

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΓΕΥΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ -
ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΜΕ ΖΕΟΛΙΘΟ



ΡΟΥΣΣΟΥ ΙΑΚΩΒΙΝΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η ΕΠΙΓΕΥΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ
ΤΗΣ- ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΜΕ
ΖΕΟΛΙΘΟ »

ΡΟΥΣΣΟΥ ΙΑΚΩΒΙΝΑ

ΑΜ: 2010141

Επιβλέπων καθηγητής: Ζακυνθινός Γεώργιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ :

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ABSTRACT	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Γλυκαντικές ουσίες	12
1.1.1 Ορισμός γλυκύτητας	13
1.1.2 Γλυκαιμικός δείκτης	13
1.2 Γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σήμερα παγκοσμίως	14
2. ΣΤΕΒΙΑ	17
2.1 Η ιστορία της στέβιας	17
2.2 Βοτανική περιγραφή του φυτού <i>stevia rebaudiana</i>	19
2.3 Χημική σύσταση στέβιας	22
2.3.1 Δομή	22
2.4 Κύριοι γλυκοζίτες στέβιας	24
2.5 Άλλα συστατικά στέβιας	29
2.6 Η στέβια ως γλυκαντική ουσία	29
2.7 Μορφές και χρήσεις στέβιας	30
2.7.1 Μορφές στέβιας	30
2.7.2 Χρήσεις στέβιας	33
2.7.2.1 Πλεονεκτήματα της χρήσης γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντικό	34
2.7.2.2 Μειονεκτήματα της χρήσης γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντικό	35
2.8 Επίγευση στέβιας	35
2.9 Η διάδοση της καλλιέργειας και το μέλλον στην παγκόσμια αγορά	37

3. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΓΛΥΚΟΖΙΤΩΝ ΣΤΕΒΙΟΛΗΣ	38
3.1 Επίδραση των γλυκοζιτών στεβιόλης στην υγεία	38
3.2 Λειτουργικές ιδιότητες στέβιας	38
3.3 Διατροφικά οφέλη των γλυκοζιτών στεβιόλης	39
3.4 Βιολογικές δράσεις	40
3.4.1 Αντί-μικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση της στέβιας	40
3.4.2 Αντιική δράση της στέβιας	41
3.4.3 Αλλεργιογόνος δράση	43
3.4.4 Αντι-οξειδωτική δράση	44
3.4.5 Αντι-υπερτασική δράση	45
3.5 Ασφάλεια χρήσης	47
3.5.1 Τοξικολογική ασφάλεια των γλυκοζιτών στεβιόλης	47
3.5.2 Οξεία και χρόνια τοξικότητα	47
3.5.3 Γονοτοξικότητα	48
3.5.4 καρκινογένεση	49
3.7 Μεταβολισμός των γλυκοζιτών στεβιόλης	50
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	51
4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	51
4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	52
4.2.1 Πειραματικός εξοπλισμός	52
4.2.2 Συσκευές	52
4.3 Μέθοδος	53
4.3.1 Απόσταξη	53
4.3.2 Εκχύλιση Εκχύλιση Στερεάς φάσης	54
4.3.3 Συνεκχυλίσεις ως επιπλέον δοκιμή για την εξάλειψη του πικρού	58
4.3.4 Συμπύκνωση	60
4.3.5 Αποχρωματισμός	60
4.3.6 Διήθηση	61
4.3.7 Οργανοληπτικός έλεγχος	62

5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	65
5.1 Απόσταξη	65
5.2 Εκχύλιση	66
5.3 Συμπύκνωση	68
5.4 Αποχρωματισμός	68
5.5 Διήθηση υπό κενό	70
6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	72
7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Στέβια είναι σήμερα παγκοσμίως το πιο πολυσυζητημένο φυτό και θεωρείται "η ζάχαρη του μέλλοντος". Υπάρχουν πολλές δυνατότητες εξέλιξης καθώς παρουσιάζει σταδιακή αύξηση της ζήτησης της έπειτα από την είσοδο της στην Ευρωπαϊκή αγορά

Η βιβλιογραφική αυτή ανασκόπηση είχε ως στόχο την πλήρη διερεύνηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας για τη σημασία της Στέβιας στη διατροφή, την ασφάλεια της, τις επιδράσεις της στην υγεία και την αξιολόγηση της χρήσης της ως γλυκαντικό καθώς και να δοθεί πειραματικά ένας τρόπος για την επάλειψη της από το μεγαλύτερο μειονέκτημα της που είναι η πικρή της επιγεύση.

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τ.Ε.Ι Καλαμάτας

Στον κύριο Γεώργιο Ζακυνθινό οφείλω θερμές ευχαριστίες για την πολύτιμη επιστημονική καθοδήγηση, την επιμέλεια της παρούσας εργασίας και την υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια της διεκπεραίωσης της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη συνεχή συμπαράσταση τους και για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή είχε ως στόχο να μελετήσει το *φυτό Stevia rebaudiana bertonii* και να παραχθεί ένα εκχύλισμα απαλλαγμένο από το βασικό μειονέκτημα της στέβιας που είναι η πικρή της επίγευση . Στο θεωρητικό μέρος αναλύεται η στέβια ως φυτό, η πορεία που είχε από τη στιγμή που ανακαλύφθηκε μέχρι τη στιγμή που έγινε επιτρεπτή η χρήση της ως γλυκαντικό στη βιομηχανία τροφίμων και η χημική σύσταση της. Επίσης αναλύεται η διατροφική της ασφάλεια ,οι βιολογικές τις δράσεις αλλά και οι μορφές που βρίσκετε σήμερα στο εμπόριο. Στο πειραματικό μέρος περιγράφεται αναλυτικά η πειραματική πορεία αλλά και οι δοκιμές που έγιναν μέχρι το επιθυμητό αποτέλεσμα.

ABSTRACT

The present diploma work aimed to study the plant *Stevia rebaudiana bertonii* and to produce an extract free of the disadvantage of the Stevia which is its bitterness. The theoretical part analyzes Stevia as a plant, its course from the moment being discovered, until the moment it became allowed for use as a sweetener in the food industry, and its chemical composition. Furthermore its safety as a food is analyzed, its biologic actions, as well as the forms that are currently on the market. The experimental part describes in detail the experimental process and the tests performed until the desired effect was achieved.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παγκόσμια ζήτηση για υψηλής δραστηριότητας γλυκαντικές ουσίες ασφαλείς για τον άνθρωπο έχει αυξηθεί, καθώς ο τρόπος ζωής και διατροφής έχει καταστροφικά αποτελέσματα στην υγεία του ανθρώπου. Έτσι αναζητούνται φυσικά γλυκαντικά που θα χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και όχι μόνο. Οι Ινδιάνοι της Παραγουάης γνώριζαν εδώ και αιώνες τις εξαιρετικές ιδιότητες του φυτού της στέβιας. Πρόκειται για ένα μικρό πολυετή θάμνο, που ανήκει στην οικογένεια των χρυσανθέμων και προέρχεται από την Παραγουάη. Τα φύλλα της στέβια περιέχουν γλυκαντικές ουσίες που ονομάζονται γλυκοζίτες στεβιόλης. Το γλυκαντικό από το φυτό στέβια είναι μια ολιγοθερμιδική αλλά όχι μηδενική γλυκαντική ύλη και είναι 300 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη. Είχαν γίνει πολλές προσπάθειες για τη χρήση της στέβιας ως γλυκαντική ουσία από πάρα πολλές χώρες όμως απαγορευόταν για πολλά χρόνια χωρίς να υπάρχουν ενδείξεις επικινδυνότητας. Το 2008 είχαμε την έγκριση της στέβιας από τον FAO (Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ), αλλά και από την Αυστραλία και Ν. Ζηλανδία. Από πολυάριθμες μελέτες που έχουν γίνει, αποδεικνύεται πλήρως η ασφάλεια χρήσης της στέβιας ως γλυκαντικό συστατικό (EFSA, 2010). Επίσης από Τοξικολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι στεβιοσίδη δεν διαθέτει μεταλλαξιογόνες, τερατογόνες ή καρκινογόνο δράση. Τα τελευταία χρόνια η στέβια έχει ευρύ χρήση στη βιομηχανία τοφίμων γιατί είναι ένα φυσικό γλυκαντικό που έχει βοηθήσει να μειωθούν ασθένειες που έχουν γίνει μάστιγα όπως η παχυσαρκία, ο σακχαρώδης διαβήτης κ.α., αλλά και για όσους θέλουν ένα καλύτερο τρόπο ζωής διατηρώντας όμως τη γλυκαντική ποιότητα βασικό μειονέκτημά της στέβιας είναι η χαρακτηριστική πικρή της γεύση, η οποία εμποδίζει τις προσπάθειες για πλήρη αντικατάσταση της ζάχαρης από το φυσικό γλυκαντικό. Για αυτό το λόγο έγινε η παρούσα μελέτη, προκειμένου να φτιαχτεί ένα εκχύλισμα στέβιας απαλλαγμένο από την χαρακτηριστική πικρή γεύση και συνεκχυλίσματα που όχι μόνο δε θα είχαν πικρή γεύση αλλά θα προσδίδουν το ευχάριστο άρωμα του βασιλικού.

1.1 Γλυκαντικές ουσίες

Οι γλυκαντικές ουσίες, όπως δείχνει και το όνομά τους, είναι τα συστατικά εκείνα που προσδίδουν γλυκιά γεύση στα τρόφιμα (Γεωργακάκης, 2012). Η χρήση φυσικής προέλευσης γλυκαντικών και των τεχνικών γλυκαντικών υλών προσφέρει γλυκιά γεύση χωρίς «ενοχές», γιατί περιέχουν ελάχιστες έως καθόλου θερμίδες και δεν επηρεάζουν το σάκχαρο ή την ινσουλίνη στο αίμα μας. Αυτό συμβαίνει, γιατί αυτές οι ύλες έχουν πολύ ισχυρότερη γλυκαντική ισχύ από τη ζάχαρη, προσφέροντας κατ' αυτόν τον τρόπο ένα σημαντικό πλεονέκτημα τόσο στις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων όσο και στους καταναλωτές. Κάθε γλυκαντική ύλη έχει τα δικά της μοναδικά γευστικά και τεχνικά χαρακτηριστικά και οφέλη. Παρ' όλο που δεν έχουν «μαγικές» ιδιότητες, εντούτοις εάν αντικαταστήσουμε τη ζάχαρη στα τρόφιμα που περιέχουν με γλυκαντικές ύλες, μπορούμε να μην έχουμε αυξομειώσεις στο σάκχαρο μας, να μειώσουμε τις θερμίδες που προσλαμβάνουμε και να χάσουμε βάρος εφόσον δεν υπερβαίνουμε τις ποσότητες που μας αντιστοιχούν. Οι γλυκαντικές ύλες έχουν περάσει από εκτενείς ελέγχους για την ασφάλεια της χρήσης τους από τους καταναλωτές όλων των ηλικιών, ενώ έχουν μελετηθεί για περισσότερα από 20 χρόνια πριν πάρουν έγκριση για χρήση (Belitz et al., 2006). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ρυθμίζουν τη χρήση των προσθέτων τροφίμων και ειδικότερα, η Επιτροπή και τα κράτη μέλη αποφασίζουν ποια πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και σε ποια επίπεδα. Όλα τα πρόσθετα τροφίμων περιλαμβάνονται στη λίστα με τα συστατικά στις ετικέτες των προϊόντων, όπου πρέπει να προσδιορίζεται τόσο η χρήση του προσθέτου τροφίμων στο τελικό προϊόν (π.χ. γλυκαντική ουσία) όσο και η συγκεκριμένη ουσία που χρησιμοποιήθηκε, είτε με αναφορά στον αντίστοιχο αριθμό Ε ή με το όνομά της (π.χ. Ε 954 για 'Σακχαρίνη »). (ΕΕ, 2011)

1.1.1 Ορισμός γλυκύτητας

Η γλυκιά γεύση είναι μια εγγενής ανθρώπινη αδυναμία. Οι διατροφικές προτιμήσεις για τα γλυκαντικά στα παιδιά και τους ενήλικες δημιουργούνται μέσα από τις προσωπικές τους γευστικές εμπειρίες, και συνακόλουθα μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από το ένα άτομο στο άλλο. Η αίσθηση της γλυκύτητας οφείλεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ μορίων του γλυκαντικού παράγοντα και «των θέσεων υποδοχής» της γλώσσας. Η πορεία είναι γρήγορη και αντιστρεπτή και δεν παρέχεται καμία απόδειξη ότι γίνεται χημική αντίδραση. (EUFIC, 2009)

1.1.2 Γλυκαιμικός δείκτης

Ο γλυκαιμικός δείκτης είναι μια κλίμακα που αντιπροσωπεύει την ποιότητα των διαιτητικών υδατανθράκων κατατάσσει τα υδατανθρακούχα τρόφιμα σύμφωνα με την αύξηση των επιπεδών της γλυκόζης του αίματος που προκαλούν σε σύγκριση με ένα τρόφιμο αναφοράς. (Foster-Powell et al., 2002) Όσο χαμηλότερος είναι ο γλυκαιμικός δείκτης των τροφών, τόσο λιγότερο είναι το μεταγευματικό σάκχαρο. (Burani, 2006) Όταν τα φρούτα είναι ώριμα ή τα όσπρια και τα ζυμαρικά είναι πολυβρασμένα, αυξάνεται ο γλυκαιμικός δείκτης. Γι' αυτό καλύτερα να επιλέγονται άγουρα φρούτα ή λιγότερο βρασμένα όσπρια και ζυμαρικά. Οι φυτικές ίνες καθυστερούν την απορρόφηση γλυκόζης και γι' αυτόν το λόγο είναι προτιμότερο να καταναλώνονται φρούτα και όχι χυμοί. Οι έτοιμοι χυμοί φρούτων περιέχουν ζάχαρη και πρέπει να αποφεύγονται. Συνιστώνται μόνο σε περίπτωση υπογλυκαιμίας όπου χρειάζεται άμεση κατανάλωση υδατανθράκων. Αν και κάποια άτομα με διαβήτη δυσκολεύονται να κατανοήσουν τον όρο αυτό, ωστόσο όμως η εκπαίδευση στην αναγνώριση εκείνων των τροφίμων με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, μπορεί να βοηθήσει το άτομο με διαβήτη στην επιλογή πιο υγιεινών τροφών. Σαν συνέπεια

αυτό θα έχει μικρότερη μεταγευματική υπεργλυκαιμία και επομένως καλύτερη μέση τιμή του σακχάρου του αίματος. (Τούντας , 2003)

1.2 Γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σήμερα παγκοσμίως

Οι γλυκαντικές ύλες είναι φυσικές ή συνθετικές ενώσεις, οι οποίες δίνουν την αίσθηση της γλυκύτητας και δεν περιέχουν ή περιέχουν ελάχιστες θερμίδες («μη διατροφικές γλυκαντικές ύλες») σε σχέση με την ένταση της γλυκύτητας φυσικές γλυκαντικές και οι τεχνητές ύλες φυσικές ύλες διακρίνονται σε α) σακχαρούχες και β) μη σακχαρούχες. (Belitz , et al., 2006) Στην κατηγορία των σακχαρούχων ανήκουν οι:

- Καλαμοσάκχαρο ή Ζάχαρη
- Μέλι
- Φρουκτόζη
- Μαλτόζη
- Λακτόζη
- Δεξτρόζη
- Μελάσα
- Πετιμέζι
- Χαρουπόμελο
- Ζάχαρη σφενδάμου και Σιρόπι σφενδάμου (Άρθρο63, 2002)

Στην κατηγορία των μη σακχαρούχων είναι οι:

- Ερυθριτόλη

- Ισομαλτόζη
- Λακτιτόλη
- Μαλπιτόλη και Σιρόπια μαλπιτόλης
- Σορβιτόλη
- Μανιτόλη
- Ταγκατόζη
- Ξυλιτόλη (Carakostas, et al., 2012)

β) Η δεύτερη κατηγορία αφορά τις ύλες έντονης γλυκύτητας (intense sweeteners) που έχουν πολλαπλάσια γλυκύτητα από την ζάχαρη αλλά αποδίδουν ελάχιστες έως και μηδενικές θερμίδες. Οι φυσικές υψηλής - ισχύς γλυκαντικές είναι η εξής :

- Στεβιοσίδη / Ρεμπουδιοσίδη Α
- Θαυματίνη
- Μογκροσίδη
- Γλυκορριζίνη (Ζακυνθινός, 2013)

Τεχνικές Γλυκαντικές Ύλες

Στην δεύτερη κατηγορία των μη σακχαρούχων γλυκαντικών υλών ανήκουν και οι τεχνητές γλυκαντικές ουσίες. Οι πιο διαδεδομένες τεχνητές γλυκαντικές ύλες είναι οι εξής:

- Ακεσουλφάμη Κ
- Ασπαρτάμη
- Νεοτάμη

- Κυκλαμάτη
- Σακχαρίνη
- Σουκραλόζη

Επίσης συνθετικές υψηλής-ισχύς γλυκαντικές είναι:

- Αλιτάμη
- Νεοεσπεριδίνη Λιϋδροχαλκόνη (NHDC) (Mitchell, 2008)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 :Σύγκριση της στεβιοσίδης με τα κοινά τεχνητά γλυκαντικά μέσα

Ιδιότητα	Ασπαρτάμη	Ακεσουλάμη Κ	Κυκλαμικά	Σακχαρίνη	Στεβιοσίδη
Τρόπος παρασκευής	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Φυσική
Γλυκαντική ισχύς	200	150	30	250	200
Σταθερότητα στη θέρμανση	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα σε διάφορα pH	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα στο ψήσιμο	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Διαλυτότητα στην αλκοόλη	Όχι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Ναι
Σταθερότητα στο μαγείρεμα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Αίσθηση πλήρωσης του στόματος	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Χρησιμοποιείται από	το 1981	το 1988	το 1938	το 1879	Αιώνες

(Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

2 ΣΤΕΒΙΑ

2.1 Η ιστορία της Στέβιας

Η *Stevia rebaudiana Bertoni* είναι θάμνος που ανήκει στην οικογένεια *Asteraceae* και κατάγεται από την Παραγουάη και τη Βραζιλία. Ιστορικά, το φυτό στέβια έχει υπηρετήσει μια σειρά από τρόφιμα και φάρμακα που χρησιμοποιούνται στη Νότια Αμερική. (Carakostas, et al., 2012) Το όνομα του φυτού δόθηκε προς τιμή του Ισπανού γιατρού και βοτανολόγου του 16^{ου} αιώνα Pedro Jaime Esteve (Stevius). Η ενδημονεί στη Βόρεια και Κεντρική Αμερική και το Μεξικό μέχρι την Αριζόνα, το Νέο Μεξικό και το Τέξας. Οι γλυκιές ιδιότητες των φύλλων της ήταν γνωστές για αιώνες στους αυτόχθονες της Ν. Αμερικής, όπως στη φυλή Γκουαράνι της Παραγουάης, που φαίνεται να χρησιμοποίησε πρώτη τα φύλλα του φυτού για να γλυκάνει ροφήματα βοτάνων (Βικιπαίδεια, 2016). Προς τα τέλη του 19ου αιώνα, ο Παραγουανός (Ελβετικής καταγωγής) βοτανολόγος Moises Santiago Bertoni (1857-1929), τότε Διευθυντής της Γεωργικής Σχολής της Ασουσιόν, είχε ακούσει αυτές τις ιστορίες για ένα εξαιρετικά γλυκό φυτό. Το αναζήτησε και μετά από πολλές δυσκολίες και πολυετείς έρευνες το βρήκε στα δάση της βορειοανατολικής Παραγουάης. Ο Bertoni περιέγραψε και ταξινόμησε επιστημονικά τη στέβια το 1899. Ο Bertoni ονόμασε τη νέα αυτή ποικιλία της στέβιας *Rebaudiana*, προς τιμήν του Παραγουανού χημικού Ovidio Rebaudi, που πρώτος απομόνωσε με εκχύλιση τα γλυκά συστατικά του φυτού. Δικαιολογημένα οι Παραγουανοί θεωρούν τη στέβια ως "εθνικό προϊόν" και επιδιώκουν η χώρα τους να χαρακτηριστεί ως "χώρα προέλευσης" του φυτού.

Το 1908 ο Raenack απομόνωσε σε κρυσταλλική μορφή τις γλυκαντικές ύλες από αλκοολικό εκχύλισμα φύλλων στέβιας. Η έρευνα για το φυτό και τις γλυκαντικές ουσίες που παράγονται από το φυτό συνεχίστηκε (1931) από δύο

Γάλλους χημικούς, οι οποίοι απομόνωσαν τους γλυκοζίτες που δίνουν τη γλυκιά γεύση στη στέβια. (Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

Το 1931 Γάλλοι επιστήμονες ανακάλυψαν και απομόνωσαν τους γλυκοζίτες του φυτού που είναι υπεύθυνοι για τη γλυκιά του γεύση. Το 1945, λειτούργησε το πρώτο εργοστάσιο εκχύλισης της Στέβιας και της Στεβιοσίδης στην Παραγουάη ενώ το 1908 έγινε η πρώτη αναφορά καλλιέργειάς της στην χώρα από την οποία κατάγεται. (Καπόγλου, 2009)

Το 1950 οι Ιάπωνες, μετέφεραν φυτά της Στέβια στην Ιαπωνία, έκαναν έρευνες και πειραματικές καλλιέργειες της, ανέπτυξαν πολλές ποικιλίες της *Stevia rebaudiana* με μεγαλύτερη περιεκτικότητα στις γλυκαντικές ουσίες stevioside και rebaudioside και τελικά ασχολήθηκαν με την καλλιέργεια της σε εμπορική κλίμακα με συμβάσεις καλλιέργειας της με αγρότες στην Κίνα. Το 1970 στην Ιαπωνία, εγκρίθηκε η χρήση της Στέβιας σαν τρόφιμο και σαν υποκατάστατο της Ζάχαρης, ενώ ταυτόχρονα απαγορεύτηκε η χρήση των χημικών γλυκαντικών ουσιών (όπως η Ασπαρτάμη), με άμεση συνέπεια την αλματώδη αύξηση της κατανάλωσης της Στέβιας στην Ιαπωνία, όπου σήμερα η Στέβια κατέχει το 50% της αγοράς γλυκαντικών ουσιών της Ιαπωνίας.

Το 1991 στις Ηνωμένες Πολιτείες, απαγορεύθηκε η εισαγωγή της και η χρήση της Στέβιας, ως γλυκαντικής ουσίας, παρά το γεγονός ότι δεν υπήρχε καμία ένδειξη για την επικινδυνότητά της, ούτε στους καταναλωτές της Λατινικής Αμερικής, ούτε και στους καταναλωτές των χωρών και κυρίως της Ιαπωνίας, όπου αυτό το προϊόν κυκλοφορεί εδώ και πολλά χρόνια. (Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009).

Το 1995 όμως η Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση των ΗΠΑ, ενέδωσε στις πιέσεις καταναλωτών και παραγωγών Στέβιας και επέτρεψε την κυκλοφορία της υπό τον όρο να χαρακτηρίζεται ρητά «συμπλήρωμα διατροφής», αλλά να απαγορεύεται να χαρακτηρίζεται ως τρόφιμο και ως υποκατάστατο της ζάχαρης. Το 2005 όμως στην ΕΕ, οι πειραματικές καλλιέργειες άρχισαν και πάλι στην Ελλάδα, στην Πορτογαλία και στην Ιταλία και μάλιστα με επιδότηση της έρευνας από την Ε.Ε. Το 2007 οι εταιρίες COCA-COLA και η PEPSI μπήκαν στο παιχνίδι υπέρ της Στέβιας, ενώ επανήλθε και η εταιρία τσαγιού LIPTON TEA. Το 2009 όλες θα κυκλοφορήσουν στην αγορά sugar free προϊόντα τους με γλυκαντικό την Στέβια. Το 2008 είχαμε την

έγκριση της Στέβιας από τον FAO (Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ), αλλά και από την Αυστραλία και Ν. Ζηλανδία. (Καπόγλου, 2009) Τα τελευταία χρόνια το φυτό στέβια και τα γλυκαντικά που προέρχονται από τα φύλλα του τράβηξαν την προσοχή εξαιτίας της αυξημένης ζήτησης σε τρόφιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη και θερμίδες. Τα φύλλα του φυτού και τα γλυκαντικά που προέρχονται από αυτό είναι 300 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη, δεν αποδίδουν ενέργεια (θερμίδες) και δεν περιέχουν υδατάνθρακες. (Βικιπαίδεια, 2016).

2.2 Βοτανική περιγραφή του φυτού *stevia rebaudiana*

Η *Stevia rebaudiana Bertoni* είναι ένα δικότυλο ποώδες φυτό που ανήκει στη τάξη των Αστερανθών, στην οικογένεια Compositae (*Asteraceae*) και στην υποοικογένεια Ευπατόριες (*Eupatorieae*). Υπάρχουν περίπου 280 είδη του γένους Στέβια αλλά μόνο η *Steviarebaudiana* έχει αυτή τη μεγάλη γλυκαντική δύναμη. Τα πιο γνωστά είδη του γένους είναι *Stevia eupatoria*, *Stevia ovata*, *Stevia plummere*, *Stevia salicifolia* και *Stevia serrata* (Καπόγλου, 2009). Οι κοτυληδόνες είναι σχεδόν στρογγυλές και μοιάζουν πολύ με εκείνες του καπνού, διαστάσεων περίπου 0,5cm. (Λόλας , 2009)



Εικόνα 1: Κοτυληδόνες του φυτού Στέβια *Rebaudiana* (Λόλας , 2009)

Οι βλαστοί αρχικά είναι τρυφεροί και χυμώδεις, έχουν λευκό πυκνό χνούδι και αργότερα γίνονται ημιξυλώδεις. Εύκολα πλαγιάζουν και σπάζουν, τα οποία έχουν ως συνέπεια από τα γόνατα να δίνονται πλάγιοι βλαστοί κατά μήκος του πλαγιασμένου φυτού. Έχει 5-10 ή και περισσότερους βλαστούς ανά φυτό και μπορεί να φτάσουν και τους 20. Ο αριθμός των βλαστών εξαρτάται από τις συνθήκες αύξησης και την ηλικία του φυτού. Σε φυτά δύο ή περισσότερων ετών το στέλεχος που προέρχονται από την αναβλάστηση κάθε Άνοιξη (συνήθως το Μάρτιο) είναι περισσότεροι από ότι σε φυτά του έτους. Οι βλαστοί φτάνουν το ύψος των 50-80cm στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής. (Λόλας , 2009) Το φυτό της στέβια έχει μια εναλλακτική διάταξη των φύλλων, Φύονται κατά ζεύγη, σταυρωτά, αντικριστά μεταξύ τους και είναι άμισχα. Τα φύλλα της Στέβιας είναι τρυφερά, εύθραυστα με ανοιχτό πράσινο χρώμα. Έχουν σχήμα επιμήκες-λογχοειδές ή σχήμα σπάτουλας, με αμβλύ έλασμα που είναι ελαφρώς χνουδωτό στην πάνω επιφάνεια του. Το φύλλο έχει οδοντωτό περιθώριο από τη μέση προς την άκρη (Madan, et al., 2010), πλάτος περίπου 2-3cm και μήκος μέχρι 5cm ανάλογα με την ποικιλία (μεγαλόφυλλη, μεσόφυλλη, μικρόφυλλη). (Καπόγλου, 2009) Τα φύλλα έχουν δυο διαφορετικά μεγέθη, τα μεγάλα έχουν μήκος 4-5mm και τα μικρά 2,5mm. Τα φύλλα στέβιας μπορεί να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό σε μέγεθος και ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω πολλών περιβαλλοντικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών του εδάφους, τις μεθόδους άρδευσης, την ηλιακή ακτινοβολία, την καθαρότητα του αέρα, την καλλιεργητικές τεχνικές την επεξεργασία καθώς και την αποθήκευση. Τα φύλλα έχουν μια ευχάριστα γλυκιά, δροσερή γεύση που παραμένει στο στόμα για ώρες. (Yadav, et al., 2010)



Εικόνα 2: Φύλλο Στέβιας *Rebaudiana*

(agrifarming, 2015)

Τα άνθη είναι μικρά (15-17 mm) και λευκά με απαλό μωβ χρώμα στο λαιμό τους. Τα μικροσκοπικά αυτά λουλούδια είναι τέλεια (ερμαφρόδιτα) έχουν και τα δύο αναπαραγωγικά όργανα (θηλυκά - αρσενικά), οι κεφαλές των ανθιδίων σχηματίζουν κορύμβους των 2-6 πετάλων. Το φυτό ξεκινάει την ανθοφορία όταν έχουν σχηματιστεί τέσσερα πραγματικά φύλλα. Παίρνει περισσότερο από ένα μήνα για να περάσει μέσα από τα διάφορα αναπτυξιακά στάδια των λουλουδιών, και να παράγει όλα του τα άνθη. (Yadav, et al., 2010)



Εικόνα 3: Άνθη Στέβιας *Rebaudiana* (Βικιπαίδεια, 2016)

Το ριζικό σύστημα είναι πολυετές, οι ρίζες του είναι λεπτές και βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και επιπολαιόριζο τα πρώτα χρόνια καλλιέργειας του. Επειδή έχει επιφανειακές ρίζες δεν αντέχει σε έλλειψη νερού καθώς και σε ισχυρούς ανέμους. Όμως με σωστές καλλιεργητικές φροντίδες και με κούρεμα της κορυφής το ριζικό σύστημα μπορεί να γίνει βαθύτερο, πιο πλούσιο και πολύκλαδο. (Λόλας , 2009)



Εικόνα 4: Ριζικό σύστημα του φυτού Στέβια *Rebaudiana* (GAIAPedia, 2015)

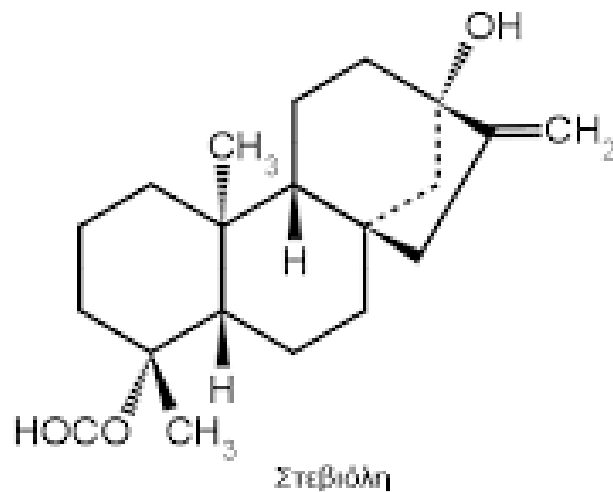
2.3 Χημική σύσταση στέβιας

Η στέβια περιέχει πάνω από 100 διαφορετικές ουσίες, οργανικές και ανόργανες. Από τις οργανικές ουσίες οι σπουδαιότερες είναι τα γλυκοζίδια, πρωτεΐνες (6,2%), υδατάνθρακες (52,8%), χλωροφύλλες, φυτικές ίνες, καροτένια, φλαβονοειδή (ρουτίνη), πραγματική βιταμίνη Α, βιταμίνη Β, γιββεριλλίνη, λιπίδια (5,6%) και αιθέρια έλαια. Στα λιπίδια και στα αιθέρια έλαια έχουν βρεθεί έως τώρα 53 διαφορετικές ενώσεις. (Λόλας , 2009)

Η γλυκαντική δύναμη που έχει το φυτό Στέβια οφείλεται στη χημική του σύσταση, και πιο συγκεκριμένα στους γλυκοζίτες. (Καπόγλου, 2009) Οι γλυκοζίτες είναι ενώσεις που περιέχουν ένα μόριο υδατάνθρακα (σάκχαρο) συνδεδεμένο με μια μη-υδατανθρακική μονάδα (αγλυκόνη). (Lemus-Mondaca , et al., 2011) Οι γλυκοζίτες αυτοί έχουν την ίδια χημική δομή κορμού, την Στεβιόλη, αλλά διαφέρουν ως προς τα υπολείμματα υδατανθράκων που συνδέονται πάνω σε αυτή. (Chatsudthirong & Muanprasat, 2008)

2.3.1 Δομή

Η Στεβιόλη είναι ένα τετρακυκλικό διτερπένιο με σκελετό ent-kaurene. Ο μοριακός τύπος της είναι C₂₀H₃₀O₃ και η συστηματική ονομασία (4α)-13-υδροξυρ-καουρ-16εν-19-οϊκό οξύ. Αποτελεί το άγλυκο τμήμα των γλυκοζιτών και αναφέρεται γενικώς ως αγλυκόνη (aglycone). Η βιοσύνθεση της πραγματοποιείται μέσω της αλληλουχίας αντιδράσεων σχηματισμού του τετρακυκλικού διτερπενίου από το διφωσφορικό γερανυλό- γερανύλιο ενώ η μελέτη της είναι σημαντική για τη δημιουργία ποικιλιών Στέβιας πλουσιότερες σε γλυκοζίτες με καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά. (Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009) Η Στεβιόλη παράγεται στα φύλλα του φυτού κατά τη φωτοσύνθεση στους χλωροπλάστες και από τα 230 είδη του γένους Στέβια μόνο δύο είδη, το *S. rebaudiana* και το *S. phlebophylla*, παράγουν γλυκοζίτες Στεβιόλης. (Lemus-Mondaca , et al., 2011) Η βιοσύνθεση των διτερπενίων έχει βρεθεί ότι γίνεται γενικά στα πλαστίδια των φυτικών κυττάρων. Οι γλυκοζίτες Στεβιόλης μεταφέρονται στα κύτταρα όπου αποθηκεύονται, συσσωρεύονται στα φύλλα της Στέβιας και μπορεί να περιλαμβάνουν το 10-20% του ξηρού βάρους των φύλλων. (Brandle, et al., 1998) Το ποσοστό αυτό εξαρτάται από τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις συνθήκες κατά την αύξηση των φυτών. Έτσι ένα μεγάλο ποσοστό του συνολικού μεταβολισμού των φυτών δεσμεύεται για τη σύνθεση αυτών των πολύπλοκων δομικά μορίων. (Lemus-Mondaca , et al., 2011) Όπως και άλλοι δευτερογενείς μεταβολίτες, έτσι και οι γλυκοζίτες Στεβιόλης μπορούν να λειτουργήσουν ως άμυνα, για αποτροπή σίτισης ή έχοντας δράσεις ενάντια σε φυτοφάγα ζώα, παράσιτα ή παθογόνα. (Brandle, et al., 1998)



Εικόνα 5: Δομή Στεβιόλης

(Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

2.4 Κύριοι γλυκοζίτες στεβιόλης

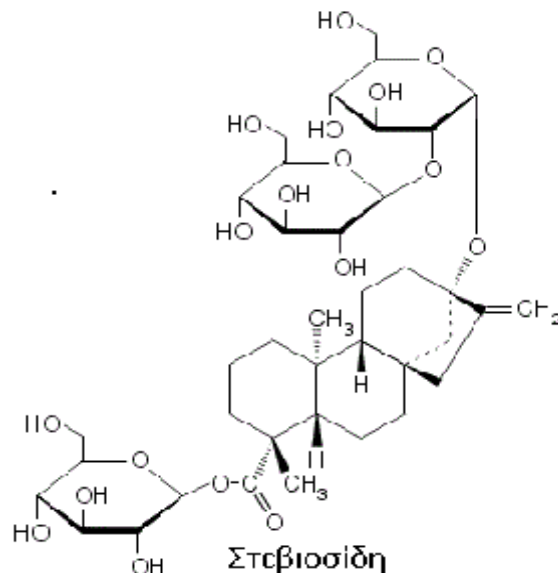
Όπως αναφέρθηκε όλοι οι διτερπενικοί γλυκοζίτες έχουν μια κοινή δομή, την Στεβιόλη και προκύπτουν με την αντικατάσταση των υδρογόνων των δύο οξυγονωμένων ομάδων (Lemus-Mondaca , et al., 2011)

Οι πιο γνωστοί γλυκοζίτες Στεβιόλης είναι οι εξής :

- Στεβιοσίδη (Stevioside)
- Ρεμπαουδιοσίδη A
- Ρεμπαουδιοσίδη B
- Ρεμπαουδιοσίδη C
- Ρεμπαουδιοσίδη D
- Ρεμπαουδιοσίδη E

- Ρεμπαουδιοσίδη F
- Στεβιολοβιοσίδη (Steviolbioside)
- Δουλκοσίδη A (Dulcoside A) (Ζακυνθινός, 2013)

Η Στεβιοσίδη είναι ο κυριότερος γλυκοζίτης της Στεβιόλης που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία στα φύλλα όπου κυμαίνεται από 6-10% του ξηρού βάρους ενός φύλλου (Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009). Είναι μια σταθερή ένωση με γλυκαιμικό δείκτη 300. Δεν εμφανίζει τοξικότητα, ούτε μεταλλαξιογόνο δράση και είναι μια χαμηλής θερμιδικής αξίας ουσία. Η Στεβιοσίδη είναι λίγο διαλυτή στο νερό αλλά πολύ διαλυτή στην αιθανόλη. Έχει επιπλέον θεραπευτική δράση και δυνατότητα αντικατάστασης της ζάχαρης. (Montoro , et al., 2013) Το αρνητικό του γλυκοζίτη αυτού είναι ότι αφήνει μια πικρή επίγευση που αποτελεί αντικείμενο έρευνας. (Ζακυνθινός, 2013)



Εικόνα 6: Δομή Στεβιοσίδης

(Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

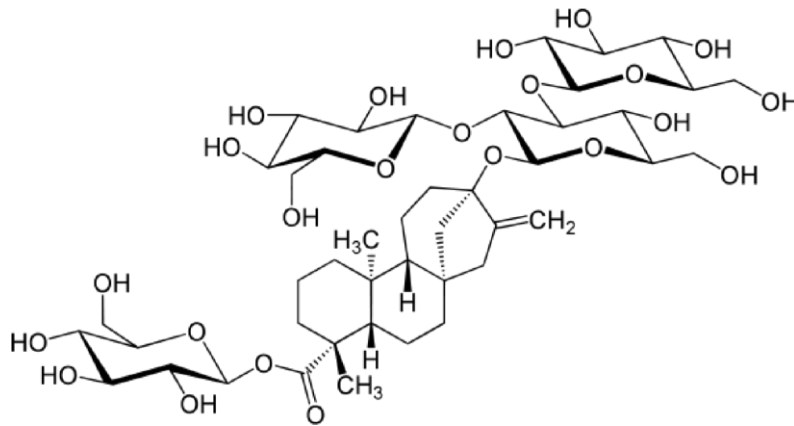
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 :Σύγκριση της στεβιοσίδης με τα κοινά τεχνητά γλυκαντικά μέσα

(Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

Ιδιότητα	Ασπαρτάμη	Ακεσουλφάμη Κ	Κυκλαμικ ά	Σακχαρίν η	Στεβιοσίδ η
Τρόπος παρασκευής	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Φυσική
Γλυκαντική ισχύς	200	150	30	250	200
Σταθερότητα στη θέρμανση	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα σε διάφορα pH	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα στο ψήσιμο	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Διαλυτότητα στην αλκοόλη	Όχι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Ναι
Σταθερότητα στο μαγείρεμα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Αίσθηση πλήρωσης του στόματος	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Χρησιμοποιείται από	το 1981	το 1988	το 1938	το 1879	Αιώνες

Η Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι ο δεύτερος σε αναλογία γλυκοζίτης της Στέβιας. Ο γλυκοζίτης αυτός είναι ο καλύτερος σε ποιότητα γιατί δεν αφήνει την

χαρακτηριστική πικρή επίγευση που αφήνει η Στεβιοσίδη έχει γλυκαιμικό δείκτη 450 και βρίσκεται σε αναλογία στα φύλλα από 2-4% του ξηρού βάρους ενός φύλλου (Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)



Εικόνα 7: Δομή ρεμπαουδιοσίδη A (rebudioside A)

(Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

Η Ρεμπαουδιοσίδη Β έχει προκύψει από την αλκαλική υδρόλυση και κατά τη διάρκεια της απομόνωσης της Ρεμπαουδιοσίδη Α ή και από τη Ρεμπαουδιοσίδη D, (Brandle, et al., 1998) αποτελεί δευτερεύον συστατικό στα εκχυλίσματα των φύλλων. (Lemus- Mondaca et.al, 2011)

Ο τρίτος κατά σειρά σε αναλογία γλυκοζίτης είναι η Ρεμπαουδιοσίδη C. Με ποσοστό στα φύλλα 1-2% του ξηρού βάρους ενός φύλλου. (Lemus- Mondaca et.al, 2011)

Σε μικρές ποσότητες στα φύλλα της στέβιας βρίσκεται η Ρεμπαουδιοσίδη D. Η Ρεμπαουδιοσίδη E και F βρίσκονται και αυτές σε πολύ μικρές ποσότητες. (Brandle, et al., 1998)

Η Στεβιολοβιοσίδη είναι ένα δευτερεύον συστατικό που όπως και η Ρεμπαουδιοσίδη Β δεν είναι μητρικό της Στέβιας. Προκύπτει υπό αλκαλικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της υδρόλυσης. (Lemus- Mondaca et.al, 2011)

Ο τέταρτος γλυκοζίτης σε αναλογία είναι η Δουλκοσίδη Α με ποσοστό 0,4- 0,7% του ξηρού βάρους ενός φύλλου. (Lemus- Mondaca et.al, 2011)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΓΛΥΚΟΖΙΤΕΣ ΣΤΕΒΙΟΛΗΣ ΚΑΙ Η ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΗ ΤΟΥΣ ΙΣΧΥΣ

(Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009)

Ονομασία ένωσης	R1	R2	Γλυκαντική ισχύς
Στεβιόλη	H	H	-
Στεβιολοβιοσιδή	H	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	100 - 125
Στεβιοσιδή	β -Glc	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	150 - 300
Ρεμπαουδιοσιδή Α	β -Glc	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	250 - 400
Ρεμπαουδιοσιδή Β	H	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	300 - 350
Ρεμπαουδιοσιδή C (Δουλκοσιδή Β)	β -Glc	β -Glc- α -Rha (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	50 - 120
Ρεμπαουδιοσιδή D	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	250 - 450
Ρεμπαουδιοσιδή E	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	150 - 300
Ρεμπαουδιοσιδή F	β -Glc	β -Glc- β -Xyl (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	-
Δουλκοσιδή Α	β -Glc	β -Glc- α -Rha (2 \rightarrow 1)	50 - 120

2.5 Άλλα συστατικά της Στέβιας

Για το τελικό αποτέλεσμα γεύσης της Στέβιας δεν ευθύνονται μόνο οι κύριοι γλυκοζίτες αλλά και άλλα θρεπτικά συστατικά σε μικρότερες ποσότητες όπου και αυτά με την σειρά το επηρεάζουν. Άλλες χημικές ουσίες και θρεπτικά συστατικά είναι : η Ισοστεβιόλη, η Στεβιαμίνη, η Ρουμπουμποσιδή, η Δουλκοσιδή Β, το Στεβιολομονοσιδίο, η Ρεμπαουδιοσιδή G,I,H,J,K,L,M,N, και O, το φορμικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, χλωρογενές οξύ,η χλωροφύλλη, η ξανθοφύλλη, η καρυοφίλη,η γιβεριλλίνη, ινδολ- Ζακετονιτρίλιο, λουπεόλη , λουτεολίνη, , καμπεστερόλη, κουαρένιο, σκοπολετίνη, στιγμαστερόλη, ουμπελλιφερόνη, όπως και στερολες ,τριτερπένια, φλαβονοειδή, τανίνες και ένα εξαιρετικά πλούσιο έλαιο που περιέχει αλδεΐδες, μονοτερπένια και σесκιτερπένια. (Brandle, et al., 1998) , (Pieri, et al., 2011)

2.6 Η στέβια ως γλυκαντική ουσία

Η παγκόσμια ζήτηση για υψηλής δραστηριότητας γλυκαντικές ουσίες ασφαλείς για τον άνθρωπο έχει αυξηθεί, καθώς ο τρόπος ζωής και διατροφής έχει καταστροφικά αποτελέσματα στην υγεία του ανθρώπου. Έτσι αναζητούνται φυσικά γλυκαντικά που θα χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και όχι μόνο, ώστε να μειωθούν ασθένειες που έχουν γίνει μάλιστα όπως η παχυσαρκία, ο σακχαρώδης διαβήτης κ.α., αλλά και για χρήση αυτών των γλυκαντικών σε όσους θέλουν ένα καλύτερο τρόπο ζωής διατηρώντας όμως τη γλυκαντική ποιότητα. Η Στέβια είναι ένα τέτοιο προϊόν, που σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως ως φυσικό γλυκαντικό. Το γλυκαντικό από το φυτό στέβια είναι μια ολιγοθερμιδική γλυκαντική ύλη αλλά όχι μηδενική εφόσον περιέχουν σάκχαρα τα οποία προσλαμβάνει ο οργανισμός. (Kroyer, 2010) Είναι 300 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη. Από ότι δείχνουν οι μελέτες η στέβια μεταβολίζεται στο έντερο και στη συνέχεια στο ήπαρ, ενώ κάποια ποσότητα απεκκρίνεται αμετάβλητη. Η στέβια είναι πολύ γλυκιά στη γεύση και λειτουργεί σε συνεργασία με άλλες γλυκαντικές ύλες. Η στέβια έχει μια όμοια με την μέντα πικρή επίγευση, η οποία μειώνεται όσο αυξάνεται η καθαρότητα του εκχυλίσματος. Η στέβια έχει πολύ καλή σταθερότητα στη θερμοκρασία και ευρύ φάσμα τιμών PH, ιδιότητα που επιτρέπει τη χρήση της στην μαγειρική και την ζαχαροπλαστική σε αντίθεση με άλλες γλυκαντικές ουσίες όπως η ασπαρτάμη που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αυτό τον τρόπο. (Ευσταθίου & Βαλαβάνης, 2009) Όπως επίσης η στέβια είναι πιο σταθερή σε όξινα ροφήματα από άλλες γλυκαντικές ύλες που χρησιμοποιούνται ευρέως. Παρ' όλα αυτά σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας και PH μπορεί να υποβαθμίσουν την ουσία. Επιπλέον κατά την εφαρμογή της σε διάφορες κατηγορίες τροφίμων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πιθανές αλληλεπιδράσεις με άλλα συστατικά . (Kroyer, 2010)

2.7 Μορφές και χρήσεις στέβιας

2.7.1 Μορφές στέβιας

Η Στέβια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές μορφές. Η επιλογή εξαρτάται από την ποσότητα της απαιτούμενης γλυκύτητας. Συγκεκριμένα η στέβια με μορφή άσπρων κόκκων είναι πιο γλυκιά. Οι μορφές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι:

- Νωπά φύλλα Στέβιας: βότανο στην πιο φυσική του μορφή, ακατέργαστο μεταδίδει μια εξαιρετικά γλυκιά γεύση που θυμίζει γλυκόριζα και διαρκεί για αρκετό διάστημα.



Εικόνα 8: Νωπά φύλλα Στέβιας (agrifarming, 2015)

- Αποξηραμένα φύλλα Στέβιας: Για περισσότερο γλυκιά γεύση και για να απελευθερωθούν τα συστατικά της είναι απαραίτητη η ξήρανση και η σύνθλιψη. Ένα αποξηραμένο φύλλο είναι σημαντικά πιο γλυκό από ένα φρέσκο και υπό τη μορφή αυτή χρησιμοποιείται στην παρασκευή βοτανικών ροφημάτων. Σε αυτή τη μορφή, είναι 15-20 φορές γλυκύτερη από τη ζάχαρη (1 κγ Στέβια ~ 1 φλ ζάχαρη). Τα ξηρά φύλλα στέβιας μπορεί να είναι συσκευασμένα σε μεγάλες ποσότητες, σε τσάντες τσαγιού. Έχει ένα πρασινωπό χρώμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια ευρύ ποικιλία τροφίμων και ποτών. (Singh & Rao, 2005)



Εικόνα 9: Αποξηραμένα φύλλα Στέβιας (Πισιμίση, 2012)

- Εκχύλισμα Στέβιας: λευκό εκχύλισμα σκόνης. Σε αυτή τη μορφή η Στέβια είναι περίπου 200-300 φορές γλυκύτερη από τη ζάχαρη (κατά βάρος). Αυτή η λευκή σκόνη είναι ένα εκχύλισμα από το γλυκό γλυκοζίδιο της Στεβιοσίδης, που βρίσκεται στα φύλλα του φυτού. Όλες οι σκόνες δεν είναι ίδιες. γεύση, η γλυκύτητα και το κόστος εξαρτώνται από τον βαθμό καθαρισμού τους και την ποιότητα των φυτών που χρησιμοποιούνται . (Singh & Rao, 2005)



Εικόνα 10: Λευκό εκχύλισμα σκόνης

(Καπώλη , 2016)

- Υγρά συμπυκνώματα: Στην ουσία είναι ένα μαύρο παχύρρευστο υγρό, που προκύπτει από τον βρασμό των φύλλων και μπορεί να ενισχύσει τη γεύση πολλών τροφίμων αλλά μπορεί να βρεθεί σε μορφή εκχυλίσματος στέβιας που προέρχεται από τη βύθιση των φύλλων σε αποσταγμένο νερό ή σε ένα μίγμα οιοπνεύματος-νερού και σιταριού

και τέλος από το ανάμιξη άσπρης συμπυκνωμένης σκόνης με νερό.
(Singh & Rao, 2005)



Εικόνα 11: Υγρό συμπύκνωμα (freevia, 2013)

2.7.2 Χρήσεις Στέβιας

Η Στέβια ως ενισχυτικό γεύσης. Παραδοσιακά η Στέβια έχει χρησιμοποιηθεί ως ενισχυτικό γεύσης. Τα ενεργά συστατικά της Στέβιας θεωρούνται από τους κορυφαίους επιστήμονες διατροφής ως τα «γλυκαντικά του μέλλοντος». Οι χρήστες Στέβιας πιστεύουν ότι υπάρχουν θεμιτοί λόγοι χρήσης της ως θεραπευτική τροφή. Κι αυτό γιατί η στέβια, αποτελεί πηγή πολύ χρήσιμων φυσικών ουσιών, όπως Στεβιοσίδη, ισοστεβιόλη, φυτοστερόλες, γιββεριλλίνη (φυτοορμόνη), χλωροφύλλη (φυσική χρωστική), φλαβονοειδή, τανίνες και ένα εξαιρετικά πλούσιο έλαιο που περιέχει αλδεΐδες, μονοτερπένια και σεσκιτερπένια. (Singh & Rao, 2005) Σπουδαιότερη από αυτές και για την οποία κυρίως καλλιεργείται σήμερα η στέβια είναι η Στεβιοσίδη ως φυσική γλυκαντική ουσία. Η οποία είναι το ίδιο γλυκιά με τις συνθετικές γλυκαντικές. Οι μεγαλύτεροι χρήστες της στεβιοσίδης είναι η βιομηχανία

τροφίμων - ποτών - ζαχαροπλαστική. Στις Η.Π.Α. επιτρέπεται μόνο ως διαιτητικό συμπλήρωμα, ενώ σε άλλες χώρες όπως Ιαπωνία, Κίνα, Ισραήλ, Καναδά, Βραζιλία, κ.ά. ως υποκατάστατο της κρυσταλλικής ζάχαρης, ως συμπλήρωμα διατροφής και δίαιτας. Η εμπορευματοποίηση των φύλλων της στέβιας έγινε ταχύτατα και τώρα περισσότερα από 100 είδη τροφίμων και ποτών περιέχουν γλυκαντικές ουσίες από τη στέβια. Σε χώρες όπως η Βραζιλία η Νότια Αμερική και οι Η.Π.Α η στέβια χρησιμοποιείται και στη φαρμακευτική. Στη Βραζιλία χρησιμοποιείται για τις κοιλότητες, την κατάθλιψη, για τον διαβήτη, την υπέρταση, την υπεργλυκαιμία, τις πληγές, την παχυσαρκία, την κούραση, την ουρική ανεπάρκεια, και φυσικά ως γλυκαντική ουσία. Στην Νότια Αμερική για τον διαβήτη, υπέρταση, μολύνσεις, παχυσαρκία και ως γλυκαντική ουσία και τέλος στις Η.Π.Α για μύκητες, διαβήτη, υπέρταση μολύνσεις, υπεργλυκαιμία ως αγγειοδιασταλτική και τέλος ως γλυκαντικό. (Λόλα, 2007) Συμπερασματικά βάση των ιδιοτήτων της η στέβια έχει βρεθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους στις βιομηχανίες τροφίμων, ποτών και φαρμάκων. (Singh & Rao, 2005)

2.7.2.1 Πλεονεκτήματα της χρήσης γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντικό

Η χρήση της *Stevia rebaudiana* και των γλυκών συστατικών της (γλυκοζίτες στεβιόλης) ως γλυκαντική ουσία είναι απλή και έχει διάφορα πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους τύπους γλυκαντικών όπως :

- Απαιτούνται μικρές ποσότητες, χάρη στην τεράστια γλυκαντική της δύναμη (τα ξηρά φύλλα 40 φορές και οι γλυκοζίτες στεβιόλης έως 300 φορές μεγαλύτερη γλυκύτητα από τη ζάχαρη)
- Έχει ελάχιστες έως μηδέν θερμίδες
- Είναι ένα εντελώς φυσικό, μη συνθετικό προϊόν
- Τα φύλλα, καθώς και ο καθαρός γλυκοζίτης στεβιόλης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μαγειρική και στην ζαχαροπλαστική

- Μειώνει την υψηλή αρτηριακή πίεση στο αίμα
- Μειώνει τον σακχαρώδη διαβήτη τύπου β, διότι ενεργοποιεί την έκκριση ινσουλίνης
- Μειώνει τις περιπτώσεις εγκεφαλικών και καρδιακών επεισοδίων
- Εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας
- Έχει αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριδιακές, αντιφλεγμονώδης και αντιογόνες και αντιγηραντικές ικανότητες.
- Μειώνει τα επίπεδα ουρικού οξέος
- Διευκολύνει την ούρηση
- Τα φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη φυσική τους κατάσταση
- Το φυτό είναι μη τοξικό
- Το γλυκαντικό διατηρείται σταθερό όταν θερμαίνεται μέχρι και στους 200°C
- Κλινικές δοκιμές και συχνή ανθρώπινη χρήση δεν έδειξαν αρνητικά αποτελέσματα
- Ιδανική, μη εθιστική γλυκαντική ουσία για τα παιδιά
- Πολυετής διάρκεια ζωής στο ράφι
- Μπορεί να αναμιχθεί με άλλα γλυκαντικά με αξιοσημείωτα αποτελέσματα ενίσχυσης γεύσης
- Δεν αυξάνει το σάκχαρο στο αίμα (Καπόγλου, 2009), (EUSTAS, 2016)

2.7.2.2 Μειονεκτήματα της χρήσης γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντικό

Το γλυκαντικό από το φυτό στέβια όμως παρουσιάζει και μερικά ελαττώματα. Ένα ελάττωμα των περισσότερων γλυκοζιτών στεβιόλης, ιδίως στεβιοσίδη (5), rubusoside (3), και dulcoside A (23), είναι ότι έχουν μία ελαφρά πικρία και στυπτικότητα, δίνοντας μια παρατεταμένη, δυσάρεστη μεταλλική επίγευση, η οποία εν μέρει περιορίζει τη χρήση τους για κατανάλωση από τον άνθρωπο, και ως εκ τούτου περιορίζει την εφαρμογή τους σε τρόφιμα και φαρμακευτικά προϊόντα (Gerwig, et al., 2016). Αυτή η πικρή επίγευση, που χαρακτηρίζει τη γεύση του εκχυλίσματος στέβιας δυσαρρεστεί τους καταναλωτές. Σε αντίθεση με τη ζάχαρη, οι γλυκοζίτες στεβιόλης, δεν

μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συντηρητικό στα τρόφιμα (π.χ. μαρμελάδες). Επίσης δεν συμμετέχουν σε μη ενζυμική κασπάνωση και δεν καραμελοποιούνται κατά το ψήσιμο, ενώ δεν μπορούν να μεταβολιστούν μέσω μαγιάς. Σημαντικό στην παρασκευή γλυκισμάτων με γλυκαντικό από στέβια είναι επίσης ο μειωμένος όγκος γλυκαντικού που απαιτείται για συγκεκριμένη γλυκύτητα σε σύγκριση με τη ζάχαρη. (EUSTAS, 2016)

2.8 Επίγευση στέβιας

Η επίγευση είναι το σύνολο των εντυπώσεων που αποκομίζουμε από την αίσθηση που μένει μετά την κατάποση στον ουρανίσκο.

Η «μετά τη γεύση» αίσθηση που μένει για περισσότερη ή λιγότερη ώρα στο μυαλό. Δεν πρέπει να συνδέεται με αρνητικά παρά μόνο με θετικά στοιχεία (Γεωργόπουλος, 2014). Έχει διαπιστωθεί ότι οι δύο κύριοι γλυκοζίτες στεβιόλης είναι Στεβιοσίδη και Rebaudioside A, και δύο δευτερεύων γλυκοζίτες είναι Dulcoside και Rebaudioside C, αν και υπάρχουν πολλά άλλα μικρότερης σημασίας. (Prakash, et al., 2008) Απομονώνοντας τους δυο κύριους γλυκοζίτες βρέθηκε ότι υπάρχει μια αρκετά διαφορετική γεύση μεταξύ τους με το έναν να είναι πολύ περισσότερο επιθυμητός από τον άλλον. Η γλυκύτητα της στεβιοσίδης είναι σχετικά παρόμοια με αυτή της ζάχαρης αλλά έχει ένα μειονέκτημα ότι αφήνει δυσάρεστη πικρή γεύση στο τέλος που την καθιστά ανεπιθύμητη. Αυτή η επίγευση είναι παρούσα ακόμη και σε δείγματα με μεγαλύτερη από 99% καθαρότητα. Από την άλλη η Rebaudioside A δεν διαθέτει καμία επίγευση (Payzant, et al., 1999) αντίθετα έχει μια γλυκύτητα καλής ποιότητας, ο βαθμός γλυκύτητας της είναι ο ίδιος με την στεβιοσίδη. (Prakash, et al., 2008) Έτσι αναγνωρίζεται να έχει επιθυμητές αισθητικές ιδιότητες από τους καταναλωτές. (Payzant, et al., 1999) Αυτή η πικρή επίγευση της στεβιοσίδης περιορίζει σημαντικά την χρήση της στέβιας και των γλυκοζιτών της στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών όπως και την χρήση της ως φυσικό γλυκαντικό το οποίο έχει βρεθεί να έχει ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία των καταναλωτών και πρόσληψη από άλλες ασθένειες (Risso, et al., 2014). Γίνονται συνεχώς έρευνες με σκοπό να βρεθούν τρόποι μείωσης της χωρίς να επηρεαστούν

τα θρεπτικά συστατικά του γλυκαντικού. Οι υψηλές συγκεντρώσεις στεβιοσίδη προκαλούν την έντονη πικρή γεύση ή γεύση μαύρης γλυκόριζας όπως την παρομοιάζουν και γι' αυτό το λόγο, η rebiانا δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων ως η μόνη γλυκαντική ουσία αλλά σε συνδυασμο με άλλα γλυκαντικά. Γι'αυτό έγινε προσπάθεια να αναπτυχθούν ποικιλίες με υψηλή αναλογία ρεμπουσιοσίδη Α σε σχέση με την στεβιοσίδη. Με άλλα λόγια είναι ανεπιθύμητο να έχουμε μεγάλες συγκεντρώσεις στεβιοσίδης. Η γλυκύτητα των διαφόρων γλυκοζιτών στεβιόλης διαφέρουν ουσιαστικά στις δομές τους. Έγινε μια ακόμη προσπάθεια

να αυξήσουν την παραγωγή γλυκοζιδίων της στεβιόλης in vivo και να μειώσουν τα ποσά αυτά in vitro. Οι φυτοχημικές εργασίες στράφηκαν κυρίως πάλι στη απομόνωση τους και στο προσδιορισμό της δομής τους . (Prakash, et al., 2008) Επίσης έχουν γίνει μελέτες που έχουν επικεντρωθεί στην παραγωγή ξεπικρισμένης στεβιοσίδης με ενζυματική τροποποίηση. Τα αισθητήρια δεδομένα έδειξαν ότι η στεβιοσίδη και η στεβιοσίδη τροποποιημένων ήταν, αντίστοιχα, 173 19.0 φορές και 202 16.2 φορές πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη 2 g/100 mL, γεγονός που υποδηλώνει μια σημαντική βελτίωση της δραστηριότητας της γλυκύτητας της στεβιοσίδης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η στεβιοσίδη τροποποιημένων ήταν πιο γλυκιά και πιο εύγευστη από ό, τι στεβιοσίδη και η πικρή επίγευση τροποποιημένων στεβιοσίδης ήταν σημαντικά μειωμένη. (Fayin, et al., 2012).

2.9 Η διάδοση της καλλιέργειας και το μέλλον στην παγκόσμια αγορά

Η ανάγκη για φυσικά γλυκαντικά ως αντικατάσταση της σακχαρόζης αυξάνεται συνεχώς λόγω της παγκόσμιας συνεχώς αυξανόμενης συχνότητας εμφάνισης της παχυσαρκίας, του διαβήτη, υπερλιπιδαιμίας, και οδοντικής τερηδόνας σε παιδιά (Gerwig, et al., 2016). Η διάδοση της καλλιέργειας της Στέβιας ξεκίνησε από το 1908 και έγινε ταχύτερη το 1950. Σήμερα η Στέβια υπάρχει σε χώρες της Κεντρικής, Νότιας και Βόρειας Αμερικής, στην Ευρώπη, στην Ασία και στην Ωκεανία ως επιχειρηματικές καλλιέργειες, πειραματικές καλλιέργειες, για ιατρικές έρευνες και με

έγκριση για χρήση της Στέβιας ως τρόφιμο που χρησιμοποιείται από τους καταναλωτές. (Καπόγλου, 2009) Η αποδεκτή ημερήσια δόση είναι 4mg/kg σωματικού βάρους και έχει εγκριθεί η χρήση της σε 31 κατηγορίες τροφίμων. (ΕΕ, 2011) Η διεθνής αγορά της Στέβιας αναπτύσσεται ραγδαία και το μέλλον της εξελίσσεται πολύ θετικό γι αυτήν. Σε αντίθεση με τις άλλες γλυκαντικές ουσίες, συνθετικές ή μη που κινδυνεύουν υπό εξαφάνιση λόγω αυξημένης κατανάλωσης της Στέβιας. Ήδη από το 1970 στην Ιαπωνία έχει απαγορευθεί η χρήση συνθετικών γλυκαντικών για λόγους προστασίας δημόσιας υγείας και πλέον η Στέβια κατέχει το 50% της αγοράς των γλυκαντικών ουσιών. Η εμπορική σημασία της Στέβιας είναι μεγάλη καθώς εξαιτίας των συνεπειών της κατανάλωσης ζάχαρης και της υιοθέτησης ενός κακού τρόπου ζωής ο οποίος οδηγεί σε όλο και περισσότερα προβλήματα υγείας όπως πρόβλημα με το βάρος τους αλλά και με τον σακχαρώδη διαβήτη. Για λόγους πρώτα από όλα υγείας λοιπόν, η Στέβια χρειάζεται να γίνει μέρος της καθημερινότητας των ανθρώπων, αναμένεται να πάρει πρώτη θέση μεταξύ των υποκατάστατων με την πάροδο του χρόνου όπως επίσης δείχνει πως μακροπρόθεσμα θα αποσπάσει και μεγάλο μερίδιο αγοράς από την ζάχαρη. (Καπόγλου, 2009)

3. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΓΛΥΚΟΖΙΤΩΝ ΣΤΕΒΙΟΛΗΣ

3.1 Επίδραση των γλυκοζιτών στεβιόλης στην υγεία

Το φυτό στέβια είναι μια καλή πηγή υδατανθράκων, πρωτεϊνών και φυτικών ινών, με αποτέλεσμα να βοηθά στην ευεξία και να μειώνει τον κίνδυνο ορισμένων ασθενειών. Η υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα δείχνει ότι η Στέβια είναι καλή πηγή ανόργανων μετάλλων, ενώ η χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια επιβεβαιώνει ότι η τα φύλλα της δεν είναι καλή πηγή ελαίου . (Abou-Arab, et al., 2010)

3.2 Λειτουργικές ιδιότητες στέβιας

Οι λειτουργικές ιδιότητες κάθε τροφίμου, εκτός από τις διατροφικές του αξίες, έχουν σημασία και για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας των διαφόρων χειρισμών και μεθόδων μαγειρέματος (Ζακυνθινός, 2013). Σύμφωνα με Mishra et al. (2010) τα φύλλα Στέβιας παρουσιάζουν τιμές φαινομενικής πυκνότητας 0,443 gm/ml ,η ικανότητα συγκράτησης ύδατος των 4,7 gm/ml, η ικανότητα απορρόφησης λίπους 4,5 gm/ml, βαθμός γαλακτωματοποίησης 5,0 gm/ml, δείκτης διόγκωσης 5,012 g/g η διαλυτότητα 0.365 g/g και τιμή pH=5.95. (Lemus-Mondaca, et al., 2011)

Η φαινομενική πυκνότητα της Στέβιας εμφανίζεται σχετικά μικρότερη σε σύγκριση με διάφορα πλούσια σε πρωτεΐνη όσπρια. Οι μεγάλες φαινομενικές πυκνότητες είναι επιθυμητές καθώς είναι γνωστό ότι μειώνουν τη ρευστότητα της πάστας, γεγονός που έχει σημασία ιδίως στη διατροφή των παιδιών. Ωστόσο, η Στέβια φαίνεται να μην έχει αυτή την ιδιότητα. (Savita, et al., 2004) Οι πρωτεΐνες αυξάνουν την ικανότητα συγκράτησης νερού, ενισχύοντας έτσι την ικανότητα διόγκωσης, μια σημαντική λειτουργία στην παρασκευή παχύρρευστων τροφών όπως σούπες,

σάλτσες, ζύμες και ψημένα προϊόντα. Η αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού της Στέβιας φαίνεται να επιφέρει πλεονεκτήματα πιθανότατα λόγω του αυξημένης περιεκτικότητας της σε πρωτεΐνες. Η ικανότητα απορρόφησης του λίπους αποδίδεται ως η φυσική παγίδευση του ελαίου. Αυτό είναι σημαντικό καθώς το λίπος συντελεί στη διατήρηση του αρώματος και κάνει πιο έντονη την αίσθηση του φαγητού στο στόμα. Η ικανότητα της πρωτεΐνης να βοηθάει στο σχηματισμό και τη σταθεροποίηση του γαλακτώματος είναι επίσης κρίσιμη σε πολλές εφαρμογές σε τρόφιμα, όπως σε κέικ, σε χυλούς, κρέμες γάλακτος για καφέ, γάλατα, παγωμένα επιδόρπια και άλλα. Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σύσταση και τις συνθήκες επεξεργασίας του προϊόντος (Savita et al., 2004). Οι Crammer and Ikan (1986) αναφέρουν ότι εφόσον η στεβιοσίδη είναι σταθερή μέχρι τους 95°C είναι κατάλληλο γλυκαντικό για προσθήκη σε προϊόντα που ψήνονται. Τα φύλλα στέβιας, όπως και τα καθαρά εκχυλίσματα στεβιοσίδης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη φυσική τους κατάσταση ή μαγειρεμένα, και είναι θερμικά σταθερά σε θερμοκρασίες έως και 200°C (Serio, 2010). Εκτός αυτού, αναφέρθηκε επίσης ότι η στεβιοσίδη και η ρεμπαουδιοσίδη Α είναι ευλόγως σταθερές θερμικά υπό υψηλές θερμοκρασίες, κατά τη χρησιμοποίησή τους. (Savita et al., 2004)

3.3 Διατροφικά οφέλη των γλυκοζιτών στεβιόλης

Οι γλυκοζίτες στεβιόλης χρησιμοποιούνται ήδη ως υποκατάστατα της σακχαρόζης, σε περιπτώσεις σακχαρώδους διαβήτη, παχυσαρκίας, υπέρτασης και για την πρόληψη της τερηδόνας. Η η στεβιοσίδη μαζί με άλλα συναφή συστατικά, τα οποία περιλαμβάνουν τη ρεμπαουδιοσίδη Α, τη στεβιόλη και ισοστεβιόλη, μπορούν να προσφέρουν εκτός από τη γλυκύτητα και άλλα οφέλη, όπως αντι-υπεργλυκαιμική, αντι-υπερτασική, αντιφλεγμονώδη, αντικαρκινική, αντιδιαρροϊκή, αντιδιουρητική και ανοσορυθμιστική επίδραση. Επιπλέον, η μεγάλη ποσότητα του σιδήρου στο εκχύλισμα στέβιας θα μπορούσε να συμβάλλει στη διατήρηση των κανονικών επιπέδων της αιμοσφαιρίνης στον οργανισμό. Έτσι εκχυλίσματα στέβιας θα

μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή διαφόρων γλυκών προϊόντων για την καταπολέμηση της σιδηροπενικής αναιμίας, μια σημαντική διατροφική διαταραχή στις αναπτυσσόμενες χώρες. (Abou-Arab, et al., 2010) Όπως επίσης, οι γλυκοζίτες στεβιόλης θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως γλυκαντική επιλογή ελεύθερη φαινυλαλανίνης για άτομα με φαινυλκετονουρία, μια σπάνια γενετική ασθένεια που απαιτεί τον έλεγχο της προσλαμβανόμενης φαινυλαλανίνης. (EUFIC, 2009) Στο υδατικό εκχύλισμα των φύλλων της *S. rebaudiana* εντοπίστηκαν υψηλά επίπεδα ολικών φαινολικών ενώσεων, ικανά να αναστέλλουν την αλυσιδωτή δράση των ελεύθερων ριζών και να ενεργούν ως ένας αναγωγικός παράγοντας. Η σημαντική αντιοξειδωτική δράση του υδατικού εκχυλίσματος των φύλλων της *S. rebaudiana* παρέχει μια επιστημονική επικύρωση για την παραδοσιακή χρήση του φυτού αυτού ως μια προσιτή πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών με ωφέλιμα αποτελέσματα για την υγεία. (Shulka, et al., 2012) Επιπροσθέτως έχουν παρατηρηθεί αντιβακτηριδιακές ιδιότητες των γλυκοζιτών στεβιόλης. Προτάθηκε να διερευνηθεί η χρήση των γλυκαντικών από στέβια σε διάφορα τρόφιμα, όπως τσάι, είδη αρτοποιίας, τσίχλες, ακόμα και σε οδοντόκρεμες, ώστε να έχουν αντιβακτηριδιακή δράση κατά συνηθισμένων παθογόνων βακτηρίων (*Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*), που είναι η αιτία πολλών τροφιμογενών νόσων όπως ο εντερικός πυρετός, διάρροια, κλπ. (Puri, et al., 2012)

3.4 Βιολογικές δράσεις

3.4.1 Αντί-μικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση της Στέβιας

Η χρήση των φυσικών προϊόντων με θεραπευτικές ιδιότητες, έχει μια μακρά ιστορία με φυτικά, ζωικά και ανόργανα προϊόντα που ήταν η κύρια πηγή των φαρμάκων. Πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για να ανακαλυφθούν νέες αντιμικροβιακές ενώσεις από διάφορα είδη πηγών όπως μικροοργανισμοί, ζώα και

φυτά (Tadhani & Subhash , 2006). Η Στέβια είναι πλούσια σε τερπένια και φλαβονοειδή και έχει σημαντικές βιομηχανικές χρήσεις, (Jayaraman, et al., 2008) ενώ έχει αναφερθεί ότι αναστέλλει την ανάπτυξη ορισμένων βακτηρίων, κι αυτό βοηθά στην εξήγηση της παραδοσιακής χρήσης της Στέβιας στην θεραπεία πληγών, ελκών, ουλίτιδας αλλά και στην πρόληψη εμφάνισης κρυολογήματος και γρίπης. Πραγματοποιήθηκαν πολλές μελέτες *in vitro* για να διερευνηθούν ενδεχόμενη αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση των εκχυλισμάτων της Στέβιας σε διάφορους παθογόνους οργανισμούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα εκχυλίσματα είχαν αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση έναντι όλων των χρησιμοποιούμενων οργανισμών, αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό και αλλά σε μικρότερο. (Debnath, 2008) Μια επιστημονική έρευνα, αναφέρει αποκλείστηκα την αντιμυκητιακή δράση των εκχυλισμάτων της Στέβιας σε φυτά. Τα φυτά όπως είναι γνωστό, είναι συνεχώς εκτεθειμένα σε απειλές από ποικιλία παθογόνων. Οι ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνους μύκητες των φυτών, συμβάλουν σημαντικά στην συνολική απώλεια απόδοσης της καλλιέργειας σε όλο τον κόσμο. Η ευρεία χρήση φυτοφαρμάκων έχει σημαντικά μειονεκτήματα συμπεριλαμβανομένου του κόστους, τα υπολείμματα τους και ο κίνδυνος που υπάρχει για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Έτσι υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη πιθανή χρήση φυσικών προϊόντων φυτικής προέλευσης από φυτό-μικροβιακά βιοδραστικά εκχυλίσματα και ενώσεις, οι οποίες δύναται να είναι λιγότερο επιβλαβής για τον έλεγχο των ασθενειών στα γεωργικά συστήματα. (Shulka , et al., 2012)

3.4.2 Αντιική δράση της Στέβιας

Από τη στιγμή που η Στέβια και τα εκχυλίσματα της έχουν δείξει αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση, επόμενο είναι να εξετάζεται και η αντιική δράση της. Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον σχετικά με τη δράση αυτή και γι αυτό έχουν γίνει πολλές μελέτες. Σε μελέτη του 2009 εξετάσθηκε η αντιική δράση του εκχυλίσματος της Στέβιας σε τρεις ιούς. Χρησιμοποίησαν το RNA του ιού που προκαλείται από το παθογόνο *Porcine teschovirus*, όπου ο ιός αυτός είναι υπεύθυνος για την ασθένεια της εντεροϊογενής εγκεφαλομυελίτιδας σε χοίρους, μια πολύ σοβαρή και θανατηφόρα ασθένεια. Επίσης χρησιμοποίησαν το DNA του ιού που προκαλεί

μολυσματικές ρινοτραχειίτιδες που προκαλείται από το παθογόνο *Bovine herpesvirus* ,(Kedik, et al., 2009) όπου ο ιός αυτός προκαλεί στα βοοειδή ρινοτραχειίτιδες, κολπίτιδες, αμβλώσεις, επιπεφυκίτιδα και εντερίτιδα και συμβάλει στην αναπνευστική νόσο των βοοειδών(Βικιπαίδεια, 2016). Τέλος πήραν το RNA του ιού *Human coronavirus*ένας ιός(Kedik, et al., 2009). που προκαλεί μόλυνση κυρίως στο ανώτερο αναπνευστικό και γαστρεντερικό σωλήνα θηλαστικών και πτηνών. Πέντε από τα στελέχη του ιού μολύνουν τον άνθρωπο και πιστεύεται ότι προκαλούν ένα σημαντικό ποσοστό του συνόλου των κρυολογημάτων το χειμώνα και την άνοιξη. (Βικιπαίδεια, 2016) Το πείραμα έγινε in vitro σε κύτταρα από νεφρά πιθήκων. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι το καθαρό εκχύλισμα Στέβιας φέρει ισοστατικές και ιοκτόνες ιδιότητες. Η επίδειξη των αντιικών ιδιοτήτων της Στέβιας έδωσαν τροφή και ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνα ως πιθανό φαρμακευτικό παράγοντα (Kedik, et al., 2009). Επίσης πολλές μελέτες έχουν γίνει για τον ιό Ρότα. Ο ιός Ρότα είναι η πιο κοινή αιτία της σοβαρής διάρροιας μεταξύ βρεφών και μικρών παιδιών, και είναι ένας από τους πολλούς ιούς που προκαλούν λοιμώξεις που συχνά ονομάζονται στομαχικές διαταραχές, παρά το γεγονός ότι δεν έχουν σχέση με τη γρίπη. Στην ηλικία των 5 ετών, σχεδόν κάθε παιδί στον κόσμο μολύνεται από τον ιό Ρότα τουλάχιστον μια φορά. Παρόλα αυτά, με κάθε μόλυνση, αναπτύσσεται ανοσία, και τα συμπτώματα από επακόλουθη λοίμωξη είναι λιγότερο σοβαρά. Οι ενήλικες σπάνια μολύνονται. Υπάρχουν πέντε είδη του ιού αυτού και ο πιο κοινός είναι ο Α, υπεύθυνος για περισσότερο από το 90% των λοιμώξεων στον άνθρωπο. Ο ιός μεταδίδεται από τα κόπρανα της γαστρεντερικής οδού, μολύνει και καταστρέφει τα κύτταρα τα οποία δομούν το λεπτό έντερο και προκαλεί γαστρεντερίτιδα. Εκτός από τον άνθρωπο μολύνει και ζώα και είναι ιδιαίτερα παθογόνο και επιβλαβές στην κτηνοτροφία (Βικιπαίδεια, 2016). Για την πρόληψη του ιού έχουν προταθεί πολλά εμβόλια. Για την θεραπεία της γαστρεντερίτιδας από τον ροταϊό, έχει χρησιμοποιηθεί ενδοφλέβια χορήγηση υγρών με επιτυχία για την αφυδάτωση από τη διάρροια. Ωστόσο, στην περίπτωση σοβαρής κατάστασης από τον ιό είναι απαραίτητη ειδική θεραπεία. Αρκετές ενώσεις, βιοϋλικά και εκχυλίσματα φυτών έχουν βρεθεί να είναι ανασταλτικά για ορισμένα είδη ροταϊών in vitro. Κάποια από αυτά έχουν εμποδίσει τον ιό που προκαλεί τη διάρροια σε θηλάζοντες ποντικούς. Η Στέβια που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως φαρμακευτικό φυτό έχει

βρεθεί να έχει ανασταλτική δράση έναντι της αντιγραφής του ιού HRV. Το πείραμα έγινε χρησιμοποιώντας κύτταρα από νεφρά πιθήκου, και δοκιμάστηκαν σε έξι διαφορετικά στελέχη του ιού (G1, G2, G3, G4, S2,SA11). Το εκχύλισμα Στέβιας πάρθηκε από βλαστούς και φύλλα του φυτού και σαν διαλύτης χρησιμοποιήθηκε ζεστό απεσταγμένο νερό. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα Στέβιας έχουν αντί-HRV δράση *in vitro* και ένα από τα κύρια αντί-HRV συστατικά της Στέβιας είναι ένας ανιονικός πολυσακχαρίτης. Ο ανασταλτικός μηχανισμός της οφείλεται στην αναστολή της προσρόφησης. Το εκχύλισμα ανέστειλε το σχηματισμό όλων των στελεχών που εξετάστηκαν εκτός από το SA11. Επιπλέον τα δεσμευτικά πειράματα έδειξαν ότι η Στέβια μπλοκάρει την πρόσδεση του ιού στα κύτταρα του νεφρού. Ακόμα αναστέλλει τη σύνδεση του αντι-VP7 στα G1 μολυσμένα κύτταρα, όπου αυτό υποδηλώνει ότι η Στέβια προσδένεται στο εξωτερικό VP7 γλυκοπρωτεϊνών όπου παίζουν ρόλο στην κυτταρική είσοδο του HRV. (Takahashi, et al., 2001)

3.4.3 Αλλεργιογόνος δράση

Σε αναζήτηση της βιβλιογραφίας αναφέρονται δύο περιπτώσεις μωρών παιδιών που παρουσίασαν κάποια αλλεργία στη Στέβια με τη μορφή εκζέματος. Όμως, αποδείχθηκε ότι η κύρια αιτία της αλλεργίας αυτής δεν ήταν από τη Στέβια αλλά από άλλες τροφές που είχαν τα παιδιά αλλεργία. Σε δοκιμή που έγινε πάνω στο δέρμα τους δεν υπήρξε αρνητική επίπτωση. Μετά από αυτό υπήρξαν μελέτες *in vivo* σε ανθρώπους αλλά δεν παρατηρήθηκε κάτι σημαντικό. Στο μόνο που θα πρέπει να δοθεί προσοχή είναι αν κάποιος έχει αλλεργία σε άλλα φυτά της οικογένειας Asteraceae (EFSA, 2010) όπως αμβροσία, μαργαρίτα, χρυσάνθεμο, χαμομήλι και εχινάτσια. Τα φυτά αυτής της οικογένειας προκαλούν αλλεργική αντίδραση και μπορεί κάποιος να δει δυσκολία στην κατάποση, δύσπνοια, κνίδωση, ζάλη, χλωμό δέρμα και αδυναμία. (Urban et al., 2014)

3.4.4 Αντι-οξειδωτική δράση

Η οξείδωση είναι απαραίτητη για πολλούς ζωντανούς οργανισμούς, για την παραγωγή ενέργειας για να τροφοδοτούνται βιολογικές διεργασίες. Ωστόσο οι διάφορες μορφές οξυγόνου, οι οποίες παράγονται συνεχώς *in vivo*, προκαλούν οξειδωτικό στρες έχοντας σαν αποτέλεσμα το θάνατο των κυττάρων και ζημιών των ιστών. Το οξειδωτικό στρες αντιπροσωπεύει μια διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ της παραγωγής δραστικών μορφών οξυγόνου και της ικανότητας ενός βιολογικού συστήματος να αδρανοποιεί τα τοξικά αυτά μόρια και να επισκευάζει τις βλάβες που προκαλούνται. Τα αντιοξειδωτικά είναι ζωτικής σημασίας ουσίες οι οποίες διαθέτουν την ικανότητα να προστατεύουν το σώμα από βλάβες που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες που προέρχονται από το οξειδωτικό στρες. Σήμερα υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα φυσικά αντιοξειδωτικά, όπως οι πολυφαινόλες, που περιέχονται σε φάρμακα και φυτά, τα οποία θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην πρόληψη της οξειδωτικής. Το ανθρώπινο σώμα έχει πολλαπλούς μηχανισμούς, ιδίως ενζυματικά και μη ενζυματικά αντιοξειδωτικά συστήματα για την προστασία των κυτταρικών μορίων ενάντια στις δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) που προκαλούν ζημιά. Ωστόσο, η έμφυτη άμυνα μπορεί να μην είναι αρκετή για σοβαρό ή συνεχιζόμενο οξειδωτικό στρες. . Ως εκ τούτου, ορισμένα ποσά εξωγενών αντιοξειδωτικών απαιτείται διαρκώς να τηρούνται σε επαρκές επίπεδο προκειμένου να εξισορροπούνται οι ROS στο ανθρώπινο σώμα. Πολλά συνθετικά αντιοξειδωτικά είναι πολύ αποτελεσματικά και χρησιμοποιούνται για βιομηχανική επεξεργασία, αλλά ενέχουν πιθανό κίνδυνο και τοξικές ιδιότητες για την υγεία και θα πρέπει να αντικαθίστανται με φυσικά αντιοξειδωτικά. . Η Στέβια είναι ένα από τα βότανα της φύσης που τα εκχυλίσματα της έχουν προταθεί ότι ασκούν ευεργετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία . Οι Shulka et.al (2009), έκαναν μια μελέτη χρησιμοποιώντας εκχυλίσματα αιθανόλης από αποξηραμένα φύλλα Στέβιας για να μετρήσουν το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο. . Οι φαινόλες είναι πολύ σημαντικά συστατικά λόγω της ικανότητας απομάκρυνσης της ομάδας υδροξυλίου και μπορούν να συμβάλουν άμεσα στην αντιοξειδωτική δράση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το περιεχόμενο των φαινολικών στο

εκχύλισμα φύλλων της Στέβιας ήταν αρκετά υψηλό (61,50g γαλλικού οξέος) γεγονός που δικαιολογεί τα υψηλά επίπεδα αντιοξειδωτικών δραστηριοτήτων. Είναι γνωστό επίσης ότι οι πολυφαινολικές ενώσεις έχουν ανασταλτική δράση στη μεταλλαξιγένεση και καρκινογένεση στον άνθρωπο όταν λαμβάνονται σε ποσότητες έως 1gr ημερησίως από μια διατροφή πλούσια σε φρούτα και λαχανικά. Το αιθανολικό εκχύλισμα της Στέβιας έδειξε ισχυρή αντιοξειδωτική δράση αναστέλλοντας τη δραστηριότητα της DPPH ρίζας, της ρίζας υδροξυλίου, του μονοξειδίου του αζώτου και του υπεροξειδίου. Έτσι μπορεί να εξαχθεί το συκέρασμα ότι το αιθανολικό εκχύλισμα των φύλλων Στέβιας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προσβάσιμη πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών με επακόλουθα οφέλη για την υγεία. (Shukla et al., 2009).

3.4.5 Αντί-υπερτασική δράση

Η υπέρταση (HTN) ή υψηλή αρτηριακή πίεση, μερικές φορές αρτηριακή υπέρταση, είναι μία χρόνια πάθηση η αρτηριακή πίεση στις αρτηρίες είναι αυξημένη. Αυτή η αύξηση της πίεσης κάνει την καρδιά να εργάζεται πιο εντατικά από το φυσιολογικό για να κυκλοφορεί το αίμα μέσω των αιμοφόρων αγγείων. Η υπέρταση είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό, το έμφραγμα του μυοκαρδίου(καρδιακές προσβολές), την καρδιακή ανεπάρκεια, τα ανευρύσματα των αρτηριών (π.χ., ανεύρυσμα αορτής), την περιφερική αρτηριακή νόσο και είναι η αιτία της χρόνιας νεφρικής νόσου. Ακόμα και η μέτρια αύξηση της αρτηριακής πίεσης σχετίζεται με το μειωμένο προσδόκιμο ζωής. Οι αλλαγές στον τρόπο διατροφής και ζωής μπορούν να βελτιώσουν τον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης και να μειώσουν τον κίνδυνο των επιπλοκών που σχετίζονται με την υγεία. Ωστόσο, συχνά είναι απαραίτητη η λήψη φαρμακευτικής αγωγής σε άτομα για τα οποία οι αλλαγές στον τρόπο ζωής είναι αναποτελεσματικές ή ανεπαρκείς. (Βικιπαίδεια, 2016)

Ο Boech ήταν ο πρώτος στην Βραζιλία που παρουσίασε την υποτασική δράση του ακατέργαστου μίγματος Στεβιοσίδης. Μετά από αυτή τη μελέτη, αρκετές δημοσιεύσεις επιβεβαίωσαν τις αντιυπερτασικές ιδιότητες της ακατέργαστης Στεβιοσίδης σε αρουραίους, σκύλους και ανθρώπους(Ferri et al., 2006) Η αντιυπερτασική δράση της Στεβιοσίδης, αποδόθηκε στην αγγειοχαλάρωση που

προκαλεί μέσω της αναστολής εισροής του ασβεστίου μέσα στα αιμοφόρα αγγεία και μόνο όταν υπάρξει αυξημένη δόση (Arora , et al., 2008) Πρώιμες μελέτες σε ζώα και ανθρώπους έχουν δείξει ότι η Στεβιοσίδη και τα εκχυλίσματα της Στέβιας μειώνουν την αρτηριακή πίεση προκαλώντας αγγειοδιαστολή, διούρηση καθώς και νατριούρηση, η οποία οδηγεί σε μείωση του όγκου πλάσματος. Η ατιυπερτασική δράση του ακατέργαστου εκχυλίσματος Στέβιας που λαμβάνεται από το στόμα είναι εξαρτώμενη από το χρόνο και απαιτεί παρατεταμένη χορήγηση. Δηλαδή σε υπερτασικούς αρουραίους δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή μετά από 20 μέρες χορήγησης 2.67gr ξηρού φύλλου/ημέρα αλλά μετά από 40 και 60 μέρες μετά. Παρομοίως, παρατηρείται μειωμένη αρτηριακή πίεση σε αρουραίους μετά από επαναλαμβανόμενη δόση από το στόμα με 25mg/kgΣΒ/ημέρα Στεβιοσίδης για 6 εβδομάδες. Από την άλλη μεριά, η ενδοφλέβια έγχυση της Στεβιοσίδης, μειώνει την αρτηριακή πίεση χωρίς καμία καθυστέρηση. Υπάρχουν όμως και μελέτες που δεν έχουν δείξει μεταβολή στην αρτηριακή πίεση με χρήση κάποιας μορφής Στέβιας ή Στεβιοσίδης. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω ακαθάριστου εκχυλίσματος, μικρής δόσης ή μικρού χρονικού διαστήματος χορήγησης. (Chatsudthirong & Muanprasat , 2009)

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Βραζιλία, χρησιμοποιήθηκε ακατέργαστο μίγμα Στεβιοσίδης σε ομάδες ανθρώπων με ήπια αρτηριακή πίεση και μια ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου όπου δεν χορηγήθηκε θεραπεία. Η μελέτη χωρίστηκε σε τέσσερις φάσεις: η πρώτη φάση (0) ήταν αυτή όπου δεν χορηγήθηκε θεραπεία με Στεβιοσίδη στους ασθενείς, στη δεύτερη φάση (1) χορηγήθηκαν 3.75mg/kgΣΒ/ημέρα Στεβιοσίδη, στη Τρίτη (2) φάση χορηγήθηκαν 7.5mg/kgΣΒ/ημέρα Στεβιοσίδη και στην τέταρτη φάση χορηγήθηκαν 15mg/kgΣΒ/ημέρα Στεβιοσίδη. Επίσης, υπήρξε και χορήγηση εικονικού φαρμάκου(κάψουλες τάλκης). Κατά τη διάρκεια της θεραπείας υπήρξε μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης με δοσοεξαρτώμενο τρόπο στις ομάδες της Στεβιοσίδης, αλλά υπήρξε επίσης μείωση στις ομάδες του εικονικού φαρμάκου . (Ferri , et al., 2006)

3.5 Ασφάλεια χρήσης

3.5.1 Τοξικολογική ασφάλεια των γλυκοζιτών στεβιόλης

Η Στέβια έχει χρησιμοποιηθεί για πολλά χρόνια στην Παραγουάη και σε άλλες χώρες χωρίς να έχουν αναφερθεί αρνητικές επιδράσεις στην υγεία των ανθρώπων έπρεπε να αποδειχθεί με έρευνες η ασφάλεια των γλυκοζιτών στέβιας με βάση μελετών και πειραμάτων (EFSA, 2010). Όπως θα ήταν αναμενόμενο από τη δομή και την ιστορία της χρήσης τους, οι γλυκοζίτες στεβιόλης ταξινομούνται ως μη-τοξικά σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την τοξικολογική ασφάλεια της στεβιόλης . Πιο συγκεκριμένα οι μελέτες τοξικότητας στεβιοσίδη πολλαπλών δόσεων σε αρουραίους με περιόδους δοσολογίας που κυμαίνονται από 90 ημέρες έως 56 εβδομάδες χωρίς καμία παρατηρούμενη τοξικότητα έχουν επίσης αναφέρει οι Akashi και Yokoyama. Το κυρίαρχο εύρημα σε 13 εβδομάδες και πλέον μελέτες τοξικότητας από το στόμα έδειξε ότι υπήρξε μείωση του σωματικού βάρους σε αρουραίους που έλαβαν πολύ υψηλές δόσεις γλυκοζιτη στεβιόλης.Ο Curry και Roberts (2008) αναφέρουν ότι Wistar αρουραίου που έλαβαν rebaudioside A ως 5% της διατροφής τους για 90 ημέρες είχαν μειωμένη πρόσληψη τροφής νωρίς στη μελέτη λόγω γευστικής αποστροφή που προκαλείται από τις υψηλές συγκεντρώσεις του γλυκαντικού και τη χαμηλότερη θερμιδική πυκνότητα της δίαιτας(Carakostas , et al., 2008). Από πολυάριθμες μελέτες που έχουν γίνει, αποδεικνύεται πλήρως η ασφάλεια χρήσης της Στέβιας ως γλυκαντικό συστατικό(EFSA, 2010). Όπως επίσης από Τοξικολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι στεβιοσίδη δεν διαθέτει μεταλλαξιογόνες, τερατογόνες ή καρκινογόνο δράση. (Lemus-Mondaca , et al., 2011)

3.5.2 Οξεία και χρόνια τοξικότητα

Όταν η Στεβιοσίδη χορηγήθηκε από το στόμα σε υγιή άτομα ή άτομα με υποκείμενες νόσους, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης και η υπέρταση, δεν προκάλεσε ανεπιθύμητες ενέργειες ή ανωμαλίες στην ηπατική και νεφρική λειτουργία

(Chatsudthipong & Muanprasat , 2009). Οι Caracostas et.al, (2008) αναφέρουν ότι οι γλυκοζίτες Στεβιόλης ταξινομούνται ως μη τοξικοί σε οξείες μελέτες. Σε υποχρόνιες μελέτες έως 13 εβδομάδων τόσο η Στεβιοσίδη όσο και η Ρεμπαουδιοσίδη Α δεν παρουσίασαν σχεδόν καμία τοξικότητα με χρήση από το στόμα. (Carakostas , et al., 2008)

3.5.3 Γονοτοξικότητα

Το 2005 υπήρξε μια έκθεση από την JECFA που κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η Στεβιοσίδη και η Ρεμπαουδιοσίδη Α δεν έχουν δείξει στοιχεία γονοτοξικότητας *in vitro* ή *in vivo*. Μόνο η Στεβιόλη ή κάποιοι μεταβολίτες της δείχνουν σημάδια γονοτοξικής δραστηριότητας *in vitro*, αλλά δεν προκαλούν σοβαρή γονοτοξικότητα *in vivo* μέχρι και σε δόσεις μεγαλύτερες από 2000mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα. Δεδομένου ότι όλοι οι γλυκοζίτες μεταβολίζονται σε Στεβιόλη υπήρξαν ανησυχίες για την ασφάλεια της Στέβιας που όμως έχουν πλέον λυθεί. Τα εκχυλίσματα Στέβιας και οι γλυκοζίτες Στεβιόλης, ιδιαίτερα η Στεβιοσίδη, έχουν υποβληθεί σε ένα ευρύ φάσμα τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* δοκιμασιών που έχουν να κάνουν με βλάβες του DNA. Οι δοκιμές αυτές περιέχουν μέτρηση μετάλλαξης, αλλοιώσεις των χρωμοσωμάτων και θραύση του DNA. Με την εξαίρεση ενός μόνο θετικού αποτελέσματος στη δοκιμασία (σε στέλεχος TA98 με Στεβιοσίδη περίπου 50mg, που υπερβαίνει τα συνιστώμενα όρια για την εν λόγω δοκιμασία), όλα τα *in vitro* αποτελέσματα για τους γλυκοζίτες δεν προσκόμισαν κανένα στοιχείο ότι οι γλυκοζίτες προκαλούν βλάβη στο DNA. Οι *in vivo* μελέτες συμπεριλαμβανομένου την ικανότητα της Στεβιοσίδης να επάγει θραύση κλώνου στο DNA σε ποντικούς και αρουραίους αλλά και ζημιά στα χρωμοσώματα στα ποντίκια δεν έδειξαν γονοτοξικότητα σε δόση έως και 2000mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα. (Benford , et al., 2009).

Και η Στεβιόλη έχει αξιολογηθεί για γενετική δραστηριότητα *in vitro* και *in vivo* με αρνητικά αποτελέσματα στις περισσότερες συμβατικές δοκιμές. Θετικά αποτελέσματα υπήρξαν σε δύο δοκιμασίες με κύτταρα θηλαστικών για χρωμοσωμικές ανωμαλίες και μετάλλαξη γονιδίου που αποδίδεται σε δευτερογενείς επιπτώσεις που προκύπτουν από τα υπερβολικά υψηλά επίπεδα επεξεργασίας και όχι από τα αποτελέσματα της άμεσης αλληλεπίδρασης του DNA. Η Στεβιόλη δεν βρέθηκε να έχει μεταλλαξιγόνο δράση σε δοκιμασίες Ames, όμως βρέθηκε να έχει μεταλλαξιγόνο δράση σε στέλεχος TM677 της *Salmonella typhimurium*. Ως εκ τούτου φαίνεται να έχει μια πολύ συγκεκριμένη δράση για ένα μόνο βακτηριακό στέλεχος. *In vivo* μελέτες της Στεβιόλης συμπεριλαμβανομένων των δοκιμών για θραύση κλώνου του DNA σε ποντίκια, αρουραίους και χάμστερ, σε δόσεις έως και 2000mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα, δεν ανέφεραν κανένα αποτέλεσμα μετάλλαξης. (Carakostas , et al., 2008)

3.5.4 Καρκινογένεση

Πολλές μελέτες έχουν αναφερθεί για την καρκινογόνο δράση της Στέβιας χωρίς όμως να υπάρχουν θετικά αποτελέσματα. Αντιθέτως έχει παρατηρηθεί ανασταλτική δράση στον καρκίνο του δέρματος σε ποντίκια.. Το 1999 η JECFA δήλωσε ότι δεν υπάρχει καμία ένδειξη καρκινογόνου δυναμικού της Στεβιοσίδης. (Carakostas , et al., 2008) Σε επιστημονική μελέτη χορηγήθηκε στεβιοσίδη σε αρουραίους από το στόμα σε μορφή τροφής, η δόση ήταν 0, 2.5 και 5% Στεβιοσίδη. Δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές και αύξηση συχνότητας εμφάνισης νεοπλασματικών βλαβών και γενικά δεν παρατηρήθηκε αλλαγή που να αποδίδεται στην Στεβιοσίδη. Παρουσιάστηκε όμως μείωση της συχνότητας εμφάνισης αδενωμάτων στους μαστούς των θηλυκών. Επίσης μειώθηκε η σοβαρότητα της χρόνιας νεφροπάθειας στα αρσενικά (αυτές οι επιδράσεις προφανώς σχετίζονται με τη μείωση του βάρους). Ως εκ τούτου το συμπέρασμα από αυτή τη μελέτη είναι ότι δεν υπάρχει καμία καρκινογόνος δράση σε αρουραίους από τη Στεβιοσίδη. (Toyoda , et al., 1997)

3.7 Μεταβολισμός των γλυκοζιτών στεβιόλης

Η γενική ασφάλεια και χωρίς θερμίδες ιδιότητες των γλυκοζιτών στεβιόλης θα μπορούσε να οφείλεται στο γεγονός ότι μόνο ελάχιστοι διασπώνται και απορροφώνται στο ανώτερο γαστρεντερικό σωλήνα λόγω της αντοχής τους σε πεπτικά ένζυμα που υπάρχουν στο σάλιο και στο λεπτό έντερο σε μεγάλο βαθμό. Πιθανόν όλοι οι γλυκοζίτες στεβιόλης να μεταβολίζονται στο παχύ έντερο (Gerwig, et al., 2016). Στον ανθρώπινο οργανισμό τα πεπτικά ένζυμα δεν μπορούν να διασπάσουν τους β-γλυκοζιτικούς δεσμούς των γλυκοζιτών στεβιόλης (Koyama, et al., 2003). Μελέτες με γλυκοζίτες Στεβιόλης σε ζώα και ανθρώπους έδειξαν ότι δεν απορροφώνται αυτούσιοι από τον οργανισμό με χορήγηση από το στόμα αλλά η στεβιοσίδη και η ρεμπαουδιοσίδη Α διασπώνται στο στομάχι και στο λεπτό έντερο και στη συνέχεια υδρολύονται από την μικροχλωρίδα του παχέως εντέρου σε Στεβιόλη. (EFSA, 2010) Έκεί υδρολύονται μέσω της εντερικής μικροχλωρίδας και προκύπτει στεβιόλη, η οποία κατά το μεγαλύτερο μέρος απορροφάται και μεταφέρεται στο ήπαρ. Εκεί ακολουθεί σύζευξη με γλυκουρονικό οξύ μετά από αυτή την αντίδραση προκύπτει το γλυκουρονίδιο στεβιόλης το οποίο είναι και ο κύριος μεταβολίτης για τον ανθρώπινο οργανισμό που απεκκρίνεται κυρίως από τα ούρα αποκρίνεται μέσω των νεφρών (όπως συμβαίνει και με την καφεΐνη στη δεύτερη φάση του μεταβολισμού). (Koyama, et al., 2003) Ένα μικρό μέρος του γλυκουρονιδίου στεβιόλης επιστρέφει στο λεπτό έντερο μέσω της χολής, έτσι ώστε δημιουργείται μία ενδοηπατική κυκλοφορία με αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος της Στεβιόλης απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο αποβάλλεται από τα κόπρανα. Καμία συσσώρευση των παραγώγων των γλυκοζιτών δεν συμβαίνει στο σώμα. Εν ολίγοις σε μελέτες in vitro αποδείχθηκε ότι τα ανθρώπινα πεπτικά ένζυμα δεν είναι ικανά να υδρολύσουν τους β-γλυκοσιδικούς δεσμούς των γλυκοζιτών Στεβιόλης αλλά η εντερική χλωρίδα είναι αυτή που μετατρέπει τους γλυκοζίτες σε Στεβιόλη στους ανθρώπους. (EFSA, 2010)

4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε η ανάπτυξη ενός εκχυλίσματος από φύλλα του φυτού *Stevia rebaudiana bertonii* για προσθήκη ως γλυκαντικό. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν η εκχύλιση ξηρών φύλλων στέβιας, η συμπύκνωση του εκχυλίσματος και στη συνέχεια ο αποχρωματισμός του με ζεόλιθο. Σκοπός της μελέτης ήταν η παραγωγή ενός εκχυλίσματος γλυκοζιδίων στεβιόλης με ελαφρώς υποκίτρινο χρώμα και απαλαγμένο από την χαρακτηριστική πικρή γεύση της στέβιας. Στο πλαίσιο της εξάλειψης της επιγευσσης χρησιμοποιήθηκαν πολυόλες οι οποίες δεν υποκαθιστούν μόνο τη γλυκιά γεύση αλλά και πολλές λειτουργικές ιδιότητες των σακχάρων όπως την υφή, το χρώμα, τη δομή καθώς και τις ιδιότητες κατακράτησης υγρασίας. Για την πειραματική διαδικασία η προσθήκη ζεόλιθου είχε ως στόχο τον αποχρωματισμό του εκχυλίσματος και την εξάλειψη της χαρακτηριστικής επιγευσσης. Η συμπύκνωση στόχευε στην απομάκρυνση μερικής ποσότητας νερού και της αιθανόλης, η οποία είχε προστεθεί για την διαδικασία της εκχύλισης. Τέλος, η μελέτη του αποχρωματισμού έγινε για να βρεθεί η βέλτιστη συγκέντρωση ζεόλιθου, που απαιτείται για την ελάττωση του έντονου καφεκίτρινου χρώματος του εκχυλίσματος στέβιας και την μείωση της χαρακτηριστικής επιγευσσης ώστε να γίνει πιο ευχάριστη η γεύση και να καταλαμβάνεται από ένα πιο ευρύ κοινό. Ο οργανοληπτικός έλεγχος είχε στόχο την αξιολόγηση της γεύσης του

εκχυλίσματος, τη σύγκριση των εκχυλισμάτων, που διηθήθηκαν με διαφορετικές συγκεντρώσεις ζεόλιθου και τη σύγκριση μεταξύ αποχρωματισμένων και μη αποχρωματισμένων δειγμάτων.

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.2.1 Πειραματικός εξοπλισμός

- Γουδί
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Μαγνήτες
- Ογκομετρικοί κύλινδροι
- Πιπέτες γυάλινες
- Ποτήρια ζέσεως
- Πτυχωτά φίλτρα
- Φιάλες κωνικές
- Φιάλες ογκομετρικές

4.2.2 Συσκευές

- Αναλυτικός ζυγός
- Μηχάνημα εκχύλισης

- Μηχάνημα διήθησης υπό κενό
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Υδατόλουτρο με ρυθμιστή θερμοκρασίας

4.3 Μέθοδοι

4.3.1 Απόσταξη

Απόσταξη ονομάζεται η μέθοδος με την οποία απομονώνεται ένα υγρό συγκεκριμένου σημείου βρασμού από ένα μείγμα. Με τη μέθοδο αυτή θερμαίνεται ένα μείγμα που περιέχει υγρό μέχρι το υγρό να βράσει, οπότε σχηματίζει ατμούς. Οι ατμοί αυτοί οδηγούνται σε σχετική διάταξη ενός μέσου που λέγεται συμπυκνωτής όπου εκεί ψύχονται και μετατρέπονται σε "καθαρότερη μορφή υγρού". (Βικιπαίδεια, 2016)

Η απόσταξη είναι η πιο απλή, οικονομική και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος παραλαβής των αιθέριων ελαίων από όλα σχεδόν τα αρωματικά φυτά. Η απόσταξη των αιθέριων ελαίων φυσικοχημικά είναι απόσταξη ετερογενών μιγμάτων κατά την οποία τα διάφορα συστατικά παραλαμβάνονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από το σημείο βρασμού ενός εκάστου. Κατά την απόσταξη το φυτικό υλικό φέρεται στον άμβυκα και αποστάζει είτε με ατμούς που παράγονται από νερό που ζει στον άμβυκα, είτε με διοχέτευση ατμών από έξω. Οι ατμοί του αιθέριου ελαίου και του νερού που παράγονται εισέρχονται μέσω του επαγωγού σωλήνα στον ψυκτήρα όπου και υγροποιούνται. Το απόσταγμα ρέει στο διαχωριστικό δοχείο όπου διαχωρίζεται το νερό από το αιθέριο έλαιο. Κατά τη συμπύκνωση το αιθέριο έλαιο επειδή έχει διαφορετικό ειδικό βάρος από το νερό διαχωρίζεται και σχηματίζονται

δύο φάσεις μια του νερού και μια του αιθέριου ελαίου. Εκτός του αιθέριου ελαίου περιλαμβάνεται και η υδατική φάση που είναι εμπλουτισμένη με το φυτικό άρωμα ένα χρήσιμο προϊόν της απόσταξης. Η απόσταξη ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται διακρίνεται σε τρία είδη:

1. Απόσταξη με νερό
2. Απόσταξη με νερό και υδρατμούς
3. Απόσταξη με υδρατμούς.

Απόσταξη με νερό

Κατά αυτή τη μέθοδο της απόσταξης το φυτικό υλικό φέρεται στον άμβυκα όπου υπάρχει νερό και θερμαίνεται. Το υπό απόσταξη φυτικό υλικό βρίσκεται σε άμεση επαφή με το νερό που βράζει. Το υλικό ανάλογα το ειδικό του βάρος και την φόρτωση του άμβυκα επιπλέει ή βρίσκεται βυθισμένο στο νερό. Σημασία σε αυτού του είδους την απόσταξη έχουν: Η σωστή πλήρωση του άμβυκα

- Η ταχύτητα της απόσταξης
- Η αποφυγή υπερθέρμανσης του φυτικού υλικού
- Ο άμβυκας πρέπει να είναι μικρού ύψους και μεγάλης διαμέτρου ώστε να παρέχει μεγάλη επιφάνεια εξατμίσεως
- Πλεονεκτήματα αυτής μεθόδου είναι ότι είναι απλή, οικονομική, χρησιμοποιείται εύκολα αλλά έχει μεταξύ των άλλων και το μειονέκτημα ότι απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος απόσταξης. (Μανροκουκουλάκι , 2013)

❖ Υδροαπόσταξη(waterdistillation)

Στην υδροαπόσταξη, το προς απόσταξη φυτικό υλικό, τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη με νερό, η οποία συνδέεται με ψυκτήρα και με θερμαντική συσκευή. Το χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό είναι σε άμεση επαφή. Στην υδροαπόσταξη πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού, ώστε να μην συμβαίνει θερμική διάσπαση διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι: μεγάλος χρόνος, μικρή απόδοση σε

αιθέριο έλαιο, παραλαβή κατώτερης ποιότητας αιθερίου ελαίου. (Κόκκινος, 2012)

4.3.2 Εκχύλιση

Η εκχύλιση είναι μια από τις παλαιότερες "χημικές" δραστηριότητες του ανθρώπου. Η εκχύλιση νοείται σαν την διαδικασία όπου μεταφέρεται μια ουσία από μια φάση όπου βρίσκεται είτε υπό μορφή διαλύματος είτε διασποράς σε μια υγρή φάση. Με την τεχνική της εκχύλισης η απομόνωση μιας ουσίας από ένα μίγμα γίνεται με τη στενή επαφή του με ένα διαλυτικό μέσο το οποίο την διαλύει εκλεκτικά. Το αρχικό μίγμα μπορεί να είναι ένα στερεό ή υγρό φυσικό υλικό ή ένα ακατέργαστο μίγμα μιας αντίδρασης. (Βικιπαίδεια, 2015)

Η παραλαβή των γλυκών συστατικών: Τα φύλλα της στέβια ξηραίνονται και στη συνέχεια εμβαπτίζονται σε νερό (με μια διαδικασία που θυμίζει τη διαβροχή του τσαγιού) ώστε να απελευθερωθούν τα γλυκά συστατικά (γλυκοζίτες στεβιόλης), τα οποία απομονώνονται με τεχνικές (όπως η κρυσταλλοποίηση) και καθαρίζονται, μέχρι να προκύψει το επιθυμητό προϊόν. Μία περιγραφή του τρόπου εξαγωγής των γλυκών συστατικών από το φυτό στέβια αναφέρεται από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας του Καναδά (National Research Council of Canada). (Μανροκουκουλάκι , 2013)

❖ Συνεκχύλιση-εκχύλιση στερεάς φάσης

Η εκχύλιση στερεάς φάσης (SPE) αποτελεί μια ευρύτατα χρησιμοποιούμενη σύγχρονη τεχνική προετοιμασίας του προς μέτρηση (δοκιμή ή ανάλυση) δείγματος.

Η SPE αντικαθιστά αποτελεσματικά την εκχύλιση υγρού με υγρό και χρησιμοποιείται κυρίως για τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Προσυγκέντρωση

- Καθαρισμός δείγματος

Προσροφητικά εκχύλισης στερεάς φάσης

- Από τις κυριότερες στατικές φάσεις που χρησιμοποιούνται στην εκχύλιση στερεάς φάσης είναι η πυριτία SiO_2 (silica), στην επιφάνεια της οποίας έχουν προσδεθεί ομάδες

Ανάλογα με τη φύση της στατικής φάσης χαρακτηρίζονται ως :

- " κανονικής φάσης"
- " αντίστροφης φάσης"

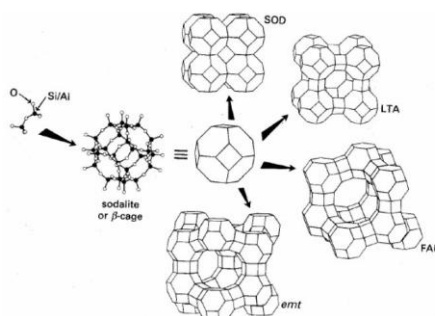
Με την προσθήκη ζεόλιθου λόγω της βασικής δομής του που είναι το τετράεδρο $[(\text{Si},\text{Al})\text{O}_4]^{-4}$ αναφερόμαστε στην SPE κανονικής φάσης όπου πολικές ή μετρίως πολικές ενώσεις διαλυμένες σε μη πολικό διαλύτη (μήτρα δείγματος) κατακρατούνται από τη στατική φάση που περιέχει πολικές ομάδες. Εκλούνται από αυτήν με χρήση πολικών διαλυτών.

Πλεονεκτήματα της εκχύλισης στερεάς φάσης :

- Η δυνατότητα συνύπαρξης δυο και περισσότερων μηχανισμών στη διαδικασία εκχύλισης
- Η δυνατότητα πραγματοποίησης πολλαπλών εκχυλίσεων του δείγματος
- Η δυνατότητα αυτοματοποίησης μεγάλης ταχύτητα
- Εκχυλίζονται ίχνη των ουσιών που ενδιαφέρουν από μεγάλους όγκους χωρίς εξάτμιση
- Τα αποτελέσματα είναι επαναλήψιμα
- Η εκλεκτικότητα της εκχύλισης
- Εξασφαλίζει υψηλές ανακτήσεις και υψηλή καθαρότητα, για τις προς ανάλυση ενώσεις (Σαμανίδου, 2014)

❖ Ο Ζεόλιθος ως δοκιμή συνεκχύλισης

Δομή Ζεολίθων



10

Εικόνα 12: Δόμη Ζεολίθων (Καλάρης, 2016)

Οι ζεολίθοι είναι αργιλοπυριτικά ορυκτά με λόγο Si/Al μεταξύ 1 και απείρου (ΜΑΓΓΟΛΗΣ, 2014). Το κύριο δομικό στοιχείο των ζεολίθων είναι ένα τετράεδρο από τέσσερα οξυγόνα που περιστοιχίζουν ένα μικρό άτομο πυριτίου ή αργιλίου. Τα τετράεδρα ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν πολύεδρα δημιουργώντας ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης τους τρισδιάστατα πλέγματα με διαύλους ή κοιλοότητες αφενός μεν με νερό και αφετέρου με κατιόντα (Ca, Na, K) υπό ανταλλάξιμη μορφή. Τα μόρια νερού απο κοινού με τα κατιόντα έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται εντός των διαύλων του κρυστάλλου και να ανταλλάσσονται με άλλα κατιόντα χωρίς να επηρεάζεται σημαντικά η δομή του πλέγματος. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι στο πλέγμα των ζεολίθων υπάρχουν κενοί χώροι, «κανάλια», μέσα στα οποία εισέρχονται τα μόρια νερού και εφόσον ανήκει στην κατηγορία των τεκτοπυριτικών ορυκτών, οι ζεολίθοι αναπτύσσονται τρισδιάστατα στο χώρο, με αναλογία $O:(Al+Si)$ ίση με 2. Είναι αρκετά σταθερό υλικό θερμικά στο εύρος των $500 - 1000^{\circ}C$, και μάλιστα, κάποια είδη αντέχουν σε αρκετά αλκαλικό και κάποια άλλα σε αρκετά όξινο περιβάλλον, ενώ κάποια άλλα είδη είναι ανθεκτικά στη ραδιενέργεια. Όπως επίσης στα «κανάλια» επιτρέπεται η είσοδος (αλλά και η εύκολη έξοδος και ανταλλαγή) κατιόντων μεγάλων διαστάσεων όπως νατρίου, καλίου, βαρίου, ασβεστίου, αμμωνιακών και νιτρικών ιόντων. Ο όγκος των πόρων στην κρυσταλλική δομή των ζεολίθων φτάνει έως και το 50% του αφυδατωμένου ορυκτού. Λόγω της δομής τους έχουν σχετικά μικρό ειδικό βάρος και μπορούν να αποσπασθούν και να αντικατασταθούν από άλλα ιόντα, χωρίς διάρρηξη των δεσμών του πλέγματος (Μητρογιάννης, 2015). Υπάρχουν 40 φυσικοί και πάνω από 100

συνθετικοί ζεόλιθοι. Θεωρούνται επίσης εκλεκτοί προσροφητές. Τα υλικά που έχουν ως βάση τους ζεόλιθους είναι εξαιρετικά ευπροσάρμοστα και οι κύριες χρήσεις τους περιλαμβάνουν: παραγωγή απορρυπαντικών και ρητινών ιοντοανταλλαγής, η κατάλυση (ΜΑΓΓΟΛΗΣ, 2014) η ιδιότητά τους να ευνοούν ορισμένες χημικές αντιδράσεις, διεργασίες διαχωρισμού (π.χ. μοριακά κόσκινα) και χρήση ως προσροφητές που στηρίζεται στην ιδιότητά τους να κατακρατούν επιλεκτικά ορισμένα μόρια (Βάρβογλης & Βάρβογλης, 2014)

Ο όρος προσρόφηση αναφέρεται στη διεργασία της συσσώρευσης μορίων ή σωματιδίων μιας ουσίας στη διεπιφάνεια μεταξύ δύο φάσεων, όπως π.χ. στερεή και υγρή ή στερεή και αέρια. Με άλλα λόγια, η προσρόφηση είναι μία διεργασία μεταφοράς μάζας κατά την οποία ένα συστατικό μεταφέρεται από μία ρευστή φάση (αέρια ή υγρή) σε μία επιφάνεια στερεού, όπου το συστατικό συγκρατείται πλέον με την ανάπτυξη δυνάμεων έλξεως μεταξύ των μορίων του συστατικού και των μορίων της στερεής επιφάνειας.

Η διεργασία της προσρόφησης λαμβάνει χώρα σε τέσσερα στάδια:

1. Μεταφορά από τον κύριο όγκο του υγρού. Αφορά στη μετακίνηση του οργανικού υλικού που θα προσροφηθεί από τον κύριο όγκο του υγρού στο οριακό στρώμα της σταθερής επιφανειακής στοιβάδας που περιλαμβάνει το προσροφητικό μέσο και λαμβάνει χώρα με εξαναγκασμένη ροή και διασπορά μέσα στις μονάδες ενεργού άνθρακα.

2. Διάχυση μέσω επιφανειακής στοιβάδας. Αφορά στη μεταφορά λόγω διάχυσης του οργανικού υλικού διαμέσου του στατικού επιφανειακού υγρού φιλμ από τον κύριο όγκο του υγρού στην είσοδο των πόρων του προσροφητικού μέσου.

3. Μεταφορά μέσα στους πόρους. Αφορά στη μετακίνηση του υλικού που θα προσροφηθεί διαμέσου των πόρων και/ή με διάχυση κατά μήκος της επιφάνειας του προσροφητικού μέσου.

4. Προσρόφηση (ή ρόφηση). Αφορά στην προσκόλληση/κατακράτηση της ουσίας που θα προσροφηθεί στο προσροφητικό μέσο σε μια διαθέσιμη θέση προσρόφησης

Πιο συγκεκριμένα οι κυριότερες εφαρμογές της προσρόφησης είναι:

- Απομάκρυνση οργανικής ύλης από το πόσιμο νερό
- Απομάκρυνση τοξικών ουσιών από υγρά βιομηχανικά απόβλητα.
- Απομάκρυνση οσμής και γεύσης από το πόσιμο νερό.

- Αποχρωματισμός ατμών οργανικών διαλυτών από επαέρια.
- Αποχρωματισμός νερού ή υγρών τροφίμων.
- Αποχλωρίωση νερού.
- Μάσκες ατομικής προστασίας σε επικίνδυνα βιομηχανικά περιβάλλοντα ή σε περίπτωση χημικού πολέμου. (ΜΑΓΓΟΛΗΣ, 2014)

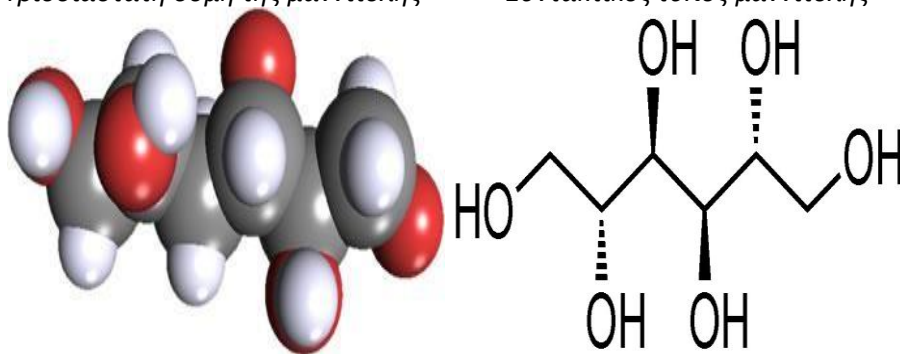
4.3.3 Συνεκχυλίσεις ως επιπλέον δοκιμές για την εξάλειψη του πικρού

Στο πλαίσιο της εξάλειψης του πικρού χρησιμοποιήθηκαν πολυόλες οι οποίες δεν υποκαθιστούν μόνο τη γλυκιά γεύση αλλά και πολλές λειτουργικές ιδιότητες των σακχάρων όπως την υφή, το χρώμα, τη δομή καθώς και τις ιδιότητες κατακράτησης υγρασίας. (EUFIC, 2009)

❖ Συνεκχύλιση αποξηραμένων φύλλων Στέβιας με Μαννιτόλη:

Τρισδιάστατη δομή της μαννιτόλης

Συντακτικός τύπος μαννιτόλης



Εικόνα 13: Τρισδιάστατη δομή της μαννιτόλης (αριστερά), Συντακτικός τύπος μαννιτόλης(δεξιά) (wikipedia, 2016)

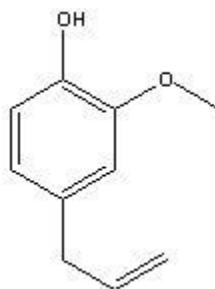
Η μαννιτόλη είναι μια εξαενδρική γλυκο-αλκοόλη ισομερής της σορβιτόλης αλλά και της δουλσιτόλης. Αποτελεί την πρώτη κρυσταλλική αλδιτόλη που βρέθηκε και

απομονώθηκε από φυτικούς ιστούς. Μεγαλύτερα ποσοστά της ουσίας υπάρχουν στα επιδρωμένα πλατανιών ή ελαιόδεντρων. Παράγεται με υδρογόνωση προϊόντων που περιέχουν μονοσακχαρίτες. Χρησιμοποιείται ως γλυκαντική ύλη με λίγες θερμίδες, συστατικό διόγκωσης κτλ. (wikipedia, 2016)

❖ Συνεκχύλιση αποξηραμένων φύλλων Στέβιας με φύλλα Βασιλικού:

Ένα από τα χημικά συστατικά του βασιλικού το οποίο βοηθά να παραχθούν οι διακριτικές ευωδίες του βασιλικού είναι η ευγενόλη. Η ισχυρή σαν-γαρίφαλο μυρωδιά του γλυκού βασιλικού, εξάγεται από την ευγενόλη, το ίδιο χημικό συστατικό όπως και το πραγματικό γαρίφαλο. (Βικιπαίδεια, 2016) Η ευγενόλη είναι ένα συστατικό γεύσης, το οποίο βρίσκεται στο μπαχαρικό γαρύφαλλο και σε κάποια άλλα μπαχαρικά. Το γαρύφαλλο περιέχει πάνω από 15% ευγενόλη. Η ευγενόλη έχει επίσης την χαρακτηριστική οσμή του γαρύφαλλου.

Η ευγενόλη προσθέεται σε καλλυντικά, φαρμακευτικά σκευάσματα και οδοντόκρεμες για να δώσει γεύση.



Εικόνα 14: Δομή ευγενόλης

(Βικιπαίδεια, 2016)

Η ευγενόλη είναι αδιάλυτη στο νερό, αλλά ιδιαίτερα διαλυτή στο αλκοόλ και στο λάδι. Μια παρενέργεια της ευγενόλης είναι ότι λειτουργεί ως αναλγητικό (παισιόνο). Η ευγενόλη δεν είναι πολύ τοξική. Μια έντονη τοξική δόση είναι

μερικά γραμμάρια/κιλό σωματικού βάρους, η οποία είναι ισοδύναμη με περίπου με 100γραμμάρια γαρύφαλλου σε μια δόση. (Food-Info, 2014)

4.3.4 Συμπύκνωση

Στη Χημεία με τον όρο αντίδραση συμπύκνωσης, (condensation reaction), χαρακτηρίζεται ένας μηχανισμός - χημική αντίδραση κατά την οποία συνεπάγεται αφαίρεση νερού (αφυδάτωση), από δύο ή περισσότερα μικρά μόρια προκειμένου να σχηματισθεί μια μεγαλύτερη χημική ένωση. Για παράδειγμα ο δισακχαρίτης υδατάνθρακας ζαχαρόζη σχηματίζεται από μια *αντίδραση συμπύκνωσης* μεταξύ μορίων γλυκόζης και φρουκτόζης. Ειδικότερα με τέτοιο μηχανισμό δομούνται όλα τα μακρομόρια όπως οι πολυσακχαρίτες.

Ζολωτα -> Η συμπύκνωση των εκχυλισμάτων στο υδατόλουτρο έχει ως σκοπό την απομάκρυνση της αιθανόλης που είχε παραχθεί από την αλκοολική ζύμωση αλλά και μερικής ποσότητας νερού. Η συμπύκνωση προκαλεί αύξηση στην τιμή του φαινομένου, εκχυλίσματος, εφόσον απομακρύνθηκε νερό και αυξήθηκε η συγκέντρωση των σακχάρων στο εκχύλισμα. (Wikipedia, 2015)

4.3.5 Αποχρωματισμός

Η διαδικασία αλλαγής του χρώματος μιας ουσίας, η οποία πλέον καθίσταται πιο ανοιχτόχρωμη. Ο αποχρωματισμός αποτελεί μια μορφή προσρόφησης, κατά την οποία αφαιρούνται οι ανεπιθύμητες ουσίες που βρίσκονται μέσα σε ορισμένα υγρά και τους προσδίδουν χρώμα. Πραγματοποιείται με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων στερεών ουσιών, σημαντικότερες από τις οποίες είναι οι ενεργοί άνθρακες και τα φυσικά υδροπυριτικά παράγωγα του αργιλίου όπως ο ζεόλιθος, τα οποία ενεργοποιούνται με οξύ. Η απομάκρυνση των ακαθαρσιών με τη μέθοδο του αποχρωματισμού δεν αποτελεί μια απλή διήθηση, αλλά μια σωστή έλξη των λεπτότατων σωματιδίων των αποχρωστικών από τα ογκώδη σωματίδια

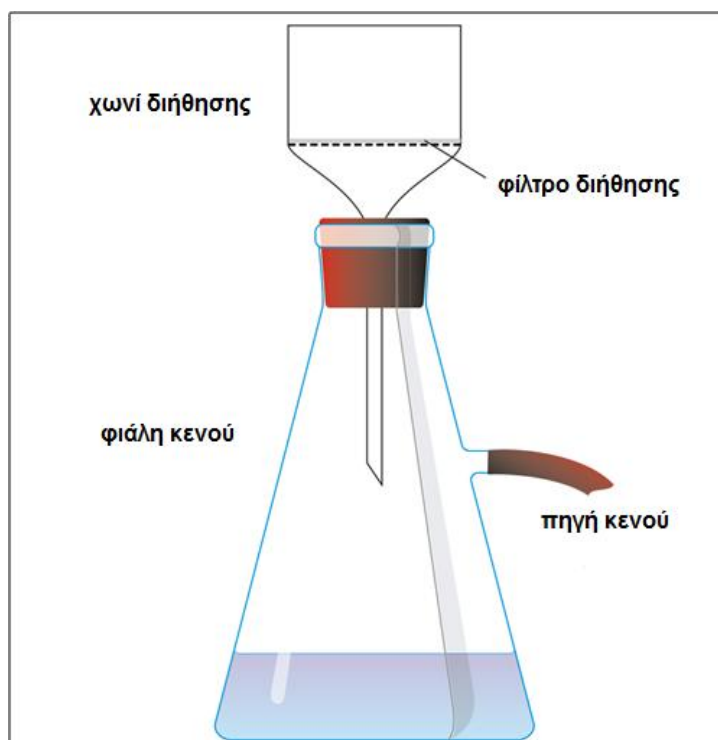
των ακαθαρσιών· στη συνέχεια, τα τελευταία συγκρατούνται με προσρόφηση μέσω της ειδικής τριχοειδούς δομής των ενεργών ανθράκων και των γαιών που αποχρωματίζονται. Ο αποχρωματισμός εφαρμόζεται σε πολλές βιομηχανικές διαδικασίες, αλλά κυρίως στα φυτικά και ορυκτά έλαια ή στους σακχαρώδεις χυμούς.

4.3.6 Διήθηση

Διήθηση ή φιλτράρισμα ονομάζεται η μέθοδος με την οποία απομονώνονται στερεά σωματίδια που περιέχονται σε ένα υγρό μείγμα. Με τη μέθοδο αυτή το μείγμα διοχετεύεται από ένα φίλτρο (διηθητήρα). Το φίλτρο είναι υλικό που φέρει πολύ μικρές οπές. Το φίλτρο συγκρατεί το στερεό, ενώ το υγρό διέρχεται λόγω της βαρύτητας. (Κωνσταντίνου, Κουλαδούρος) .Το απομονωμένο πλέον υγρό που έχει διέλθει από αυτό το φίλτρο ονομάζεται διήθημα. Το στερεό κατάλοιπο που έχει συγκρατήσει το φίλτρο ονομάζεται ίζημα. Στην παρούσα εργασία η διήθηση υπό κενό χρησιμοποιήθηκε για τον αποχρωματισμό και καθαρισμό του υγρού εκχυλίσματος στέβιας από τις διάφορες συγκεντρώσεις ζεόλιθου που προστέθηκαν. (Βικιπαίδεια, 2016)

❖ Διήθηση υπό κενό

Η φιάλη διηθήσεως με κενό ή φιάλη Büchner είναι κωνική φιάλη που επιτρέπει την δημιουργία κενού στο εσωτερικό της. Φέρει παχύ πλευρικό τοίχωμα ώστε να αντέχει στις διαφορές πιέσεως που δημιουργούνται μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού της περιβάλλοντος. Επιπλέον περιλαμβάνει μία διακλάδωση στον λαιμό της οπού συνδέεται μία πηγή κενού. Η φιάλη συνδυάζεται με χωνί διήθησης ή χωνί Büchner με το οποίο μπορεί να διαχωριστεί το υγρό από το ίζημα ενός διαλύματος. Το χωνί διήθησης προσαρμόζεται στον λαιμό της φιάλης με την βοήθεια ελαστικών δακτυλίων που στεγανοποιούν την φιάλη και επιτρέπουν την διατήρηση του κενού. (Βικιπαίδεια, 2013)



Εικόνα 15: Η φιάλη διήθησεως υπό κενό Büchner και τα μέρη της (Anon., 2014)

4.3.7 Οργανοληπτικός έλεγχος

❖ Οργανοληπτικός έλεγχος

Όπως όλες οι υπάρξεις, έτσι και ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται το φυσικό του περιβάλλον μέσα από τις αισθήσεις του. Δηλαδή, μέσα από τα μηνύματα που τα αισθητήρια όργανά του λαμβάνουν από το περιβάλλον, καταγράφουν και συγκρίνουν με προηγούμενες εντυπώσεις.

Η πρώτη επαφή του ανθρώπου με την τροφή γίνεται συνήθως μέσω της όρασης, της όσφρησης, της ακοής, της αφής ή μέσω ενός ταυτόχρονου συνδυασμού ορισμένων από αυτές τις αισθήσεις.

Οι αμέσως επόμενες εντυπώσεις προέρχονται συνήθως από την αφή (π.χ. με τα χείλη ή μέσα στο στόμα όπου γίνεται αντιληπτό το ψυχρό, το θερμό ή το δυσάρεστο) ή και την ακοή (π.χ. ο ήχος του μασήματος) ενώ κατόπιν ακολουθεί η γεύση και πάλι η όσφρηση η οποία τώρα πραγματοποιείται έμμεσα μέσα από το σύστημα εκπνοής. Όλες αυτές οι εντυπώσεις επηρεάζουν την αντίληψή μας για το τρόφιμο και ενώ συνηθίζουμε το σύνολο αυτών να το αποκαλούμε στην καθημερινότητά μας απλά «γεύση», είναι στην πραγματικότητα μια πολύ σύνθετη έννοια. (Beauchamp & Mennella, 2009)

❖ Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Το προεξέχον χαρακτηριστικό των τροφίμων και των ποτών που καταναλώνουμε είναι το flavor τους. Μη υπάρχοντος αντίστοιχου σύνθετου όρου στα ελληνικά (θα μπορούσε ίσως να είναι η λέξη αρωματογεύση). Ως flavor, ορίζουμε τη συνδυασμένη αντίληψη τριών ανατομικά διαφορετικών χημικών αισθήσεων: της γεύσης, της οσμής και του χημειοαισθησιακού ερεθισμού. Οι ουσίες που διεγείρουν τη γεύση και οι οποίες πρέπει να διαλυθούν στο σάλιο, ανιχνεύονται από τους υποδοχείς της γεύσης που βρίσκονται στον γευστικό ιστό της γλώσσας, του ουρανίσκου και ίσως ακόμα και του εντέρου. Το οσφρητικό τμήμα του flavor συνίσταται από τις πτητικές ουσίες που ανιχνεύονται από τους υποδοχείς στις ανώτερες περιοχές της μύτης. Πιστεύεται ότι υπάρχουν εκατοντάδες ή χιλιάδες διαφορετικές οσμές και είναι αυτές που βοηθούν στη διάκριση ανάμεσα στα διάφορα αρώματα, για παράδειγμα ανάμεσα στη φράουλα ή το πορτοκάλι. Η τρίτη χημική αίσθηση, ο χημειοαισθησιακός ερεθισμός, ο οποίος ανιχνεύεται από υποδοχείς που υπάρχουν στο δέρμα της κεφαλής και ιδιαίτερα, αναφορικά με την τροφή, μέσα στο στόμα και τη μύτη *Νικολέττα Γιάννοβιτς*

Η γεύση είναι τετραδιάστατο αίσθημα που γίνεται αντιληπτό σε 4 αποκλίσεις: γλυκό, ξινό, αλμυρό και πικρό. Για το γλυκό και το πικρό είναι υπεύθυνη η ειδική στερεοδομή των μορίων του σήματος (Stimuli) η οποία βρίσκεται σε αλληλεπίδραση με το συμπληρωματικό σύστημα υποδοχέα. Η γλυκύτητα μπορεί να μετρηθεί με επιτυχία για καθαρά διαλύματα σακχάρων με πυκνόμετρα, διαθλασίμετρα σε °Brix, αλλά με λιγότερη ακρίβεια στα τρόφιμα όπου τα σάκχαρα αποτελούν βάση

διαλυτών στερεών. Το πικρό δεν μπορεί να προσδιοριστεί με κάποια γενική μέθοδο, απλά γίνεται σύγκριση του τροφίμου με αραιά διαλύματα ορισμένων πικρών ουσιών.

Τι εξετάζουμε κατά τον Οργανοληπτικό Έλεγχο στα πλαίσια του ποιοτικού ελέγχου του τελικού προϊόντος:

- Διαφορές στην εμφάνιση
- Διαφορές στην οσμή
- Διαφορές στη γεύση
- Οτιδήποτε άλλο έξω από τα συνηθισμένα

Ο οργανοληπτικός έλεγχος είναι ο μοναδικός έλεγχος που απαιτεί αποκλειστικά ως αξιολογητές ανθρώπους. Πρακτικά, μια ομάδα αξιολογητών αποτελείται από άτομα που πρέπει να μπορούν να προσφέρουν ειδικές, αντικειμενικές πληροφορίες για την οσμή και τη γεύση των ελεγχόμενων ουσιών ή μιγμάτων. Ίσως το πιο δύσκολο τμήμα του ελέγχου είναι ο προσδιορισμός των ερωτημάτων στα οποία θα πρέπει να δοθούν απαντήσεις. Η ανάγκη να μάθουμε αν δυο δείγματα έχουν ή όχι διαφορετικό χαρακτήρα (κάτι που συμβαίνει όταν για παράδειγμα αντικαταστήσουμε μια α' ύλη με κάποια άλλη), διαφέρει από το αν θέλουμε να μάθουμε ποιο από τα δύο προϊόντα και γιατί είναι καλύτερο. (Beauchamp & Mennella, 2009)

5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

5.1 Απόσταξη

Σαν πρώτη διαδικασία μελετήθηκε η απόσταξη. Για την πειραματική διαδικασία της απόσταξης φτιάχτηκε ένα εκχύλισμα από αποξηραμένα φύλλα στέβιας, νερό και διάλυμα αιθανόλης. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν:

1. 100g αποξηραμένα φύλλα στέβιας
2. 675 ml απεσταγμένο νερό
3. 75ml διάλυμα αιθανόλης 10%

Συγκεκριμένα μελετήθηκε υδραπόσταξη που είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος απόσταξης για τη συγκεκριμένη μελέτη επειδή τα φύλλα έρχονται σε επαφή με το υγρό.

Η πειραματική διαδικασία έγινε με ειδικό αποστακτήρα και η πορεία που ακολούθησε ήταν η εξής:

Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε στην σφαιρική φυάλη η οποία ερχόταν σε επαφή με ένα γκαζάκι(θερμαντική συσκευή).Μετά απο 40' θέρμανσης το εκχύλισμα άρχισε να βράζει και να δημιουργούνται υδρατμοί.Οι υδρατμοί με βάση τη διάταξη της συσκευής οδηγούνται στον συμπυκνωτή όπου εκεί ψύχθηκε με τη βοήθεια τρεχούμενου νερού και μετατράπηκε σε μορφή υγρού. Στη συνέχεια μεταφερόταν στον συλλέκτη όπου εκεί γίνεται η παραλαβή του. Η διαδικασία αυτή μέχρι να γίνει όλη η παραλαβή του υγρού που χρειαζόταν είχε διάρκεια 5 ώρες.

7.1 Εκχύλιση

Για την μελέτη απομάκρυνσης της πικρής επίγευσης της στέβιας παρήχθησαν 4 διαφορετικά εκχυλίσματα

Για αρχή έγινε μια απλή εκχύλιση με αποξηραμένα φύλλα στέβιας, σε νερό και αιθανόλη. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν:

1. ΣΤΕΒΙΑ
 - 33g αποξηραμένα φύλλα στεβιας
 - 675 ml απεσταγμένο νερό
 - 75ml διάλυμα αιθανόλης 10%

Στη συνέχεια έγιναν 3 συνεκχυλίσεις ως δοκιμή για την μείωση της επίγευσης του πικρού με τα εξής εκχυλίσματα:

2. ΣΤΕΒΙΑ-ΖΕΟΛΙΘΟΣ

- 32g αποξηραμένα φύλλα στέβιας
- 1g ζεόλιθου
- 675 ml απεσταγμένο νερό
- 75ml διάλυμα αιθανόλης 10%

3. ΣΤΕΒΙΑ-ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ

- 16,5g αποξηραμένα φύλλα στέβιας
- 16,5g φύλλα βασιλικού
- 675 ml απεσταγμένο νερό
- 75ml διάλυμα αιθανόλης 10%

4. ΣΤΕΒΙΑ-MANNITΟΛΗ

- 32g αποξηραμένα φύλλα στέβιας
- 1g μαννιτόλη
- 675 ml απεσταγμένο νερό
- 75ml διάλυμα αιθανόλης 5%



Εικόνα 16: Αποξηραμένα φυλλα Στέβιας εμβαπτισμένα σε νερό και αιθανόλη

Τα διαλύματα παρέμειναν σε ηρεμία για 24 ώρες έπειτα ακολούθησε συμπύκνωση των εκχυλίσματος (βρασμός 10' σε υδατόλουτρο)για την απομάκρυνση νερού και αιθανόλης .

5.3 Συμπύκνωση

Τα τέσσερα εκχυλίσματα έμειναν σε ηρέμια για 24 ώρες και έπειτα συμπυκνώθηκαν σε υδατόλουτρο για 10' με σκοπό η συμπύκνωση να προκαλέσει αύξηση στην τιμή του φαινόμενου εκχυλίσματος, εφόσον απομακρύνθηκε νερό και αιθανόλη αυξήθηκε η συγκέντρωση των σακχάρων στο εκχύλισμα την απομάκρυνση του νερού και της αιθανόλης. Ακλούθησε γευσιγνωσία με σκοπό την σύγκριση των αποτελεσμάτων της δοκιμή γεύσης πριν και μετά την συμπύκνωση ώστε να μελετηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στα τέσσερα εκχυλίσματα που μελετούνται.

5.4 Αποχρωματισμός

Ακολούθησε μια διαδικασία για τον αποχρωματισμό και την βελτίωση της γεύσης των εκχυλισμάτων με ζεόλιθο σε διάφορες συγκεντρώσεις όπου παρέμειναν σε ηρεμία για 48 ώρες. Πριν τον αποχρωματισμό, η απαιτούμενη ποσότητα ζεόλιθου ζυγίστηκε σε αναλυτικό ζυγό, μετά προστέθηκε στις ανάλογες ποσότητες στα συμπυκνωμένα εκχυλίσματα στέβιας.

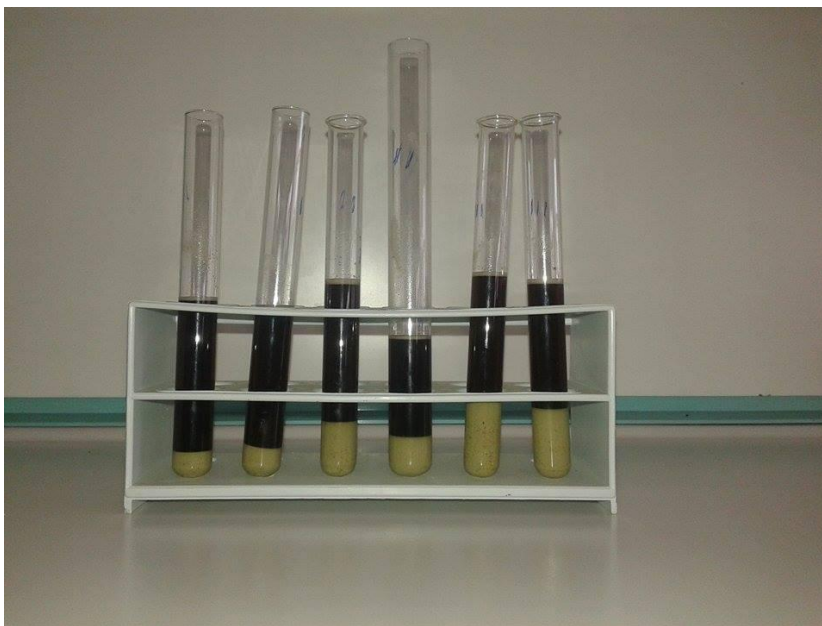
Η πειραματική διαδικασία που ακολούθησε είναι ίδια και για τα 4 εκχυλίσματα.

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν:

- Για συγκέντρωση 10% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 1g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 20% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 2g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 30% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 3g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 40% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 4g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 50% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 5g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 60% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 6g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 70% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 7g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 80% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 8g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 90% ζεόλιθου προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 10ml εκχυλίσματος και 9g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 100% ζεόλιθου προστέθηκαν σε ποτήρια ζέσεως(των 50 ml) 25ml εκχυλίσματος και 25g ζεόλιθου

- Για συγκέντρωση 130% ζεόλιθου προστέθηκαν σε ποτήρια ζέσεως(των 50 ml)25ml εκχυλίσματος και 32,5g ζεόλιθου
- Για συγκέντρωση 150% ζεόλιθου προστέθηκαν σε ποτήρια ζέσεως(των 50 ml)25ml εκχυλίσματος και 37,5g ζεόλιθου

Παρέμειναν σε ηρεμία για 48 ώρες και αμέσως μετά ακολούθησε διήθηση υπό κενό για τον καθαρισμό των δειγμάτων μετά την προσθήκη ζεόλιθου και δοκιμή γεύσης ώστε να καταγραφεί η βέλτιστη συγκέντρωση ζεόλιθου για τον αποχρωματισμό και αντίστοιχα για την μείωση της επίγευσης των αποχρωματισμένων εκχυλισμάτων.



Εικόνα 17: Προσθήκη Ζεόλιθου σε εκχυλίσματα για δοκιμές αποχρωματισμού με συγκεντρώσεις 10-90% σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 10ml



Εικόνα 18: Προσθήκη Ζεόλιθου σε εκχυλίσματα για δοκιμές αποχρωματισμού με συγκεντρώσεις 100%, 130% και 150% σε ποτήρια ζέσεως των 50 ml

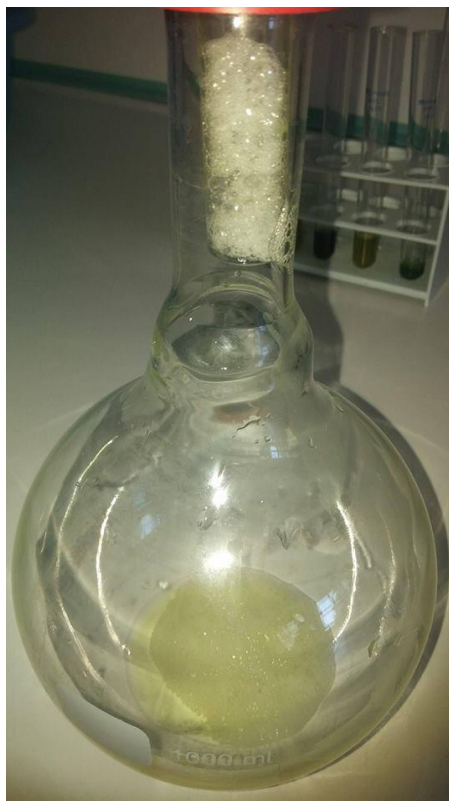
5.5 Διήθηση υπό κενό

Τα δείγματα μας μετά την προσθήκη ζεόλιθου παρέμειναν σε ηρεμία για 48 ώρες και αμέσως μετά ακολούθησε διήθηση υπό κενό με το μηχάνημα Büchner για τον διαχωρισμό του εκχυλίσματος από το ίζημα με αποτέλεσμα τον καθαρισμό των δειγμάτων μετά την προσθήκη ζεόλιθου.

Το κάθε δείγμα ξεχωριστά τοποθετήθηκε στο χωνί διήθησης που επιτρέπει την δημιουργία κενού στο εσωτερικό της. Το μηχάνημα τέθηκε σε λειτουργία δημιουργώντας κενό όπου το φίλτρο διήθησης συγκρατεί το ίζημα και φιλτράρει το εκχύλισμα παίρνοντας το καθαρό και αποχρωματισμένο στην φιάλη κενού από όπου και συλλέγεται αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία και διηθηθεί όλο το δείγμα. Τέλος το φίλτρο καθαρίζεται και η διαδικασία επαναλαμβάνεται αντίστοιχα για όλα τα δείγματα προς εξέταση. Αμέσως μετά ακολουθεί σύγκριση των αποχρωματισμένων δειγμάτων, και δοκιμή γεύσης ώστε να καταγραφεί η βέλτιστη συγκέντρωση ζεόλιθου για τον αποχρωματισμό και αντίστοιχα για την μείωση της επίγευσης των αποχρωματισμένων εκχυλισμάτων.



Εικόνα 19: Μηχάνημα διήθησης υπο κενό Büchner σε λειτουργία



Εικόνα 20: Το καθαρό εκχύλισμα που συλλεγεται κατά τη διάρκεια της διήθησης

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Πραγματοποιήθηκε δοκιμή γεύσης από δοκιμαστές ανεξαρτητων των ερευνητών όπου αξιολόγησαν τα εκχυλίσματα πριν και μετά τον βρασμό τα αποτελέσματα της οποίας αναφέρονται στον πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΔΟΚΙΜΗ ΓΕΥΣΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟ

ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ	ΠΡΙΝ ΤΟ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟ	ΜΕΤΑ ΤΟ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟ (10')
ΣΤΕΒΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΣ ΠΙΚΡΟ	ΕΛΑΦΡΩΣ ΠΙΚΡΟ
ΣΤΕΒΙΑ-ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΠΙΚΡΟ-ΜΕΤΡΙΑ ΠΙΚΡΟ	ΠΙΚΡΟ-ΜΕΤΡΙΑ ΠΙΚΡΟ
ΣΤΕΒΙΑ-ΖΕΟΛΙΘΟΣ	ΠΙΚΡΟ-ΜΕΤΡΙΑ ΠΙΚΡΟ	ΣΥΝΗΘΕΣ ΠΙΚΡΟ
ΣΤΕΒΙΑ-MANNITOLH	ΠΙΚΡΟ-ΜΕΤΡΙΑ ΠΙΚΡΟ	ΣΥΝΗΘΕΣ ΠΙΚΡΟ

Ακολούθησε μια δεύτερη δοκιμή γεύσης για τα αποχρωματισμένα και διηθημένα εκχυλίσματα ώστε να βρεθεί η βέλτιστη συγκέντρωση ζεόλιθου με βάση το ποσοστό αποχρωματισμού και τα αποτελέσματα της δοκιμής γεύσης για την επίλυση της επίγευσης της Στέβιας

Στα 4 εκχυλίσματα προστέθηκε ζεόλιθος σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Στις συγκεντρώσεις 10-70% όπου δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική αλλαγή στην γεύση και στον αποχρωματισμό. Στις συγκεντρώσεις 80% και 90% παρατηρήθηκε μια ελαφρώς βελτίωση στο χρώμα και στη γεύση αλλά όχι ικανοποιητική. Στη συγκέντρωση 100% υπήρξε μια ικανοποιητική βελτίωση ,στη συγκέντρωση 130% υπήρξε το επιθυμητό αποτέλεσμα στον αποχρωματισμό του εκχυλίσματος και στην μείωση της επίγευσης και τέλος στην συγκέντρωση 150% όπου δεν καταφέραμε να συλλέξουμε διήθημα προς εξέταση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών λόγω της πλήρης απορρόφησης του εκχυλίσματος από τον ζεόλιθο και γι' αυτό το λόγο απορρίφθηκε αυτή την συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα αποχρωματισμού φαίνονται στις εικόνες 21-24 και τα αποτελέσματα της δοκιμής γεύσης μετά την παρέμβαση ζεόλιθου στον πίνακα 6

που χρησιμοποιήθηκε μια κλίμακα αξιολόγησης από το 1(μη αποδεκτό) έως το 5 (εξαιρετικά αποδεκτό) .

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΕΥΣΗΣ

ΓΕΥΣΗ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ
ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	1
ΕΛΑΦΡΩΣ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	2
ΜΕΤΡΙΑ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	3
ΑΠΟΔΕΚΤΗ	4
ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΑΠΟΔΕΚΤΗ	5

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : ΔΟΚΙΜΗ ΓΕΥΣΗΣ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΖΕΟΛΙΘΟΥ

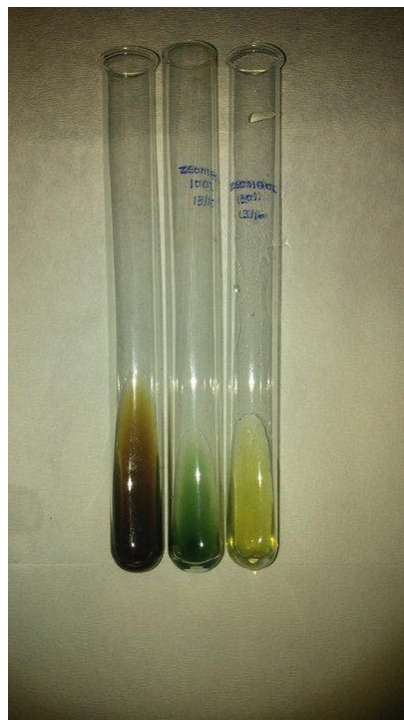
ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΓΙΑ ΑΠΟΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΔΙΗΘΗΣΗ ΥΠΟ ΚΕΝΟ

<u>ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ</u>		10-50%	60-70%	80%	90%	100%	130%
<u>ΣΤΕΒΙΑ</u>	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	Πάρα Πολύ έντονη, δυσάρεστη	Πολύ έντονη	Πολύ έντονη	Έντονη	Ελαφρώς έντονη	Ελαφρώς ελαττωμένη, ευχάριστη
	ΠΙΚΡΗ ΓΕΥΣΗ	Πολύ έντονη	Αρκετά έντονη	Ελαφρώς έντονη	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή ευχάριστη
	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΕΥΣΗΣ	1	1	2	3	3	4
	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ						
<u>ΣΤΕΒΙΑ-ΖΕΟΛΙΘΟΣ</u>	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	Πάρα πολύ έντονη, δυσάρεστη	Πολύ έντονη	Πολύ έντονη	Έντονη	Ελαφρώς έντονη	Ελαφρώς ελαττωμένη, ευχάριστη
	ΠΙΚΡΗ ΓΕΥΣΗ	Πολύ έντονη	Αρκετά έντονη	Ελαφρώς έντονη	Μέτρια	Χαμηλή ευχάριστη	Χαμηλή ευχάριστη
	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΕΥΣΗΣ	1	2	2	3	4	5
	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΥ					

<u>ΣΤΕΒΙΑ- ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ</u>	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	Πάρα πολύ έντονη , δυσάρεστη	Πολύ έντονη	Πολύ έντονη	Έντονη	Ελαφρώς έντονη, ευχάριστη	Ελαφρώς ελαττωμένη, ευχάριστη
	ΠΙΚΡΗ ΓΕΥΣΗ	Πολύ έντονη	Αρκετά έντονη	Ελαφρώς έντονη	Μέτρια	Χαμηλή, ευχάριστη	Χαμηλή ευχάριστη
	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΕΥΗΣ	1	2	3	4	4	5
	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΕΥΧΑΡΙΣΤΗ ΓΕΥΣΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ-ΠΙΟ ΕΥΓΕΥΣΤΟ ΑΠΟ ΤΑ ΑΛΛΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ					
<u>ΣΤΕΒΙΑ- ΜΑΝΝΙΤΟΛΗ</u>	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	Πάρα πολύ έντονη, δυσάρεστη	Πολύ έντονη	Πολύ έντονη	Έντονη	Ελαφρώς ελαττωμένη	Ελαφρώς ελαττωμένη, ευχάριστη
	ΠΙΚΡΗ ΓΕΥΣΗ	Πάρα πολύ έντονη	Πολύ έντονη	Πολύ έντονη	Ελαφρώς ελαττωμένη, όχι ευχάριστη	Όχι ευχάριστη	Χαμηλή ευχάριστη
	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΕΥΗΣ	1	1	1	2	3	4
	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΕΛΑΦΡΩΣ ΠΙΟ ΣΤΥΦΟ ΑΠΟ ΤΑ ΑΛΛΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ					



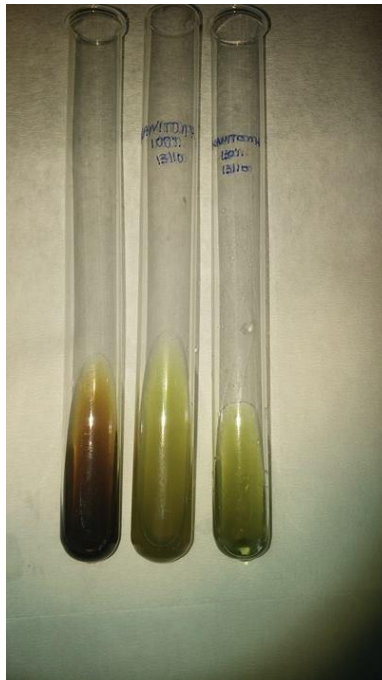
Εικόνα 21: Εκχύλισμα στέβιας μη αποχρωματισμένο (αριστερά) αποχρωματισμένα δείγματα σε διαφορετικές συγκεντρώσεις ζεόλιθου 0% (αριστερά) 100% (μέση) 130% (δεξιά).



Εικόνα 22: Εκχύλισμα στέβιας-ζεόλιθου μη αποχρωματισμένο (αριστερά) αποχρωματισμένα δείγματα σε διαφορετικές συγκεντρώσεις ζεόλιθου 0% (αριστερά) 100% (μέση) 130% (δεξιά)



Εικόνα 23: Εκχύλισμα στέβιας-βασιλικού μη αποχρωματισμένο (αριστερά) αποχρωματισμένα δείγματα σε διαφορετικές συγκεντρώσεις ζεόλιθου 0% (αριστερά) 100% (μέση) 130% (δεξιά).



Εικόνα 24: Εκχύλισμα στέβιας-μανιτόλης μη αποχρωματισμένο (αριστερά) αποχρωματισμένα δείγματα σε διαφορετικές συγκεντρώσεις συγκεντρώσεις ζεόλιθου 0% (αριστερά) 100% (μέση) 130% (δεξιά).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος της πτυχιακής ήταν να βρεθεί ένα σύνολο διεργασιών για την παραγωγή ενός εκχυλίσματος από το φυτό *Stevia rebaudiana bertonii* απαλλαγμένο από την χαρακτηριστική πικρή γεύση των γλυκοζιτών στεβιόλης βιοκαταλυτικά με ζεόλιθο. Για να επιτευχθεί αυτό, πραγματοποιήθηκε κρύα εκχύλιση ξηρών φύλλων στέβιας, συμπύκνωση σε υδατόλουτρο και αποχρωματισμός με ζεόλιθο. Τέλος, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος του παραγόμενου εκχυλίσματος γλυκοζιτών στεβιόλης.

Επίσης για την επίλυση της επίγευσης της Στεβιας μελετήθηκαν οι συνεκχυλίσεις Στέβια- ζεόλιθος, Στέβια-Βασιλικός και Στέβια-μαννιτόλη με την ίδια πειραματική πορεία.

Δοκιμές έδειξαν ότι το κρύο εκχύλισμα φύλλων στέβιας είχε καλύτερη γεύση έντονη γλυκύτητα και χαμηλή πικρή γεύση σε σχέση με την απόσταξη ξηρών φύλλων στέβιας τόσο με νερό όσο και με αιθανόλη το οποίο και απορρίφθηκε, διότι οδήγησε στη δημιουργία πάρα πολλών ανεπιθύμητων αρωμάτων και πικρών ουσιών. Και στην περίπτωση του κρύου εκχυλίσματος η γεύση παρέμεινε σταθερή και μετά τη διεργασία της συμπύκνωσης σε υδατόλουτρο για 10 λεπτά χωρίς να επηρεάσει σημαντικά η θερμοκρασία τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Έγινε προσπάθεια αποχρωματισμού των εκχυλισμάτων στέβιας βιοκαταλυτικά με ζεόλιθο. Η διεργασία του αποχρωματισμού στη συνέχεια της διήθησης υπο κενό και τέλος η δοκιμή της γεύσης έδειξε ότι η βέλτιστη συγκέντρωση ζεόλιθου για τον αποχρωματισμό και την μείωση της επίγευσης των εκχυλισμάτων γλυκοζιτών στεβιόλης είναι 130% αξιολογώντας το με 4 ως "αποδεκτό". Το εκχύλισμα Στέβια-Βασιλικός στην συγκέντρωση 130% αξιολογήθηκε με 5 ως "εξαιρετικά αποδεκτό" λόγω του βασιλικού που έδωσε ένα ευχάριστο άρωμα βασιλικού στα εκχυλίσματα και χαρακτηρίστηκαν ως πιο εύγευστα από τα άλλα. Το εκχύλισμα Στέβια-Μαννιτόλη αξιολογήθηκε με 4 ως "αποδεκτό" διότι ήταν λίγο πιο στιφό από τα άλλα εκχυλίσματα. Η συνεκχύλιση Στέβια-Ζεόλιθος ως δοκιμή για την εξάλειψη της επίγευσης είχε θετικά αποτελέσματα όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 της δοκιμής και

μεγαλύτερο ποσοστό αποχρωματισμού σε σύγκριση με το ποσοστό των άλλων εκχυλισμάτων. Στον πίνακα δοκιμής της γεύσης μετά την παρέμβαση ζεόλιθου το εκχύλισμα Στέβια-Ζεόλιθος στην συγκέντρωση 130% αξιολογήθηκε με 5 ως "εξαιρετικά αποδεκτό".

Η Στέβια είναι ένα αναμφισβήτητα φυσικό γλυκαντικό που μπορεί να αντικαταστήσει τη ζάχαρη στην καθημερινότητά μας, αν απαλλαγεί από το μεγάλο μειονέκτημα της ,την πικρή επίγευση, που την καθιστά ανεπιθύμητη και περιορίζει σημαντικά την κατανάλωση και την χρήση της ως φυσικό γλυκαντικό στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών. Η δοκιμη εξάλειψης της, βιοκαταλυτικά με Ζεόλιθο αποδείχθηκε ελπιδοφόρα για την μείωση της χαρακτηριστικής επίγευσης και την ένταξη της Στέβιας, στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών ως ένα φυσικό γλυκαντικό με ενδιαφέρουσες διατροφικές χρήσεις και σημαντικές ιδιότητες για την υγεία που την καθιστά επιθυμητή από ένα ευρύ κοινό . Γι'αυτόν τον λόγο συνεπώς, είναι ανάγκη να συνεχιστούν οι έρευνες για την βιοκαταλυτική εξάλειψη της πικρής επίγευσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abou-Arab, A. E., Abou-Arab, A. A. & Abu-Salem , M. F., 2010. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana bertonii* plant. *African Journal of Food Science*, pp. 269-281.
- agrifarming, 2015. Stevia plant Farming Guide. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.agrifarming.in/stevia-plant-farming/>
- Anon., 2014. Gravimetric Methods of Analysis. *High School Chemistry Guide*. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://highschoolchemistryguide.com/gravimetric-methods-analysis/>
- Arora , S. et al., 2008. Textural and structural properties of kalakand made with artificial sweeteners-saccharin,acesylfame-k, sucralose and aspartame. pp. 263-266.
- Beauchamp, G. K. & Mennella, J. A., 2009. Early Flavor Learning and its Impact on Later Feeding Behavior.
- Belitz , H. -. D., Grosch, W. & Schieberle, P., 2006. *Χημεία Τροφίμων* .I.:Τζόλα.
- Benford , D., DiNovi, M. & Schlatter, J., 2009. STEVIOL GLYCOSIDES. *Food standards Agency* .
- Brandle, J., Starratt, A. & Gijzen, M., 1998. *Stevia rebaudiana* : Its agricultural, biological, and chemical properties.
- Burani, J., 2006. Gushers and Tricklers: Practical use of the glycemic index.. *American Diabetes Association. Souyhern Regional conference* .
- Carakostas , M., Curry, L., Boileau, A. & Brusick, D., 2008. Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside for use in food and beverages.
- Carakostas, M. και συν., 2012. *Alternative Sweeteners*.
- Chatsudthipong , V. & Muanprasat , C., 2009. Stevioside and related compounds:Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, pp. 41-54.
- Chatsudthipong, V. & Muanprasat, C., 2008. Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness.
- Debnath, M., 2008. Clonal propagation and antimicrobial activity of an endemic medicinal plant *Stevia rebaudiana*. *Medicinal Plants Research*, Τόμος 2, pp. 045-051.

EFSA, 2010. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *European Food Safety Authority (EFSA)*, p. 84. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1537.htm>

EUFIC, 2009. Στέβια: ένα φυσικό γλυκαντικό με προοπτική ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ : <http://www.eufic.org/article/el/page/FTARCHIVE/artid/stevia-natural-sweetener-potential-greek/>

EUFIC, 2013. Low-calorie sweeteners, more than just a sweet taste. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ : <http://www.eufic.org/article/el/page/FTARCHIVE/artid/low-calorie-sweeteners/>

EUSTAS, 2016. the European Stevia Association (EUSTAS). ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.eustas.org/>

Fayin, Y. et al., 2012. Modification of stevioside using transglucosylation activity of *Bacillus amyloliquefaciens* α-amylase to reduce its bitter aftertaste.

Ferri , L. A. F. et al., 2006. Investigation of the Antihypertensive Effect of Oral Crude Stevioside in Patients with Mild Essential Hypertension. *PHYTOTHERAPY RESEARCH*, pp. 732-736.

freevia. (2013). freevia γλυκαντικό απο το φυτό στέβια σε υγρή μορφή. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

<http://www.freevia.gr/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B1/freevia-%CE%B3%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B1%CF%80%CE%BF-%CF%84%CE%BF-%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C-%CF%83%CF%84%CE%AD%CE%B2%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B5-%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%AE/>

Food-Info, 2014. Τι είναι η ευγενόλη. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.food-info.net/gr/qa/qa-wi27.htm>

Foster-Powell, k., Susanna, H. H. & Brand-Miller, J. C., 2002. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. pp. 5-56.

GAIApedia, 2015. Στέβια φυτό. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A3%CF%84%CE%AD%CE%B2%CE%B9%CE%B1_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C

Gerwig, G. J., Poele, E. M. t., Dijkhuizen, . L. & Kamerling, J. P., 2016. Stevia Glycosides: Chemical and Enzymatic Modifications of Their Carbohydrate Moieties to Improve the Sweet-Tasting Quality. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*.

Jayaraman, S., Manoharan, M. S. & Illanchezian, S., 2008. In-vitro Antimicrobial and Antitumor Activities of Stevia Rebaudiana (Asteraceae) Leaf Extracts. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, pp. 1143-1149 .

- Kedik, S., Yartzev, E. & Stanishevskaya, I., 2009. Antiviral activity of dried leaf extract of Stevia. Τόμος 43, pp. 19-20.
- Koyama, E. et al., 2003. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. *US national library of medicine*.
- Kroyer, G., 2010. Stevioside and Stevia-sweetener in food: application of Consumer Protection and Food Safety. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Zura-Bravo, L. & Ah-Hen, K., 2011. Stevia Rebaudiana Bertoni, source of high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálveza, A., Bravo, L. Z. & Ah-Hen, K., 2011. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, pp. 1121-1132.
- Madan, S. et al., 2010. Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni—a review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, Volume 1, pp. 267-286.
- Mavroukoulaki, Z., 2013. Μάρκετινγκ αρωματικών φυτών και αιθέριων ελαίων στην Κρήτη.
- Mitchell, H., 2006. *Sweeteners and Sugar Alternatives in food Technology*. s.l.:Blackwell.
- Montoro, P. et al., 2013. Determination of six steviol glycosides of Stevia rebaudiana (Bertoni) from different geographical origin LC-ESI-MS/MS.
- Payzant, J. D., Laidler, J. K. & Ippolito, R. M., 1999. METHOD OF EXTRACTING SELECTED SWEET GLYCOSIDES FROM THE STEVIA REBAUDIANA PLANT.
- polyols, 2016. Benefits. *Calorie Control Council*.
- Pieri, V., Morales, S. & Stuppner, H., 2011. Identification and quantification of major Steviol glycosides in Stevia rebaudiana purified extracts by HNMR spectroscopy. *Journal of agriculture and food chemistry*.
- Prakash, I., Dubois, G., Wilkens, K. & Fosdick, L., 2008. Development of rebiana, a natural, non-carolic sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7), pp. S75-S82.
- Puri, M., Sharmab, D., Barrow, C. J. & Tiwary, A., 2012. Optimisation of novel method for the extraction of steviosides from Stevia rebaudiana leaves. *Food Chemistry*, pp. 1113-1120.
- Risso, D. et al., 2014. Genetic signature of differential sensitivity to stevioside in the Italian population.
- Savita, S. και συν., 2004. Stevia rebaudiana – A Functional Component for Food Industry. pp. 261-264.

- Serio, L., 2010. La Stevia rebaudiana , une alternative au sucre. *Phytotherapie* , 8(1), pp. 26-32.
- Shukla, S. και συν., 2009. Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of *Caesalpinia bonducella* seeds. *Food and Chemical Toxicology*.
- Shulka , S., Bajpai , V. & Mehta , A., 2012. Phytochemical screening and anthelmintic and antifungal activities of leaf extracts of *Stevia rebaudiana*. *Journal of Biologically Active Products from Nature*.
- Singh & Rao, S., 2005. Stevia: The herbal sugar of 21st century. *Sugar Tech* , 7(1), pp. 17-24.
- Tadhani, M. B. & Subhash , R., 2006. In Vitro Antimicrobial Activity of *Stevia Rebaudiana* Bertoni Leaves. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, Volume 5, pp. 557-560 .
- Takahashi, K. και συν., 2000. Analysis of anti-rotavirus activity of extract from *Stevia rebaudiana*. *Antiviral Research*, pp. 15-24.
- Toyoda , K. et al., 1997. Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats.
- Urban , J. D., Carakostas , M. C. & Taylor, S. L., 2014. Steviol glycoside safety: Are highly purified steviol glycoside sweeteners food allergens?. *Food and Chemical Toxicology*, pp. 71-78.
- Wikipedia, 2015. Συμπύκνωση. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BC%CF%80%CF%8D%CE%BA%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7>
- wikipedia, 2016. mannitol.
- Yadav, A. K., Singh, S., Dhyani, D. & Ahuja, P. S., 2010. A review on the improvement of stevia [*S t e v i a r e b a u d i a n a* (Bertoni)].
- Άρθρο 63, 2002. Χαρακτηρισμός Διάκριση και Γενικοί Όροι Διάθεσης Γλυκαντικών Υλών. *ΝΕΑ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ.ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:*
<https://epoptes.files.wordpress.com/2013/03/cf84ceb5cebbceb9cebacebfcf83-cf84ceb5cebbceb9cebacebfcf82-cebfcfb4ceb7ceb3cebfcf821.pdf>
- Βάρβογλης, Α. & Βάρβογλης, Χ., 2014. Ζεόλιθος: ένα ορυκτό, δεκάδες χρήσεις. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=574818>
- Βικιπαίδεια, 2013. Διήθηση υπο κενό. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B9%CE%AC%CE%BB%CE%B7_%CE%B4%CE%B9%CE%B7%CE%B8%CE%AE%CF%83%CE%B5%CF%89%CF%82
- Βικιπαίδεια, 2015. Εκχύλιση. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BA%CF%87%CF%8D%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%B7>

Βικιπαίδεια, 2016. Απόσταξη. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%80%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%B1%CE%BE%CE%B7>

Βικιπαίδεια, 2016. Αρτηριακή υπέρταση. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE_%CF%85%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7

Βικιπαίδεια, 2016. Βασιλικός. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82>

Βικιπαίδεια, 2016. Διήθηση. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%AE%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7>

Βικιπαίδεια, 2016. Στέβια. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%84%CE%AD%CE%B2%CE%B9%CE%B1>

Γεωργακάκης, Χ., 2012. *Διατροφή και σακχαρώδης διαβήτης*

Γεωργόπουλος, Σ., 2014. Το αλφαβητάρι της γευσιγνωσίας. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ:

<http://www.tovima.gr/vimagourmet/wines/article/?aid=650496>

ΕΕ, Ευρωπαϊκή Ένωση Ε. Ε. τ., 2011. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 1131/2011 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 11ης Νοεμβρίου 2011 για την τροποποίηση του παραρτήματος ΙΙ του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1333/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους γλυκοζίτες στεβιόλης. *Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ*.

Ευσταθίου, Κ. & Βαλαβάνης, Θ., 2009. Η χημική ένωση του μήνα. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ : http://195.134.76.37/chemicals/chem_steviol.htm#02

Ζακυνθινός, Γ., 2013. Στέβια πηγή ενός φυσικού γλυκαντικού. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ : http://www.superfoods.gr/holistic_life/%CF%83%CF%84%CE%AD%CE%B2%CE%B9%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B3%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C/

Καλάρης, Ε. (2016). 1 Σκληρή Ύλη. 2 Συμπυκνωμένη Ύλη Μοριακοί Ηθμοί / Πορώδη Υλικά Φυλλόμορφα Υλικά Σύνθετα Υλικά Μαγνητικά Υλικά Διηλεκτρικά Υλικά Σιδηροηλεκτρικά Υλικά. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://slideplayer.gr/slide/5626604/>

Καπόγλου, Π., 2009. Η ιστορία της Στέβιας. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ : http://stevia-gr.blogspot.gr/2009/06/blog-post_08.html

Καπώλη , Γ., 2016. ΣΤΕΒΙΑ: Όλα όσα πρέπει να γνωρίζεις αν θες να αδυνατίσεις χωρίς να στερηθείς τη γλυκιά γεύση. *tlife*. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.tlife.gr/fitness/212/STEVIA-Ola-osa-prepei-na-gnорizeis-an-thes-na-adyntaiseis-xoris-na-steritheis-ti-glykia-geysi/0-106898>

Κόκκινος, Χ., 2012. Παραλαβή αιθερίων ελαίων. *Χημικό Εργαστήριο*.

ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ : http://chimikoergastirio.blogspot.gr/2010/02/blog-post_12.html

Λόλα, Π., 2007. Agrenda.

Λόλας , Π., 2009. Καλλιέργεια Στέβιας , Το φυτό, ιδιότητες, χρήσεις. Έρευνα στην Ελλάδα. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://www.econews.gr/2013/06/13/stevia-fyto-101467/>

ΜΑΓΓΟΛΗΣ, Α., 2014. ΕΚΡΟΦΗΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΑΠΟ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ (BIOCHAR).

Μητρογιάννης , Ι., 2015. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΖΕΟΛΙΘΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Παπακωσταντίνου , Α., 2012. Διαβητολογικά νέα. p. 51

Πισιμίσση, Ε., 2012. Στέβια- Η Ζάχαρη του μέλλοντος. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: <http://anadraci.eu/archives/4127>

Σαμανίδου, Β., 2014. Τεχνικές Προκατεργασίας Βιολογικών Δειγμάτων. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΣΤΟ: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3672/1/02_chapter_6.pdf

Τούντας , Χ. Δ., 2003. *Σακχαρώδης διαβήτης Θεωρία-Πράξη*. Αθήνα