδωτική

δράση με ανάλυση FRAP στο *Vacciniumoxycoccus* να είναι 18,6 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$, ενώ οι *Diaconeasaetal.* (2014) αναφέρουν 19,6 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$. Η μεγαλύτερη ποσότητα αντιοξειδωτικής δράσης που ανιχνεύθηκε με δοκιμές ABTS, DPPH και FRAP στις διάφορες ποικιλίες *Vacciniummacrocarpon* βρίσκονταν στα 264, 320 και 139 $\mu\text{mol TE}/\text{g dm}$, (Oszmiański *et al.*, 2017). Η αντιοξειδωτική δράση (ABTS, DPPH και FRAP) συσχετίστηκε θετικά με τις ολικές πολυφαινολικές ενώσεις ($R^2 = 0,508, 0,584, 0,591$), ανθοκυανίνες ($R^2 = 0,675, 0,602, 0,614$) και φλαβονόλες ($R^2 = 0,646, 0,724, 0,728$) στο φρούτο cranberry. Η αντιοξειδωτική δράση συσχετίστηκε επίσης με τα τριτερπενοειδή ($R^2 = 0,852, 0,737, 0,736$). Το ουρσολικό οξύ έδειξε την ισχυρότερη συσχέτιση με τις δοκιμές ABTS, DPPH και FRAP ($R^2 = 0,833, 0,559$ και $0,553$, αντίστοιχα) (Oszmiański *et al.*, 2017).

Το ασκορβικό οξύ είναι γνωστό για την υψηλή αντιοξειδωτική του δράση αφού εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες και άλλα δραστικά είδη οξυγόνου που προκαλούν ιστική βλάβη και ασθένειες (Skronankova *et al.*, 2015). Στη μελέτη των Brown *et al.* (2012), από τα τρία είδη cranberry, *Vacciniummacrocarpon* Ait., *Vacciniumoxycoccus* L., και *Vacciniumvitisidaea*, η αντιοξειδωτική δράση έδειξε αρνητική συσχέτιση με την περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και θετική συσχέτιση με βιταμίνη C. Οι Borges *et al.* (2010) παρατήρησαν ότι η βιταμίνη C έχει την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα (AOC) 22,6% και η -επικατεχίνη είναι η κύρια φαινολική ένωση που ανιχνεύεται στα 1121 nmol/g και με πεονιδιν-3-O-γαλακτοσίδη που συμβάλλει μόνο στο 14% του συνολικού AOC. Οι ανθοκυανίνες είναι η δεύτερη μεγάλη ομάδα με έως και 725 nmol/g (39% του συνολικού AOC) cranberries. Συνολικά ανιχνεύονται 456 nmol/g φλαβονολών (10% του συνολικού AOC).

3.3. Εφαρμογές και Ενδείξεις

Οι Ευρωπαίοι άποικοι που έφτασαν στη Βόρεια Αμερική αναγνώρισαν αμέσως τις θεραπευτικές δυνάμεις των φυτών cranberry, όπως κατάπλασμα για πληγές και θεραπεία για δηλητηρίαση αίματος. Τα πιο γνωστά οφέλη ήταν η θεραπεία λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος, δράση που οφείλεται στις προανθοκυανιδίνες (PAC). Αυτές οι τανίνες εμποδίζουν τα βακτήρια *Escherichiacoli* (*E. coli*) να προσκολληθούν στα κύτταρα του ουροποιητικού συστήματος και να προκαλέσουν λοίμωξη (TheCranberryInstitute, 2022). Σήμερα, έχει γίνει φανερό ότι τα οφέλη για την υγεία οφείλονται στις ανθοκυανίνες, τις PAC και τις φλαβονόλες, που μειώνουν

ορισμένες λοιμώξεις, προάγουν μια υγιή καρδιά, μειώνουν τη φλεγμονή που σχετίζεται με χρόνια νόσο και γήρανση και υποστηρίζουν την πεπτική υγεία (Zhao, Liu, & Gu, 2020). Τα cranberries, όπως αναφέρθηκε, περιέχουν επίσης φυτοχημικά που δρουν ως αντιοξειδωτικά, τα οποία μειώνουν την οξειδωτική βλάβη στα κύτταρα, που μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο, καρδιακές παθήσεις και άλλες εκφυλιστικές ασθένειες (TheCranberryInstitute, 2022).

Τα cranberries έχουν αντιβακτηριδιακή δράση σε διάφορες μορφές (χυμός, συμπυκνωμένες σκόνες, κάψουλες και ταμπλέτες) και παραδοσιακά χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της κυστίτιδας και των λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος (urinarytractinfections- UTIs) (Makieta., 2016). Μια μελέτη σημείωσε ότι η κατανάλωση χυμού cranberry μείωσε τον αριθμό των ουρολοιμώξεων κατά 39% στις γυναίκες. Αυτό οφείλεται κυρίως στην περιεκτικότητα σε PAC (Makieta., 2016), ιδιαίτερα στην προανθοκυανιδίνη A (Howelleta., 2005). Αρκετές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει τη θετική επίδραση του cranberry στη φλεγμονή του ουροποιητικού συστήματος, όχι μόνο για ενήλικες (Fueta., 2017) αλλά και για παιδιά (Saloeta., 2012).

Σε κλινικές μελέτες, προϊόντα που περιέχουν cranberry βρέθηκε ότι αποτρέπουν την υποτροπή στην ουρολοίμωξη σε νεαρές γυναίκες και γυναίκες μέσης ηλικίας (Wangeta., 2012). Επίσης ο χυμός των φρούτων αποτρέπει την υποτροπή των ουρολοιμώξεων σε παιδιά με μείωση 65% που φαίνεται στη μελέτη των Afshareta. (2012) και με 43% στη μελέτη των Saloeta. (2012). Ωστόσο υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ότι τα προϊόντα cranberry δεν μειώνουν σημαντικά την υποτροπή της ουρολοίμωξης. Ανάμεσα σε κατά τα άλλα υγιείς φοιτήτριες με οξεία ουρολοίμωξη, όσες έπιναν 8 ουγκιές χυμό cranberry δύο φορές την ημέρα, δεν παρουσίασαν μείωση της επίπτωσης 6 μηνών μιας δεύτερης ουρολοίμωξης (Barbosa-Cesniketa., 2011).

Οι άνδρες που λαμβάνουν ακτινοβολία για καρκίνο του προστάτη έχουν συνήθως μια παρενέργεια κυστίτιδας της οξείας ακτινοβολίας, με φλεγμονή της ουροδόχου κύστης. Δεν υπάρχει αποτελεσματική θεραπεία για την πρόληψη ή τη θεραπεία κυστίτιδας από ακτινοβολία. Σε μια πιλοτική μελέτη, οι Hamiltoneta. (2015) καθόρισαν ότι η επίπτωση της κυστίτιδας ήταν χαμηλότερη στους άνδρες (65%) όταν λάμβαναν κάψουλες cranberry (που περιείχαν 72 mg PAC) σε σύγκριση με εκείνους που έλαβαν κάψουλες εικονικού φαρμάκου (90%). Αυτή η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι

μπορεί να είναι ωφέλιμο για τους άνδρες που λαμβάνουν ακτινοθεραπεία για καρκίνο του προστάτη να λαμβάνουν κάψουλες cranberry, αντί για αντιβιοτικά ή αντιφλεγμονώδη φάρμακα.

Τα αντιβιοτικά χρησιμοποιούνται επίσης για τη θεραπεία γυναικών με χρόνια κυστίτιδα. Ωστόσο, αυτή η θεραπεία σχετίζεται με ανεπιθύμητες ενέργειες και αυξημένο κίνδυνο αντοχής στα αντιβιοτικά. Οι μελέτες δείχνουν ότι το cranberry μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση. Οι προανθοκυανιδίνες στα μπορούν να εμποδίσουν την προσκόλληση του E. coli στο ουροθήλιο (Micalietal., 2014 · Barea, Veeratterapillay&Harding, 2020). Η εμφάνιση οξείας κυστίτιδας μειώνεται όταν οι ασθενείς υποβάλλονται σε θεραπεία με cranberry (Barea, Veeratterapillay&Harding, 2020). Προτάθηκε ότι μια εναλλακτική λύση στα αντιβιοτικά στη θεραπεία της κυστίτιδας και στις υποτροπιάζουσες ουρολοιμώξεις, είναι προϊόντα cranberry. Ωστόσο, δεν υπάρχουν οριστικά στοιχεία ότι τα αντιβιοτικά μπορούν να αντικατασταθούν πλήρως με cranberry (Vicariotto, 2014).

Το cranberry έχει ισχυρή αντιοξειδωτική ιδιότητα λόγω της παρουσίας πολυφαινόλων, όπως φλαβονοειδή, διμερή προανθοκυανιδίνης και ολιγομερή, που αποτρέπουν το οξειδωτικό στρες, το οποίο αποτελεί πρόδρομο πολλών χρόνιων ασθενειών (Denisetal., 2015). Η κατανάλωση χυμού cranberry αυξάνει την αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος ενώ μειώνει σημαντικά την οξείδωση των λιπιδίων σε γυναίκες με προβλήματα υγείας που δεν μπορούν να λάβουν κατάλληλη θεραπευτική αγωγή για μείωση των λιπιδίων (Basuetal., 2011). Το Cranberry βοηθά επίσης στη θεραπεία καρδιαγγειακών παθήσεων, βελτιώνοντας το λιπιδικό προφίλ, ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα αθηροσκλήρωσης μειώνοντας τις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας, μειώνοντας την αρτηριακή πίεση και συμβάλλοντας στην αύξηση των λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας και την πρόληψη του μεταβολικού συνδρόμου (Novotnyetal., 2015). Η κατανάλωση cranberry μειώνει επίσης τον κίνδυνο διαβήτη τύπου 2 (Thimoteoetal., 2015).

Λαμβάνοντας υπόψη τη χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα του cranberry, η ικανότητα των πολυφαινόλων του να παρεμβαίνουν στη γονιδιακή έκφραση μπορεί να είναι ο εύλογος λόγος για τη θετική του επίδραση στο οξειδωτικό στρες, ακόμη και όταν καταναλώνεται σε μικρές ποσότητες. Είναι επίσης δυνατό να υποστηριχθεί ότι οι πολυφαινόλες του cranberry δρουν και ως δεσμευτές ελεύθερων ριζών (όταν υπάρχουν

σε μεγαλύτερες ποσότητες) και επηρεάζουν την έκφραση των γονιδίων, καταλήγοντας σε αυξημένη ενδογενή αντιοξειδωτική ικανότητα, μειωμένο οξειδωτικό στρες και, κατά συνέπεια, ισορροπημένη κυτταρική οξειδοαναγωγή (SilvaCaldas, LeãoCoelho&Bressan, 2018).

Οι πολυφαινόλες συνδέονται φυσικά με τις πρωτεΐνες για να σχηματίσουν αδιάλυτα, σταθερά σωματίδια κολλοειδούς πρωτεΐνης-πολυφαινόλης, τα οποία όταν χρησιμοποιούνται ως συστατικά τροφίμων παρέχουν περισσότερα οφέλη για την υγεία στους καταναλωτές από πρόσθετα βιοενεργά (Strauch&Lila, 2021). Οι Strauch και Lila (2021) εξέτασαν την επίδραση της επεξεργασίας πρωτεϊνών στις φυσικοχημικές ιδιότητες της πολυφαινόλης σε σύστημα πρωτεΐνης μπιζελιού-πολυφαινόλης cranberry και διαπίστωσαν ότι οι χημικές διαφορές μεταξύ των πρωτεϊνών επηρέασαν τη σύνδεση της πολυφαινόλης και επηρέασαν την πεπτικότητα. Αποδείχθηκε ότι η διαλυτότητα επηρεάστηκε και από τη διαδικασία σχηματισμού σωματιδίων και τη δέσμευση πρωτεΐνης-πολυφαινόλης cranberry. Καθώς έχει προσδιοριστεί ότι οι λειτουργικές ιδιότητες των σωματιδίων πρωτεΐνης-πολυφαινόλης cranberry επηρεάζονται από τις ιδιότητες της πρώτης ύλης της απομόνωσης πρωτεΐνης, πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες για την επιλογή της πρώτης ύλης απομόνωσης πρωτεΐνης για επιθυμητά λειτουργικά τρόφιμα (Strauch&Lila, 2021).

4. Συμπεράσματα

Το cranberry είναι άφθονο σε θρεπτικά συστατικά και πολλές βιοδραστικές ενώσεις που παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Τόσο τα αμερικανικά όσο και τα ευρωπαϊκά είδη cranberry είναι πλούσια σε πολλές κατηγορίες φυτοχημικών. Αυτά περιλαμβάνουν φαινολικά οξέα, ανθοκυανίνες, φλαβόνες, φλαβονοειδή και οργανικά οξέα. Το cranberry είναι ένα από τα λίγα φρούτα που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε προανθοκυανιδίνες, οι οποίες αναστέλλουν την προσκόλληση του *Escherichiacoli* στο ουροποιητικό σύστημα.

Η περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις στα cranberries επηρεάζεται από παράγοντες όπως ποικιλία, γεωργικές πρακτικές, γεωγραφική περιοχή, καιρικές συνθήκες, ωριμότητα, ώρα συγκομιδής και ρυθμίσεις αποθήκευσης. Η μεγαλύτερη ποσότητα ολικών φαινολών συγκεντρώνεται κατά την έναρξη της ωρίμανσης των φρούτων. Χαρακτηρίζονται οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σε ψυχρότερο καιρό με υψηλότερες ποσότητες φαινολικών από τις ίδιες ποικιλίες που καλλιεργούνται σε ήπιο κλίμα.

Η κατανάλωση Cranberries μπορεί να αποτρέψει την τερηδόνα και την ασθένεια των ούλων, να αναστέλλει τις λοιμώξεις στο ουροποιητικό σύστημα, να μειώσει τη φλεγμονή στο σώμα, να διατηρήσει ένα υγιές πεπτικό σύστημα και να μειώσει τα επίπεδα χοληστερόλης, αλλά κυρίως να απομακρύνει τις ελεύθερες ρίζες από τα βιολογικά υγρά.

Η αύξηση της ζήτησης για λειτουργικά τρόφιμα οδήγησε στην ανάπτυξη προϊόντων διατροφής με πρόσθετη πρωτεΐνη. Απαιτείται πρόσθετη μελέτη του Cranberry με πλήρη διαλογή χαρακτηρισμού πρωτεομικής. Αυτές οι πληροφορίες θα πρέπει να είναι χρήσιμες για την περιγραφή του μηχανισμού της βιολογικής δραστηριότητας των συστατικών του cranberry στο ανθρώπινο σώμα. Είναι επίσης σημαντικό να διερευνηθεί η αλληλεπίδραση μεταξύ των πολυφαινολών cranberry με διαφορετικά

πρωτεομικά και πολυσακχαρίτες κατά τη διάρκεια και μετά την επεξεργασία. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της μεθόδου επεξεργασίας και τη σύνθεση συμπληρωμάτων cranberry υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, έτσι ώστε η πεπτικότητα των πρωτεϊνών και η αντιοξειδωτική δράση να αυξηθεί μετά την πέψη (Rios-Villaetal., 2020).

Χρειάζεται κατανόηση των μηχανισμών των προστατευτικών αντιφλεγμονωδών και αντικαρκινικών ιδιοτήτων και της υψηλής αντιοξειδωτικής δράσης των cranberries, ώστε να διερευνηθεί η συνέργεια των φαινολικών του cranberry με άλλα φυσικά συστατικά για διαφορετικές βιολογικές δραστηριότητες. Οι Vattemetal. (2006) μελέτησαν την αλληλεπίδραση των πολυφαινολώνcranberry με άλλα συστατικά και αναφέρουν ότι η αντιμεταλλαξιογόνος αποτελεσματικότητα του cranberry αυξάνεται με πρόσθεση ελλαγικού οξέος και ροσμαρινικού οξέος. Συνεπώς χρειάζονται περισσότερες μελέτες για την αλληλεπίδραση των φαινολών cranberry με άλλα ενεργά συστατικά.

Βιβλιογραφία

- Agricultural Marketing Research Center. (2021). *Cranberries*. Retrieved from Agricultural Marketing Research Center: <https://www.agmrc.org/commodities-products/fruits/cranberries>
- Bassil, N., Oda, A., & Hummer, K.E. (2009). Blueberry MICROSATELLITE markers identify cranberry cultivars. *Acta Horticulturae*, 810, pp. 181-187.
- Beaudry, R. (1992). Blueberry quality characteristics and how they can be optimized. *Annual Report of the Michigan State Horticultural Society (122nd)*, 122, pp. 140-145.
- Bian, Y., Ballington, J., Raja, A....& Brown, A. (2014). Patterns of simple sequence repeats in cultivated blueberries (*Vaccinium* section *Cyanococcus* spp.) and their use in revealing genetic diversity and population structure. *Molecular Breeding*, 34, pp. 675-689.
- Birrenkott, B. A. & Stang, E. J. (1990). Selective flower removal increases cranberry fruit set. *HortScience*, 25(10), pp. 1226-1228.
- Cappai, F, Benevenuto, J., Ferrão, L.F.V., & Munoz, P. (2018). Molecular and genetic bases of fruit firmness variation in blueberry—a review. *Agronomy*, 8(9), p. 174.
- Caron, J, Pelletier, V., Kennedy, C.D, ...& Pepin, S. (2017). Guidelines of irrigation and drainage management strategies to enhance cranberry production and optimize water use in North America. *Canadian Journal of Soil Science*, 97(1).
- Caruso, F.L., Bristow, P.R., & Oudemans, P.V. (2000). *Cranberries: The Most Intriguing Native American Fruit*. Retrieved 07 2022, from APSnet Features. Online:
<https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/Cranberries.aspx>
- Cesonienė, L., & Daubaras, R. (2016). Phytochemical Composition of the Large Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) and the Small Cranberry (*Vaccinium oxycoccos*). In M. S. Simmonds, & V. R. Preedy, *Nutritional Composition of Fruit* (pp. 173-194). Cambridge, MA: Academic Press.
- Cesonienė, L., Daubaras, R., Paulauskas, A., Žukauskiene, J., & Zych, M. (2013). Morphological and genetic diversity of European cranberry. (*Vaccinium oxycoccos* L., Ericaceae) clones in Lithuanian reserves. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 82(3).

- Colle, M., Leisner, C.P., Wai, C.M.,& Edger, P.P. (2019). Haplotype-phased genome and evolution of phytonutrient pathways of tetraploid blueberry. *GigaScience*, 8(3).
- Dana, M.N. (1990). Cranberry management. In G. J. Galletta, & D. G. Himerlick, *Small fruit crop management*. (pp. 334-362). Prentice-Hall.
- DeMoranville, C. (2008). Descriptions of Cranberry Bogs in Massachusetts. In H. A. Sandler, & C. J. DeMoranville, *Cranberry Production: A Guide for Massachusetts*. University of Massachusetts.
- DeMoranville, C. (2008b). Harvesting and Handling Cranberries. In H. A. Sandler, & C. J. DeMoranville, *Cranberry Production: A Guide for Massachusetts* (p. 21). University of Massachusetts.
- DeMoranville, C., & Caruso, F. (2008). Influence of Weather on Cranberry Production. In H. A. Sandler, & C. J. DeMoranville, *Cranberry Production: A Guide for Massachusetts*. University of Massachusetts.
- Ehlenfeldt, M.K, Polashock, J.J., & Ballington, J.R. (2018). *Vaccinium corymbodendron* Dunal as a bridge between taxonomic sections and ploidies in *Vaccinium*: a work in progress. *North American Blueberry Research and Extension Workers Conference*, 15(1).
- Gallardo, R.K., Klingthong, P. Zhang, Q.,& Iorizzo, M. (2018). Breeding trait priorities of the cranberry industry in the United States and Canada. . *HortScience*, 53(10).
- Gleason, H. A. & Cronquist, A. (1991). *Manual of vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada, Second edition*. Bronx, NY: New York Botanical Garden.
- Gündüz, K., Serçe, S., & Hancock, J.F. (2015). Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, pp. 69-79.
- Hancock, J.F., Lyrene, P., Finn, C.E., Vorsa, N., & Lobos, G.A. (2008). Blueberries and cranberries. In *Temperate Fruit Crop Breeding* (pp. 115-149). Heidelberg, Germany: Springer Netherlands.
- Howell, A. B., Leahy, M., Kurowska, E. & Guthrie, N. I. (2001). In vivo evidence that cranberry proanthocyanidins inhibit adherence of p-fimbriated *E. coli* bacteria to uroepithelial cells. *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*, 15.
- Johnson, C. (1985). *Bogs of the Northeast*. Hanover, MA: University Press of New England.

- Mengist, M.F., Grace, M.H., Xiong, J.....& Iorizzo, M. (2020). Diversity in metabolites and fruit quality traits in blueberry enables Ploidy and species differentiation and establishes a strategy for future genetic studies. *Frontiers in Plant Science*, 11, p. 330.
- Morozon, O.V. (2007). The prospects for using *Vaccinium uliginosum* L. × *Vaccinium vitis-idaea* L. hybrid in breeding. *International Journal of Fruit Science*, 6, pp. 43-56.
- Neto, C. C. (2007). Cranberry and its phytochemicals: A review of in vitro anticancer studies. *Journal of Nutrition*, 137 (1 Suppl), pp. 86S-193S.
- Retamales, J.B., & Hancock J.F. (2018). Blueberries. In *CABI*, 2nd ed. London: CABI Publishing.
- Roper, T. (2006). The Physiology of Cranberry Yield. *Cranberry Station Fact Sheets*. 16.
- Sandler, H.H. (2008). Botany and Basic Farm Features. In H. A. Sandler, & C. J. DeMoranville, *Cranberry Production: A Guide for Massachusetts*. University of Massachusetts.
- Shah, P., & Modi, H.A. (2015). Comparative Study of DPPH, ABTS and FRAP Assays for Determination of Antioxidant Activity. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 3(5).
- Silva Caldas, A.P., Leão Coelho, O.G., & Bressan, J. (2018). Cranberry antioxidant power on oxidative stress, inflammation and mitochondrial damage. *International Journal of Food Properties*, 21(1).
- The Cranberry Institute. (2022). *Harvest Information*. Retrieved from The Cranberry Institute: <https://www.cranberryinstitute.org/about-cranberries>
- Vanden Heuvel, J. E., Roper, T. R. & Altweis, J. (2006). Winter flooding of cranberry vines. *Fruit Grower News* 45(12), pp. 9-11.
- Vorsa, N., & Zalapa, J. (2019). Domestication, genetics, and genomics of the American cranberry. *Plant Breeding Reviews*, 43, pp. 279-315.
- Vorsa, N., Johnson-Cicalese, J, & Polashock, J. (2009). A blueberry by cranberry hybrid derived from a *Vaccinium darrowii*×(*V. macrocarpon*× *V. oxycoccos*) intersectional cross. *Acta Horticulturae*, 810, pp. 187-190.