

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL INSTITUTE *of*
CRETE
DEPARTMENT *of* AGRICULTURAL
TECHNOLOGY

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ, ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ
ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ *STEVIA REBAUDIANA BERTONI*»**



ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΟΠΠΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΚΟΥΤΕΛΙΔΑΚΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2013

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ,

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΜΙΧΑΗΛ

ΒΡΑΧΝΑΚΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΟΥΤΕΛΙΔΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

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. Αυτή τη στιγμή που η μελέτη έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Αντώνιο Κουτελιδάκη, για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστώ μαζί του και να προσπαθήσω να φέρω σε πέρας αυτήν την εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	IV
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	V
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	VII
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	9
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	11
1.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	14
1.3.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	14
1.3.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ.....	15
1.3.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΡΗ.....	15
1.3.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΦΩΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΥ.....	15
1.3.5 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	16
1.4 ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	16
1.4.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΒΙΑΣ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	17
1.4.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΒΙΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΛΛΩΝ	18
1.4.3 ΜΙΚΤΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	21
1.4.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	21
1.4.5 ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	21
1.5 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	24
1.5.1 ΕΓΓΕΝΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	24
1.5.2 ΑΓΕΝΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	24
1.5.3 ΙN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	25
1.6 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΙ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	26
1.7 Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΤΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ.....	28
2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	31
2.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΓΛΥΚΟΖΙΤΩΝ ΣΤΕΒΙΟΛΗΣ.....	31
2.2 ΚΥΡΙΟΙ ΓΛΥΚΟΖΙΤΕΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	33
2.3 ΑΛΛΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	40
2.4 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ.....	41
2.5 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	44
3 ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	47
3.1 ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΗΜΕΡΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ.	47
3.2 Η ΣΤΕΒΙΑ ΩΣ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ.....	49
3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	51
3.3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	51

3.3.2	ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΕΒΙΑΣ	53
3.4	ΜΟΡΦΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	61
3.4.1	ΜΟΡΦΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	61
3.4.2	ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	62
3.5	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΣΤΕΒΙΑΣ ΩΣ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ.	63
4	ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΕΒΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	65
4.1	ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΛΥΚΟΖΙΤΩΝ ΣΤΕΒΙΟΛΗΣ.....	65
4.1.1	IN VITRO ΜΕΛΕΤΕΣ.....	66
4.1.2	IN VIVO ΜΕΛΕΤΕΣ.....	67
4.2	ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΓΛΥΚΟΖΙΤΩΝ ΤΗΣ.....	72
4.2.1	ΟΞΕΙΑ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	72
4.2.2	ΚΑΡΚΙΝΟΓΕΝΕΣΗ	72
4.2.3	ΓΟΝΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	73
4.2.4	ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΕΡΑΤΟΓΕΝΕΣΗ	74
4.2.5	ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΟΣ ΔΡΑΣΗ	75
5	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	76
5.1	ΑΝΤΙ-ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	76
5.2	ΑΝΤΙ-ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΥΚΗΤΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.	81
5.3	ΑΝΤΙΠΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	85
5.4	ΑΝΤΙ-ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	87
6	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ...	89
6.1	ΑΝΤΙ-ΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	89
6.2	ΑΝΤΙ-ΥΠΕΡΛΙΠΙΔΑΙΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	92
6.3	ΑΝΤΙ-ΥΠΕΡΤΑΣΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	94
6.4	ΑΝΤΙ-ΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	96
6.5	ΑΝΤΙ-ΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	97
6.6	ΑΝΤΙ-ΔΙΑΡΡΟΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	99
6.7	ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ	100
7	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	102
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	106

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των επιστημονικών μελετών που αφορούν τη χρήση και τη σημασία του φυτού Στέβια. Συγκεκριμένα, στόχος ήταν η περιγραφή του φυτού Στέβια, η καταγραφή της χημικής του σύστασης μέσα από πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα, η ανασκόπηση των μελετημένων ευεργετικών της επιδράσεων στην υγεία και η αξιολόγηση της δυνατότητας χρήσης της ως ισχυρή γλυκαντική ουσία.

Η Στέβια είναι ένας πολυετής θάμνος, ιθαγενής των ορεινών περιοχών της Παραγουάης και της Βραζιλίας με λατινική ονομασία *Stevia rebaudiana Bertoni*. Ανήκει στην οικογένεια *Compositae* ή *Asteraceae* και ο κύριος λόγος που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι οι τερπενικοί γλυκοζίτες που περιέχει το φυτό. Οι κύριες ουσίες που δίδουν την γλυκιά αυτή ιδιότητα είναι η Στεβιοσίδη (Stevioside) και η Ρεμπαουδιοσίδη-A (Reb-A) που την κάνουν 300 φορές πιο γλυκιά από την σουκρόζη χωρίς όμως καμιά θερμιδική αξία. Καλλιεργείται σε πολλές περιοχές της Ασίας, Αμερικής, Ευρώπης, Καναδά κ.α..

Εκτός όμως από τις γλυκαντικές ιδιότητες του φυτού, η επιστημονική κοινότητα διερευνά τα τελευταία χρόνια και το βιολογικό του ρόλο, ο οποίος οφείλεται σε πληθώρα συστατικών. Το αιθέριο έλαιο της Στέβιας περιέχει ενώσεις όπως α-cadinol, caryophyllene oxide, β-guaiene καθώς και άλλα τερπένια, εστέρες, αλδεΐδες, αλκοόλες, λιπαρά οξέα (παλμιτικό οξύ κλπ.) και άλλες 100 και πλέον ενώσεις. Επίσης περιέχει βιταμίνες (βιταμίνη C, B2, B6, φολικό οξύ κλπ.), φαινολικά συστατικά (πυρογαλλόλη, σαλικιλικό οξύ κ.α.), υδατάνθρακες και αμινοξέα. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε ότι για να μελετηθούν τα συστατικά αυτά, πάρθηκαν εκχυλίσματα από τα φύλλα και τα στελέχη της Στέβιας με τη μέθοδο της υδροηλεκτρικής απόσταξης ή της απόσταξης με ατμό. Στα εκχυλίσματα αυτά αναλύθηκαν και ταυτοποιήθηκαν οι ουσίες με μεθόδους όπως η GC-MS, GLC, RP-HPLC κ.α.. Η ανάλυση αυτών των συστατικών έγινε λόγω της ενδεχόμενης ευεργετικής τους δράσης εντός του οργανισμού. Έχει αποδειχθεί ότι η Στέβια έχει αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, αντιμυκητιακές και αντιφλεγμονώδης δράσεις. Έχει δοκιμαστεί ενάντια σε βακτήρια όπως το *Escherichia coli*, το *Pseudomonas aeruginosa*, ο *Bacillus subtilis* κ.α. δίνοντας ικανοποιητικά αποτελέσματα. Γι αυτό η επιστημονική κοινότητα πιστεύει ότι τα συστατικά της Στέβιας είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν σε μερικά χρόνια στην παρασκευή

φαρμάκων. Άλλη μια σημαντική ιδιότητα των συστατικών της Στέβιας και έχει αποδειχθεί μέσω πολλών επιστημονικών μελετών είναι ότι μπορεί να μειώσει το οξειδωτικό στρες, που προκαλείται από διάφορες ουσίες, όπως η Στρεπτοζικίνη σε αρουραίους με διαβήτη τύπου 2. Η ουσία αυτή προκαλεί βλάβη στα νεφρά και το ήπαρ και το εκχύλισμα Στέβιας μπορεί ελαφρώς να ανακουφίσει αυτές της συνέπειες του διαβήτη. Επίσης η χορήγηση Στέβιας έδειξε μείωση του σακχάρου στο αίμα και βελτίωση της υπεργλυκαιμίας. Φαίνεται λοιπόν ότι η Στέβια μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαβητικούς ανθρώπους, από άτομα που προσπαθούν να χάσουν βάρος καθώς είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά και δεν περιέχει θερμίδες, ενώ αποδείχθηκε ότι η χρήση της από υπερτασικούς μείωσε την συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση.

Μέχρι την πλήρη διερεύνηση των πιθανών ευεργετικών ιδιοτήτων της Στέβιας η χρήση της περιορίζεται στην αξιοποίηση των γλυκαντικών τις ιδιοτήτων. Χρησιμοποιείται σε αναψυκτικά και σε διάφορα άλλα ροφήματα, σε οδοντόκρεμες και καλλυντικά, ως αντικαταστάτη της κοινής ζάχαρης σε γλυκά και στο μαγείρεμα καθώς η σύσταση της παραμένει σταθερή ακόμα και στους 200 °C.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι η Στέβια αποτελεί ένα ισχυρό γλυκαντικό, χωρίς θερμιδική αξία, με παράλληλη ενδεχόμενη ευεργετική επίδραση στην υγεία. Οι μελέτες τοξικότητας έχουν αποδείξει ότι είναι ένα ασφαλές φυτό για χρήση από ανθρώπους κάθε ηλικίας, τηρώντας πάντα το ασφαλές όριο χρήσης της. Και πάλι όμως απαιτείται περαιτέρω έρευνα και θα μπορούσε να δοθεί έμφαση στην προώθηση της καλλιέργειας του φυτού με απώτερο σκοπό τη διεύρυνση της χρήσης του ως γλυκαντικό.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η ιστορία της Στέβιας

Η *Stevia rebaudiana* Bertoni είναι ένας θάμνος ιθαγενής της κοιλάδας Rio Monday στις ορεινές περιοχές της νοτιοανατολικής Παραγουάης στη Νότια Αμερική. Έχει βρεθεί να αναπτύσσεται σε άγρια μορφή στις ορεινές περιοχές του Αμαμπέι (Amambay) (Εικ.1), στα σύνορα μεταξύ Παραγουάης και Βραζιλίας (Madan et.al, 2010).



Εικόνα 1. Η κοιλάδα Rio Monday και η οροσειρά Amambay στην Παραγουάη (Wikimedia, 2007).

Το 1576 έγιναν γνωστές στην Ευρώπη οι ιδιότητες της, μέσα από το βιβλίο του Fransisco Hernandez “Φυσική ιστορία των φυτών της Νέας Ισπανίας”, όπου την αναφέρει για τις γλυκαντικές και θεραπευτικές της ιδιότητες (Καπόγλου, 2008). Όμως το φυτό αυτό το χρησιμοποιούσαν οι ντόπιοι ινδιάνοι Γκουαρανοί (Guarani) αιώνες πριν ως γλυκαντικό στο τσάι τους αλλά και σαν θεραπευτικό βότανο (Madan et.al, 2010) και το είχαν ονομάσει «caá-êhê» που σημαίνει γλυκό βότανο (Brandle et.al, 1998). Το 1887 ένας βοτανολόγος από την Παραγουάη, ο Moises Sandiango Bertoni, διευθυντής της Γεωργικής Σχολής της Ασουνσιόν, έφερε ξανά την Στέβια στο προσκήνιο και έκανε την ταξινόμηση της μαζί με τον Παραγουανό συνάδελφο του και χημικό, Ovidio Rebauti και της έδωσαν το σημερινό της όνομα *Stevia rebaudiana Bertoni* (Καπόγλου, 2008). Η Στέβια πέραν από το επιστημονικό της όνομα είναι γνωστή και με άλλα προσωνύμια όπως: Γλυκό φύλλο (Sweet leaf), Γλυκό βότανο της Παραγουάης (Sweet herb of Paraguay), Φύλλο καραμέλα (Candy leaf) και Φύλλο μελιού (Honey leaf) (Madan et.al, 2010).

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. Το 1970, Κινέζοι επιστήμονες βρήκαν νέα μέθοδο φυσικής εκχύλισης Στέβιας με υδρατμό, χωρίς χρήση χημικών ουσιών (Καπόγλου, 2008).

Εντούτοις οι δυνατές ιδιότητες της Στέβιας δεν ήταν αρκετές για να γίνει γρήγορα η έγκριση για χρήση της ως τρόφιμο από άλλες χώρες, καθώς θεωρείται ακόμα και σήμερα μεγάλος ανταγωνιστής της βιομηχανικής ζάχαρης και άλλων συνθετικών ουσιών. Υπολογίζεται ότι τα ακατέργαστα φύλλα της είναι 10-30 φορές πιο γλυκά από τη σουκρόζη (Savita et.al, 2004) και η Στεβιοσίδη έχει 300 φορές πιο γλυκιά γεύση από τη ζάχαρη (Thomas & Glade, 2010). Το 1918, έγινε πρόταση στην κυβέρνηση των ΗΠΑ για έγκριση της Στέβιας, που έγινε αποδεκτή το 2008. Η Ιαπωνία ήταν από τις πρώτες χώρες που επέτρεψαν τη χρήση της Στέβιας, το 1970, και απαγόρευσαν τη χρήση κάθε άλλου χημικού γλυκαντικού. Το 2008 έγινε έγκριση χρήσης της Στέβιας ως τρόφιμο από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) του ΟΗΕ και ακολούθησαν κι άλλες χώρες όπως Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία κ.α. (Καπόγλου, 2008), και μόλις το 2011 έγινε αποδεκτή η χρήση της από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Επίσημη εφημερίδα ΕΕ, 2011). Χρειάστηκαν λοιπόν 1500 χρόνια από την έναρξη χρήσης της Στέβιας ώσπου να αναγνωριστούν οι σημαντικές τις ιδιότητες.

1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά της Στέβιας

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 *Stevia rebaudiana* έχει αυτή τη μεγάλη γλυκαντική δύναμη. Τα πιο γνωστά είδη του γένους είναι: *Stevia eupatoria*, *Stevia ovata*, *Stevia plummere*, *Stevia salicifolia* και *Stevia serrata*. Η Στέβια είναι ένα πολύκλαδο τρυφερό φυτό, πολυετές στα πιο θερμά και εύκρατα κλίματα και ετήσιο σε ψυχρότερα κλίματα που φτάνει το ύψος των 60cm σε άγρια μορφή και το 1.80cm ως καλλιεργούμενο φυτό.

Οι βλαστοί του φυτού είναι τρυφεροί, χυμώδεις και φέρουν ένα πυκνό και λευκό χνούδι (Εικ.2α) και όταν το φυτό φτάσει στην πλήρη ωρίμανση οι βλαστοί ημιξυλοποιούνται και το χνούδι εξαφανίζεται (Εικ.2β).



Εικόνα 2(α,β). Τρυφεροί (2α) και ημιξυλοποιημένοι (2β) βλαστοί Στέβιας (Georonikiagora.gr, 2012 & Steviaplante.com, 2010).

Το ριζικό σύστημα της Στέβιας αποτελείται από τρυφερές, επιπόλαιες ρίζες (Εικ.3) και βρίσκεται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους. Εξαιτίας αυτών των επιφανειακών ριζών το φυτό πρέπει να καλλιεργείται σε απάνεμα μέρη ή να είναι προστατευμένα από το δυνατό αέρα (Καπόγλου, 2008).



Εικόνα 3. Το θυσανωτό ριζικό σύστημα της Στέβιας (Sharma, 2010)

Τα φύλλα της Στέβιας είναι τρυφερά, εύθραυστα με ανοιχτό πράσινο χρώμα (Εικ.4) (Καπόγλου, 2008). 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, 2008). Φύονται κατά ζεύγη, σταυρωτά, αντικριστά μεταξύ τους (Καπόγλου, 2008) και είναι άμισχα (Madan et.al, 2010).



Εικόνα 4. Τα ανοιχτοπράσινα, οδοντωτά φύλλα της Στέβιας (Catesnutrition.com, 2013)

Οι ταξιανθίες της Στέβιας είναι λευκές και σχηματίζουν κόρυμβο 2-6 ανθέων (Εικ.5) (Καπόγλου, 2008). Εμφανίζονται μετά το τέταρτο πραγματικό φύλλο (Brandle et.al, 1998) και είναι φυτό μονόικο και διγενή (ερμαφρόδιτα άνθη). Είναι μερικώς αυτογόνιμο, ενώ μεγάλο ποσοστό της γονιμοποιείται με σταυρεπικονίαση (Καπόγλου, 2008). Η άνθηση της Στέβιας ξεκινάει 120 ημέρες μετά την φύτευση και τελειώνει στις 150 ημέρες (Alvarez and Edgar, 2012).



Εικόνα 5. Οι μικρές ταξιανθίες της Στέβιας (Steviola.gr, 2012)

Οι καρποί της Στέβιας είναι αχάινια, πολύ μικροί, χρώματος μαύρου ή σκούρου σταχτί. Οι μαύροι σπόροι είναι οι υγιείς κι έχουν μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα από τους σταχτί που δεν είναι σωστά γονιμοποιημένοι. Ζυγίζουν από 0,178mg έως 0,300mg ανάλογα με το πόσο υγιείς είναι (Καπόγλου, 2008). Έχουν ραβδώσεις, ατρακτοειδές σχήμα και φέρουν στην άκρη τους πάππο (Εικ.6) (Madan et.al, 2010).



Εικόνα 6. Οι φτερωτοί-υγιείς σπόροι της Στέβιας (Στέβια.com, 2012)

1.3 Οικολογικές απαιτήσεις της Στέβιας

1.3.1 Απαιτήσεις Στέβιας σε θερμοκρασία

Η Στέβια είναι ένα φυτό του οποίου οι φυσικές συνθήκες είναι τα μέσης ατμοσφαιρικής υγρασίας υποτροπικά κλίματα με ακραίες θερμοκρασίες από -6°C έως $+43^{\circ}\text{C}$. Αναπτύσσεται ιδανικά σε θερμοκρασία από 15°C έως 30°C . Παρόλα αυτά, από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι η Στέβια μπορεί να διαχειμάσει σε θερμοκρασία έως μείον 9°C και να αναβλαστήσει την άνοιξη ώστε να καλλιεργηθεί σαν πολυετές φυτό, δίνοντας ζωηρά, παραγωγικά και πρώιμα φυτά. Εάν προστατευτούν από τον παγετό μπορούν να αντέξουν μέχρι και στους μείον 12°C αλλά καθυστερεί η ανάπτυξή τους την άνοιξη και έχουν μειωμένη απόδοση από ότι τα νέα φυτά.

1.3.2 Απαιτήσεις Στέβιας σε νερό και ύψος βροχής

Η Στέβια στο φυσικό της περιβάλλον φυτρώνει παντού, σε άκρες δρόμων και ποταμών, αρκεί να υπάρχει συνεχείς υγρασία, αλλά όχι λιμνάζοντα νερά. Είναι σχετικά ανθεκτική στην περιοδική ξηρασία των υποτροπικών κλιμάτων και δεν χρειάζεται άρδευση στα κλίματα αυτά. Γι αυτό η Στέβια μπορεί να καλλιεργηθεί και σαν ξηρική σε περιοχές με πολλές βροχές, από 700-800 mm ετησίως. Είναι λοιπόν αντιληπτό ότι σε χώρες που το ετήσιο ύψος βροχής στις καλλιεργητικές περιοχές είναι κάτω από 700 mm, η καλλιέργεια της Στέβιας πρέπει να είναι αρδευόμενη (Καπόγλου, 2008).

1.3.3 Απαιτήσεις Στέβιας σε έδαφος και PH

Η Στέβια στην αυτοφυή κατάσταση της αναπτύσσεται σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας, με λίγη οργανική ουσία, όξινο PH(4-5), αμμώδη και με ρηχό υδροφόρο ορίζοντα. Σε αυτές τις εδαφικές συνθήκες το φυτό αναπτύσσεται μέχρι 0.6-0.7 m, ενώ εάν αναπτυχθεί σε πιο γόνιμο έδαφος μπορεί να φτάσει από 1.0-1.8 m (Midmore and Rank, 2002). Όμως η Στέβια είναι ανθεκτικό φυτό και προσαρμόζεται και επιβιώνει σε πολλούς τύπους εδαφών, αλλά προτιμά και ευδοκιμεί καλύτερα σε αμμώδη, αμμοαργιλώδη ή πηλώδη εδάφη, με καλή αποστράγγιση και ικανή ποσότητα συγκράτησης νερού για την σωστή ανάπτυξη του φυτού (Καπόγλου, 2008). Τα αλκαλικά εδάφη πρέπει να αποφεύγονται καθώς η ανάπτυξη του φυτού είναι περιορισμένη και πολύ αργή (ΥΠΑΑΤ, 2011), ενώ δεν αναπτύσσεται καθόλου σε αλατούχα εδάφη. Το PH που προτιμάει είναι όξινο ή ουδέτερο, δηλαδή από 4-7.5 μονάδες.

1.3.4 Απαιτήσεις Στέβιας σε φως και η σημασία της φωτοπεριόδου

Το φαινόμενο της φωτοπεριόδου καθορίζει την άνθηση της Στέβιας, το οποίο φαινόμενο εξαρτάται από το Γεωγραφικό πλάτος κάθε περιοχής. Δηλαδή, για να στραφεί η Στέβια σε διαδικασία άνθησης απαιτεί διάρκεια σκότους ίση ή περισσότερη από 12 ώρες. Η Στέβια λοιπόν είναι φυτό «μικρής ημέρας» και στο φυσικό της περιβάλλον ανθίζει όταν οι μέρες μικραίνουν.

Άρα η διάρκεια του ημερήσιου φωτός είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας γιατί καθορίζει τη στροφή της Στέβιας σε άνθηση, άρα τη δυνατότητα παραγωγής σπόρων ή μη σε μια περιοχή, αλλά και την παραγόμενη ποσότητα φυτικής μάζας και την περιεκτικότητα της

σε γλυκαντικές ουσίες (Καπόγλου, 2008).

1.3.5 ο ρόλος του Γεωγραφικού πλάτους στην παραγωγή της Στέβιας

Γεωγραφικό πλάτος είναι η απόσταση σε μοίρες ενός τόπου από τον ισημερινό της γης (Καπόγλου, 2008). Η ιθαγενής χώρα της Στέβιας, η Παραγουάη, έχει γεωγραφικό πλάτος 23° Νότια του ισημερινού (Mapsofworld.com, 2013). Η Στέβια όμως σαν φυτό μπορεί να ευδοκιμήσει σε γεωγραφικό πλάτος από 60° Νότια έως 60° Βόρεια. Το γεωγραφικό πλάτος (μαζί με το μικροκλίμα μιας περιοχής), καθορίζουν για το αν η Στέβια μπορεί να καλλιεργηθεί ως ετήσιο ή πολυετές φυτό. Από έρευνες διαπιστώθηκε ότι το γεωγραφικό πλάτος των 38° Βόρεια και Νότια είναι το γενικό όριο που διαχωρίζει τις περιοχές:

I. Σε εκείνες όπου η Στέβια μπορεί να καλλιεργηθεί σαν πολυετές φυτό, άρα μπορεί να γίνει και σποροπαραγωγή.

II. Και σε αυτές όπου η Στέβια μπορεί να καλλιεργηθεί σαν ετήσιο φυτό και να γίνεται παραγωγή φύλλων (φυτικής μάζας) και όχι σπόρων.

Έτσι σε περιοχές με γεωγραφικό πλάτος μικρότερο από 38° Βόρεια και Νότια ευνοείται η καλλιέργεια της Στέβιας και σαν πολυετές φυτό άρα και η παραγωγή σπόρων, ενώ σε περιοχές με μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος από 38° δεν είναι σίγουρο ότι μπορεί να γίνει η καλλιέργεια της σαν πολυετές φυτό και κατά συνέπεια η σποροπαραγωγή. Βέβαια το μικροκλίμα της κάθε περιοχής είναι αυτό που μπορεί να κάνει την εξαίρεση του γενικού κανόνα (Καπόγλου, 2008).

1.4 Τρόποι καλλιέργειας και καλλιεργητικές τεχνικές της Στέβιας

Σαν αυτοφυές φυτό η Στέβια φύεται σε πυκνές συστάδες, έτσι και σαν καλλιεργούμενο φυτό φυτεύεται σε πυκνή φύτευση ανάλογα με τον προορισμό της καλλιέργειας (φύλλα ή σπόροι). Η Στέβια καλλιεργείται κυρίως για τα φύλλα της, αλλά και για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού, μοσχευμάτων και σπόρων. Επίσης μπορεί να γίνει και μικτή καλλιέργεια.

1.4.1 Καλλιέργεια Στέβιας για σποροπαραγωγή

Για να είναι επιτυχής η καλλιέργεια σποροπαραγωγής της Στέβιας, θα πρέπει

πρώτα να γίνουν κάποια βασικά βήματα:

☞ **Επιλογή περιοχής:** επειδή η Στέβια είναι ένα ευαίσθητο φυτό όσον αφορά τη φωτοπερίοδο και τις κλιματικές συνθήκες, θα πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή της περιοχής που θα καλλιεργηθεί. Για να μπορέσει η Στέβια να ανθήσει και να παράγει σπόρους, τους οποίους όμως θα προλάβει να θρέψη και να ωριμάσει, έχει απαιτήσεις θερμών κλιμάτων με μεγάλη διάρκεια καλοκαιριού αλλά μικρή διάρκεια ημερήσιου φωτός. Άρα δεν ευνοείται η σποροπαραγωγή σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη που η μέρα διαρκεί πάνω από 13 ώρες.

☞ **Επιλογή ποικιλίας:** επίσης σημαντική διαδικασία είναι η επιλογή του πολλαπλασιαστικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί, ώστε να μπορέσει ο παραγωγός να προωθήσει το παραγόμενο προϊόν στην αγορά εύκολα και γρήγορα. Η προμήθεια του πολλαπλασιαστικού υλικού πρέπει να γίνεται από έμπιστες εταιρείες, και να δίδετε η σωστή ποικιλία για κάθε περιοχή.

☞ **Αποστάσεις φύτευσης:** οι αποστάσεις φύτευσης της Στέβιας σε αυτού του είδους καλλιέργειας θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες από ότι συνηθίζεται γιατί έτσι επιτυγχάνεται καλύτερος αερισμός και φωτισμός, που βοηθάει στην παραγωγή πιο δυνατών φυτών, με καλύτερη επικονίαση και καλύτερη ωρίμανση σπόρων. Έτσι η φύτευση πρέπει να γίνεται σε μονές σειρές (Εικ. 7), με 4000-5000 φυτά ανά στρέμμα.

☞ **Επικονίαση:** προσοχή πρέπει να δίδετε στην επικονίαση, που επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση κυψελών (3-4 κυψέλες/10 στρ.) είτε απλών μελλισών ή καλύτερα τοποθέτηση βομβίνων. Ρόλο όμως παίζουν και οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής ιδιαίτερα στην πτήση των μελλισών και κατά πόσο αυτή είναι εφικτή.

☞ **Συλλογή σπόρων:** η συλλογή των σπόρων χρειάζεται λεπτή και επιμελή εργασία λόγω του μικρού μεγέθους. Η συλλογή γίνεται σταδιακά, αφού σταδιακά πραγματοποιείται και η άνθιση του φυτού.

☞ **Φύλαξη σπόρων:** οι σπόροι χάνουν εύκολα και γρήγορα την βλαστική τους ικανότητα γι αυτό θα πρέπει να συντηρούνται σε σκοτεινό, δροσερό μέρος (κατά προτίμηση ψυγείο) και σε συσκευασίες που κλείνουν αεροστεγώς.

☞ **Στρεμματικές αποδόσεις:** συνήθως η παραγόμενη ποσότητα σπόρων από ένα στρέμμα είναι 800-1000gr, δεδομένου ότι 1gr σπόρων ισούται με 2500 σπόρους. Η παραγόμενη αυτή ποσότητα του ενός στρέμματος επαρκεί για να φυτευτούν μέχρι και 200 στρέμματα (1 στρέμμα= 4gr σπόροι).



Εικόνα 7. Καλλιέργεια σποροπαραγωγής Στέβιας με μεγάλες αποστάσεις φύτευσης και μονές σειρές (Babanet, 2013).

1.4.2 Καλλιέργεια Στέβιας για παραγωγή φύλλων

Η καλλιέργεια της Στέβιας για παραγωγή φύλλων διαφέρει από την προηγούμενη καλλιέργεια, καθώς εδώ μεγάλη σημασία έχει το ποσό της φυτικής μάζας και η περιεκτικότητα της σε γλυκοζίτες. Υπάρχουν λοιπόν κάποια βήματα που πρέπει να γίνουν σωστά για την επιτυχία της καλλιέργειας.

- **Επιλογή αγρού:** ο αγρός που θα επιλεγεί θα πρέπει να έχει δυνατότητα άρδευσης, να υπάρχει το κατάλληλο έδαφος, σωστή θερμοκρασία και κλιματικές συνθήκες (βλ. κεφ. 1.3).
- **Επιλογή ποικιλίας:** το πολλαπλασιαστικό υλικό που θα επιλεγεί (σπορόφυτα ή μοσχεύματα) θα πρέπει να είναι από πιστοποιημένους φορείς για να είναι σίγουρος ο παραγωγός ότι υπάρχει αυξημένη περιεκτικότητα γλυκοζιτών στα φύλλα και καλή στρεμματική απόδοση σε φυτική μάζα. Προσοχή θα πρέπει να

δίδεται όταν τα φυτά βρίσκονται στο σπορείο, καθώς πρέπει να φωτίζονται πάνω από 12 ώρες την ημέρα για να μην ανθίσουν, γιατί εάν ανθήσουν πριν συγκομισθούν θα χάσουν όλους τους γλυκοζίτες από τα φύλλα.

- Αποστάσεις φύτευσης: σε αυτού του είδους την καλλιέργεια οι αποστάσεις φύτευσης είναι μικρότερες για να υπάρχουν περισσότερα φυτά ανά στρέμμα. Κυμαίνονται από 53-61cm μεταξύ των γραμμών και 20-40cm επί των γραμμών. Συνήθως γίνεται πυκνή φύτευση με 2-5 γραμμές και αφήνετε ένα διάδρομος για τη διέλευση των μηχανημάτων (Εικ. 8).
- Κλάδεμα: το κλάδεμα της Στέβιας βοηθάει στην αύξηση της φυτικής μάζας και στην αντοχή του φυτού στον άνεμο. Όταν το φυτό φτάσει τα 20-30cm στο χωράφι, κορφολογείται στα 5-10 cm. Έτσι το φυτό αναγκάζεται να βγάλει πλάγιους βλαστούς. Εάν το επιτρέπει το χρονικό περιθώριο, μπορεί να γίνει κορφολόγημα και των πλάγιων για να βγάλουν με τη σειρά τους κι άλλους πλάγιους.
- Συγκομιδή φύλλων: τα φυτά της Στέβιας είτε συγκομίζονται ολόκληρα, είτε συγκομίζονται μόνο τα φύλλα λίγο πριν την άνθηση (75-85 μέρες μετά τη μεταφύτευση). Ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής μπορεί να γίνει πάνω από μία συγκομιδή την κάθε καλλιεργητική περίοδο. Η συγκομιδή γίνεται με τα χέρια ή μηχανικά.
- Ξήρανση: η ταχεία αποξήρανση δίνει καλύτερη ποιότητα ξηρών φύλλων. Μπορεί να γίνει σε φούρνους ξήρανσης, στη σκιά ή στον ήλιο (φυσική αποξήρανση) όπου θεωρείται και η σωστότερη ξήρανση γιατί δίνει καλύτερη ποιότητα φύλλων. Πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή κατά την ξήρανση, ιδιαίτερα με τεχνητά μέσα, διότι χάνονται πολύ εύκολα μεγάλα ποσοστά γλυκοζιτών από τα φύλλα εάν ξηραθούν υπερβολικά ή σε μεγάλες θερμοκρασίες.
- Διαλογή: έπειτα γίνεται διαλογή των φύλλων από τους βλαστούς όπου το καθένα από αυτά οδεύει σε διαφορετικές χρήσεις. Από τα φύλλα εξάγονται οι μεγαλύτερες ποσότητες γλυκοζιτών που χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατο άλλων γλυκαντικών, και οι βλαστοί χρησιμοποιούνται ως ήπιο γλυκαντικό σε ποτά, αναψυκτικά και διάφορες τροφές, αλλά και για τις άλλες ευεργετικές ιδιότητες που έχουν στον ανθρώπινο οργανισμό.

- Συσκευασία και αποθήκευση ξηρών φύλλων: τα ξηρά φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρία καμία περαιτέρω επεξεργασία στην μαγειρική, στην ζαχαροπλαστική αλλά και σαν τσάι, ή να πωληθούν σαν πρώτη ύλη στις βιομηχανίες για παραγωγή των γλυκοζιτών.
- Στρεμματικές αποδόσεις: οι στρεμματικές αποδόσεις μπορεί να είναι από 170-900 kg\στρ ξηρών φύλλων και από 7-20,4% ανά στρέμμα περιεκτικότητα σε Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη Α που είναι ανάλογη με τη συγκομιδή, τις κλιματικές συνθήκες, το γεωγραφικό πλάτος και τον φωτισμό που δέχτηκαν τα φυτά στο σπορείο.



Εικόνα 8. Πυκνή φύτευση Στέβιας μεταξύ των γραμμών και οι διάδρομοι για την διέλευση των μηχανημάτων (Kootation.com, 2012).

1.4.3 Μικτή καλλιέργεια Στέβιας

Μικτή καλλιέργεια Στέβιας ονομάζεται η ταυτόχρονη παραγωγή σπόρων και φύλλων μέσα στον ίδιο αγρό στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου. Η διαδικασία για την καλλιέργεια αυτή μοιάζει και με τις δύο καλλιέργειες σε διαφορετικά σημεία της καθεμιάς. Δηλαδή, στη μικτή καλλιέργεια τα φυτά (σπορόφυτα ή μοσχεύματα) όταν βρίσκονται στο σπορείο, δεν υπόκεινται σε τεχνητό φωτισμό γιατί δεν επιδιώκεται καθυστέρηση άνθησης (όπως και στην καλλιέργεια

σποροπαραγωγής). Από την άλλη μεριά μοιάζει με την καλλιέργεια για παραγωγή φύλλων αφού μέχρι και τη συγκομιδή οι καλλιεργητικές τεχνικές είναι ίδιες. Έτσι λοιπόν, μόλις τα φυτά είναι έτοιμα για την πρώτη άνθηση, γίνεται η συγκομιδή κόβοντας τα στελέχη των φυτών 15cm πάνω από το έδαφος. Στη συνέχεια τα φυτά αναβλαστάνουν. Μόλις αναπτυχθούν, ανθήσουν και ωριμάσουν τους σπόρους τους, γίνεται η συλλογή των σπόρων. Στην πραγματικότητα η διαδικασία αυτή μοιάζει απόλυτα με τη διαδικασία που ακολουθείται στη φύση, χωρίς καμία ουσιαστική ανθρώπινη επέμβαση.

1.4.4 Βιολογική καλλιέργεια Στέβιας

Η βιολογική καλλιέργεια της Στέβιας είναι εφικτή και αποτελεί ένα ακόμα πλεονέκτημα έναντι στις άλλες γλυκαντικές ουσίες. Επειδή η Στέβια δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό φυτό μπορεί εύκολα ο παραγωγός να μετατρέψει την καλλιέργεια του σε βιολογική. Έτσι οι ανάγκες της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία και άζωτο, μπορούν να καλυφθούν μόνο με οργανικές λιπάνσεις (κοπριά, χλωρή λίπανση και κομπόστες οργανικών ουσιών) ή με συμπλήρωση κάποιου διαφυλλικού σκευάσματος αν χρειαστεί. Επίσης προσβάλλεται σπάνια από εχθρούς και ασθένειες οπότε είναι δυνατή η βιολογική καταπολέμηση. Από πειραματική καλλιέργεια στις ΗΠΑ δείχθηκε ότι στα φυτά που ακολουθήθηκαν βιολογικές πρακτικές ήταν μικρότερης ανάπτυξης αλλά είχαν εμφανώς μεγαλύτερη ποσότητα γλυκοζιτών αλλά και πιο ευχάριστο άρωμα, και δεδομένου ότι τα βιολογικά προϊόντα έχουν πιο ακριβή τιμή, συμφέρει η καλλιέργεια αυτή.

1.4.5 Γενικές καλλιεργητικές τεχνικές της Στέβιας

- Προετοιμασία αγρού: πριν γίνει η μεταφύτευση των φυταρίων στο χωράφι, θα πρέπει πρώτα να γίνουν κάποιες εργασίες. Καλό είναι κάποιο οργανικό υλικό για να γίνει η βασική λίπανση. Έπειτα ακολουθεί όργωμα, φρεζάρισμα, δισκοσβάρνηση και ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνου. Καλό θα ήταν κατά τη μεταφύτευση, το χωράφι να είναι στο ρώγο του. Εάν το έδαφος είναι βαρύ με κακή αποστράγγιση θα πρέπει να γίνονται σαμάρια.
- Μεταφύτευση: για να γίνει η μεταφύτευση θα πρέπει η θερμοκρασία εδάφους να έχει σταθεροποιηθεί στους 12-15°C και η θερμοκρασία του αέρα να μην

πέφτει κάτω από τους 10°C. Τα φυτά θα πρέπει να είναι 10-13cm και να έχουν περάσει το στάδιο σκληραγώγησης.

- **Σπορά:** Πάντα όμως αναφέρεται η μεταφύτευση των φυτών και ποτέ η σπορά απευθείας στο χωράφι. Αυτό γίνεται γιατί στην πραγματικότητα δεν είναι εφικτή η απευθείας σπορά λόγω της χαμηλής βλαστικότητας των σπόρων. Έτσι, για να βλαστήσουν οι σπόροι θα πρέπει το έδαφος να είναι πολύ γόνιμο, πολύ ψιλοχωματισμένο, πολύ καλά αεριζόμενο, πολύ καλά στραγγιζόμενο και ελαφρύ, να γίνεται απαλός ποτισμός, η θερμοκρασία εδάφους να είναι 15-18°C και η ατμοσφαιρική θερμοκρασία να είναι 24-25°C. Άρα είναι αντιληπτό ότι αυτές οι τέλειες συνθήκες δεν μπορούν να υπάρξουν στον αγρό παρά μόνο σε ένα σπορείο.
- **Άρδευση:** η άρδευση είναι απαραίτητη σε περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις (βλ. κεφ. 1.3.2). Θα πρέπει να γίνεται στάγδην άρδευση ή με μικροεκτοξευτήρες.
- **Λίπανση:** τα κύρια θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται η Στέβια είναι το Άζωτο (N), ο Φόσφορος (P) και το Κάλιο (K). Επίσης χρειάζεται και διάφορα μακροστοιχεία (Θείο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο κ.α.) και ιχνοστοιχεία (Σίδηρος, Ψευδάργυρος, Βόριο κ.α.).

N: το ύψος, η βλάστηση, η ποσότητα φυτικής μάζας και η ποσότητα των γλυκοζιτών εξαρτώνται από το άζωτο.

P: συντελεί κι αυτό στην καλή ανάπτυξη του φυτού και στην ποσότητα της παραγωγής.

K: παίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή καλής ποιότητας φύλλων με πολλούς γλυκοζίτες.

B: η πιο συνήθης τροφοπενία που παρουσιάζεται στη Στέβια, είναι η τροφοπενία Βορίου. Αν και ιχνοστοιχείο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια αυτή. Η έλλειψη του εμποδίζει την διαδικασία της φωτοσύνθεσης με αποτέλεσμα τη μειωμένη πρόσληψη του N,P,K με τελικό αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη των φυτών, μειωμένη παραγωγή γλυκοζιτών, μειωμένη παραγωγή υγιούς σπόρου και μειωμένη φυτρωτική ικανότητα σπόρου.
- **Ασθένειες:** η Στέβια προσβάλλεται σπάνια και σε μικρές εκτάσεις από

ασθένειες. Οι κυριότεροι μύκητες που έχουν αναφερθεί είναι: *Septoria steviae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia rolfsii*, *Altenaria solani*, *Altenaria steviae*, *Rhizoctonia solani*, *Erysiphe cichoraceorum*, *Verticillium dahliae*, *Botrytis cinerea* και ο Ιός του μωσαϊκού της τομάτας.

Η καταπολέμηση γίνεται με προληπτικά ή με χημικά μέσα.

- **Εχθροί:** τα περισσότερα έντομα συνήθως δεν προτιμούν τα φυτά της Στέβιας γιατί ο χυμός τους είναι τόσο γλυκός που τον θεωρούν δηλητηριώδη. Αυτός θεωρείται ο αμυντικός μηχανισμός της Στέβιας. Μόνο όταν τα φυτά είναι σε νεαρό στάδιο, στο σπορείο, μπορεί να υπάρξουν προσβολές από έντομα αφού δεν έχουν αναπτύξει ακόμα τον αμυντικό τους μηχανισμό. Επίσης προσβολές παρατηρούνται σε καλλιέργειες που είναι σε θερμοκήπια. Τα έντομα αυτά είναι: Αφίδες, Αλευρώδεις, Θρίπες και το Άκαρι Κόκκινος Τετράνυχος.

Η καταπολέμηση γίνεται με ωφέλιμα έντομα ή με χημικά.

- **Ζιζάνια:** τα κυριότερα ζιζάνια που παρατηρούνται στην καλλιέργεια της Στέβιας είναι: τα αγρωστώδη Μουχρίτσα (*Echinochloa colonum*), Κύπερη κοινή (*Cyperus spp*), Βέλιουρας (*Sorghum halepense*) και τα πλατύφυλλα Αγριοντοματιά (*Solanum nigrum*), Βλήτο (*Amaranthus spp*), Αγριοπιπεριά (*Solanum spp*), Λουβουδιά (*Chenopodium album*), Παπαρούνα η κοινή (*Paraver rhoeas*) και Γλυστρίδα (*Portulaga oleracea*).

Συνήθως γίνεται χημική καταπολέμηση των ζιζανίων προ ή μεταφυτρωτικά (Καπόγλου, 2008).

1.5 Πολλαπλασιασμός Στέβιας

Η Στέβια στο φυσικό της περιβάλλον πολλαπλασιάζεται με διάφορους και πολλούς τρόπους. Ο συνηθέστερος εξ αυτών είναι ο εγγενής πολλαπλασιασμός. Συχνά όμως πολλαπλασιάζεται και αγενώς με φυσικές εναέριες καταβολάδες ή με φυσικές υπόγειες παραφυάδες (Καπόγλου, 2008). Η καλλιεργούμενη Στέβια πολλαπλασιάζεται με τρεις κύριους και διαφορετικούς τρόπους:

1.5.1 Εγγενής πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της Στέβιας με σπόρο είναι συνήθης, εύκολος και οικονομικός τρόπος αναπαραγωγής φυτών. Χρησιμοποιείται συχνά γιατί δεν χρειάζεται ιδιαίτερη τεχνολογία και πολύπλοκες κατασκευές για να πραγματοποιηθεί. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι οι σπόροι έχουν χαμηλή βλαστική ικανότητα και πρέπει να φυτεύονται 20000 σπόροι για να δώσουν 8000-10000 φυτά Στέβιας. Μπορεί να γίνει σε σπορεία υπαίθρια ή σε θερμοκήπια ανάλογα με το κλίμα και τη φωτοπερίοδο της κάθε περιοχής. Επίσης τα σπορεία μπορεί να είναι κλασικά ή υδροπονίας.

Στα σπορεία- θερμοκήπια, οι συνθήκες θα πρέπει να είναι ελεγχόμενες και να δίδετε ιδιαίτερη προσοχή στο φωτισμό. Γενικά, οι υγιείς σπόροι βλαστάνουν σε μεγαλύτερο ποσοστό όταν υπάρχει φωτισμός, και είναι απαραίτητος όταν τα φυτά προορίζονται για παραγωγή φύλλων για να μην ανθίσουν (βλ. κεφ. 1.3.4). Η θερμοκρασία στο σπορείο θα πρέπει να είναι γύρω στους 24-25°C, το έδαφος να είναι ελαφρώς υγρό και να υπάρχει καλός αερισμός για να αποφεύγονται οι μυκητολογικές ασθένειες.

1.5.2 Αγενής πολλαπλασιασμός

Ο αγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με τμήματα έρριζα ή μη που παίρνονται από το μητρικό φυτό. Έχει υψηλό εργατικό κόστος σε σύγκριση με τον εγγενή πολλαπλασιασμό αλλά μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας. Επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

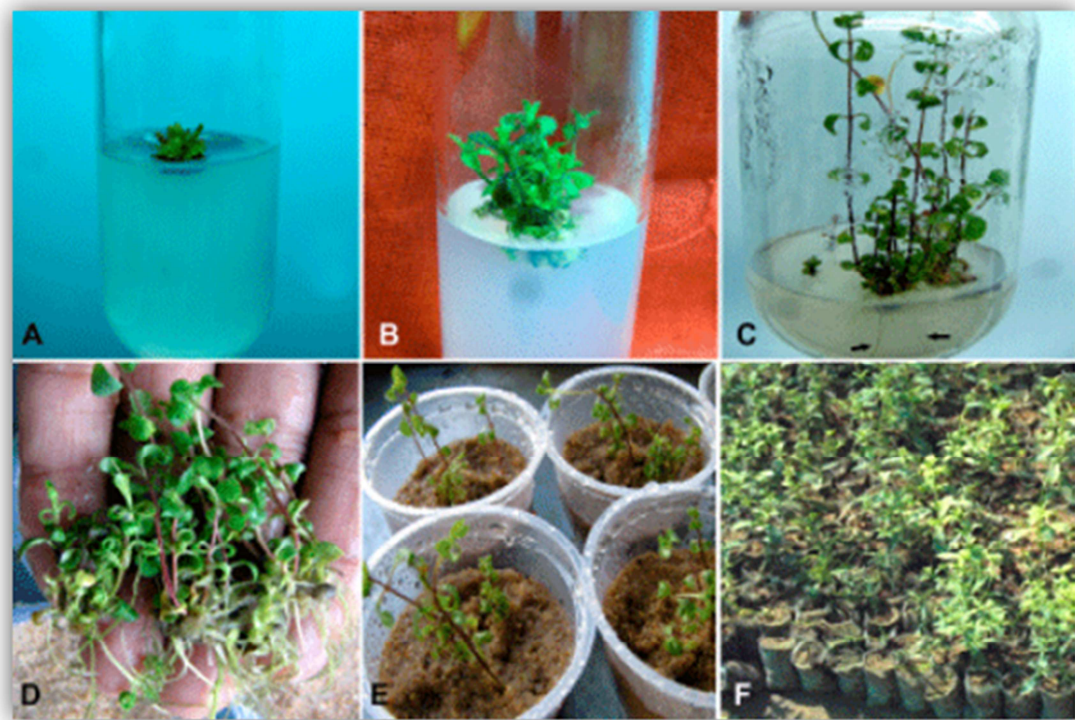
- ★ Παραγωγή έρριζων μοσχευμάτων από τρυφερούς ετήσιους βλαστούς.
Από υγιή φυτά που έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά παίρνονται βλαστοί 8-13 cm μήκος με 2-3 φύλλα στα άνω άκρο του βλαστού. Γίνεται εμβάπτιση του κάτω άκρου σε ορμόνη ριζοβολίας και τοποθετούνται σε μείγμα υποστρωμάτων με περλίτη ή βερμικουλίτη ή φυτόχωμα ή κοπρόχωμα ή τύρφη. Γίνεται όλες τις εποχές ανάλογα με την περιοχή και τις κλιματικές συνθήκες.
- ★ Πολλαπλασιασμός με έρριζες παραφυάδες.
Γίνεται με τον διαχωρισμό του ριζώματος του μητρικού φυτού. Το κάθε φυτό βγάζει 2-4 θυγατρικά φυτάρια. Παρατηρήθηκε ότι τα φυτά αυτά είναι πιο δυνατά από τα σπορόφυτα. Όμως ο πολλαπλασιασμός αυτός είναι σπανιότερος λόγω αυξημένου κόστους (Καπόγλου, 2008).

1.5.3 *In vitro* πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της Στέβιας *In vitro* γίνεται συνήθως από τα φύλλα του μητρικού φυτού (Καπόγλου, 2008). Μετά την αποκοπή από το μητρικό φυτό γίνεται αυστηρή αποστείρωση των εκφυτευμάτων και κόβονται σε μικρά κομμάτια. Γίνεται τοποθέτηση τους σε μέσο με αυξίνες κυτοκινίνες και άγαρ. Μετά τον εμβολιασμό οι καλλιέργειες διατηρούνται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και φωτοπερίοδο με διάφορους ρυθμιστές ανάπτυξης που προστίθενται στο μέσο. Μετά από 30-35 μέρες διαχωρίζονται οι βλαστοί από τη βάση και μεταφέρονται σε φιάλες με το ίδιο μέσο συμπληρωμένο με ορμόνες για την έναρξη της ριζοβολίας. Όταν αναπτυχθούν οι ρίζες ξεπλένονται προσεκτικά και τοποθετούνται τα φυτά σε δοχεία με άμμο, χώμα και βερμικόμποστ (1:1:1) και μεταφέρονται στο θερμοκήπιο για να γίνει η σκληραγώγηση (Εικ. 9). Τα φυτά είναι έτοιμα για παράδοση μετά από 4 εβδομάδες (Anbazhagan et.al, 2010).

Αυτός ο τρόπος πολλαπλασιασμού έχει περισσότερα πλεονεκτήματα γιατί:

- ☞ Παράγονται φυτά σε μεγάλες ποσότητες
- ☞ Τα φυτά είναι έτοιμα σε μικρότερο χρονικό διάστημα
- ☞ Υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας
- ☞ Έχει χαμηλό κόστος παραγωγής
- ☞ Παράγονται φυτά με μεγαλύτερη ομοιομορφία και ομοιότητα με το μητρικό
- ☞ Η παραγωγή γίνεται κάτω από ασηπτικές συνθήκες (απαλλαγή φυτών από ιώσεις, μύκητες, βακτήρια κλπ.)
- ☞ Παρουσιάζουν αυξημένη γλυκαντική ουσία κατά 2% από ιστοκαλλιέργεια φύλλων (Καπόγλου, 2008)



Εικόνα 9. Η διαδικασία in Vitro πολλαπλασιασμού της Στέβιας (Anbazhagan et.al, 2010).

1.6 Ποικιλίες και γενετική βελτίωση της Στέβιας

Η ονομασία Στέβια αναφέρεται αποκλειστικά και μόνο στο είδος *Stevia rebaudiana Bertonii*. Σήμερα υπάρχουν πάνω από 90 ποικιλίες Στέβιας σε όλο τον κόσμο και συνεχώς δημιουργούνται κι άλλες. Οι ποικιλίες διακρίνονται μεταξύ τους κυρίως από το μέγεθος και την τρυφερότητα των φύλλων. Υπάρχουν ποικιλίες μικρόφυλλες, μεσόφυλλες και μεγαλόφυλλες. Έχει παρατηρηθεί ότι οι μικρόφυλλες ποικιλίες είναι πιο τρυφερές και έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες, αλλά έχουν μικρότερη απόδοση παραγωγής φυτικής μάζας, ενώ οι μεγαλόφυλλες έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες αλλά περισσότερη φυτική μάζα ανά στρέμμα.

Η κάθε ποικιλία πλέον φτιάχνεται έτσι ώστε να ευδοκιμεί σε συγκεκριμένες περιοχές. Όμως οι γενετιστές αντιμετώπισαν πολλά προβλήματα μέχρι να καταφέρουν να δημιουργήσουν ποικιλίες εφάμιλλες της αγοράς. Το πρώτο πράγμα που έπρεπε να διορθώσουν στα χαρακτηριστικά του φυτού ήταν η αναλογία των γλυκοζιτών Ρεμπαουδιοσίδη\Στεβιοσίδη. Αυτό αποτελούσε πρόβλημα γιατί η Στεβιοσίδη αφήνει πικρή επίγευση στον καταναλωτή μετά τη χρήση της. Έτσι έπρεπε να αυξηθεί η περιεκτικότητα των φύλλων σε Ρεμπαουδιοσίδη Α και να μειωθεί η Στεβιοσίδη. Επίσης άλλο πρόβλημα ήταν

ότι η Στέβια είναι ετεροζύγωτο φυτό, αυτογονιμοποιούμενο και μερικώς σταυρογονιμοποιούμενο άρα ήταν αδύνατο να διατηρηθούν καθарές οι ποικιλίες για πάνω από 1-3 χρόνια. Έτσι ενώ με τον αγενή πολλαπλασιασμό διατηρούνται 100% τα επιθυμητά χαρακτηριστικά, με τον εγγενή το ποσοστό κληρονομικότητας ήταν κάτω από 80%, έτσι αυξανόταν πολύ το κόστος καλλιέργειας λόγω χρήσης αγενούς πολλαπλασιασμού. Και για αυτό το λόγο οι επιστήμονες πήραν άγριες ποικιλίες της Παραγουάης κι από εκεί δημιούργησαν νέες ποικιλίες και υβρίδια.

Στην προσπάθεια αυτής της γενετική βελτίωσης της Στέβια, οι γενετιστές έθεσαν κάποιους στόχους:

- ✦ Να αυξηθεί το ποσοστό γονιμότητας των σπόρων
- ✦ Να αυξηθεί η συνολική περιεκτικότητα μιας ποικιλία σε γλυκοζίτες
- ✦ Να αυξηθεί η συνήθης περιεκτικότητα στα φύλλα αναλογία Ρεμπαουδιοσίδης\Στεβιοσίδης
- ✦ Να αυξηθεί η στρεμματική απόδοση σε φύλλα
- ✦ Να αυξηθεί η αναλογία φύλλων\βλαστών
- ✦ Να γίνει η ενσωμάτωση των επιθυμητών χαρακτηριστικών στο γενότυπο της ποικιλίας, ώστε να καταστεί δυνατή η κληρονομίση τους κατά των εγγενή πολλαπλασιασμό σε μεγάλο ποσοστό.

Αφού τέθηκαν αυτοί οι στόχοι και πραγματοποιήθηκαν σε μεγάλο μέρος τους, άνοιξε και ο δρόμος της καλλιέργειας της Στέβιας με σπόρο σαν βιομηχανικό φυτό μεγάλης καλλιέργειας (Καπόγλου, 2008).

Πίνακας 1. Ποικιλίες και υβρίδια που δημιουργήθηκαν ανά το χρόνο (Καπόγλου, 2008).

Όνομα Ποικιλίας	Χώρα Καταγωγής (Ημερομηνία Έγκρισης)	Παρατηρήσεις Ποικιλίας
CRIOLLO	Παραγουάη	Παραγωγική RA\St υψηλή
CRIOLLO ORGANIC	Παραγουάη	Παραγωγική Υψηλό ποσοστό RA+St
EIRETE	Παραγουάη	RA\St Υψηλή Υψηλό ποσοστό RA+St (πιο γλυκιά)
HOTIEN	Ιαπωνία(1987)	Παραγωγική

		RA\St= 2\1
SEITEN	Ιαπωνία(1990)	Παραγωγική RA\St= 5\1
SHYNTEN	Ιαπωνία(2001)	Παραγωγική RA\St= 10\1
REBAUDIO	Ιαπωνία(1999)	Παραγωγική RA\St= 3\1
YUNRI	Κίνα	Υψηλό ποσοστό RA+St
YUNBING	Κίνα	Υψηλό ποσοστό RA+St
ZONGPING-1	Κίνα	Υψηλό ποσοστό RA+St
SM-4	Κίνα	Παραγωγική RA\St υψηλή
SRB-123	Ινδία	RA+St=12% Για θερμά κλίματα
SRB-512	Ινδία	RA+St=12% Για εύκρατα κλίματα
SRB-128	Ινδία	RA+St=21% Για εύκρατα κλίματα
SUWEON-2	Κορέα	Παραγωγή +22% St +12%
SUWEON-11	Κορέα	Λεπτόφυλλη Υψηλό ποσοστό RA
K1, K2, K3	Ταϊβάν	Παραγωγική RA\St Υψηλή
RAMONSKAYA	Ρωσία	Παραγωγική RA\St υψηλή
SLASTENA	Ρωσία	Αξιόλογη
BPP 72	Ινδονησία	Αξιόλογη

1.7 Η διάδοση της καλλιέργειας της Στέβιας και το μέλλον της στην Παγκόσμια αγορά

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 (Πιν. 2)

(Καπόγλου, 2008). Η αποδεκτή ημερήσια δόση είναι 4mg/kg σωματικού βάρους και έχει εγκριθεί η χρήση της σε 31 κατηγορίες τροφίμων (Επίσημη Εφημερίδα ΕΕ, 2011).

Στην παραγωγή και κατανάλωση της Στέβιας κυρίαρχες χώρες είναι αυτές της Ασίας. Πιο συγκεκριμένα ο μεγαλύτερος καλλιεργητής Στέβιας παγκοσμίως είναι η Κίνα ενώ τη μεγαλύτερη αγορά εκχυλισμάτων την κατέχει η Ιαπωνία και η Κορέα με μεγαλύτερη κατανάλωση Στέβιας να γίνεται σε αυτές τις χώρες (80% της παγκόσμιας παραγόμενης ποσότητας).

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 λόγο 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. Το πρόβλημα με τη σημερινή ανθρωπότητα είναι ότι έχει υιοθετηθεί ένας κακός τρόπος ζωής ο οποίος οδηγεί σε όλο και περισσότερα προβλήματα υγείας. Πλέον πολύ άνθρωποι έχουν πρόβλημα με το βάρος τους αλλά και με τον σακχαρώδη διαβήτη που αποτελούν μάστιγα ακόμα και σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Για λόγους πρώτα από όλα υγείας λοιπόν, η Στέβια σιγά σιγά θα γίνει μέρος της καθημερινότητας των ανθρώπων μέσα από την ιατρική, τη μαγειρική κλπ (Καπόγλου, 2008).

Πίνακας 2. Παγκόσμια διάδοση καλλιέργειας και χρήση της Στέβιας (Καπόγλου, 2008) (Επίσημη εφημερίδα ΕΕ, 2011) (CQUniversity Australia, 2011) (Midmore & Rank, 2002).

Χώρα	Επιχειρηματική καλλιέργεια	Έρευνες	Έγκριση χρήσης σαν τρόφιμο
Παραγουάη	++	++	++
Βραζιλία	++	++	++
Ουρουγουάη	++	++	++
Κ. Αμερική	+	+	+
Μεξικό	+	+	+
ΗΠΑ	+	++	+
Καναδάς	+	++	+
Κίνα	+++	++	+++
Ταϊβάν	+	++	++
Βιετνάμ	+	++	++
Ιαπωνία	+	+++	+++

Κορέα	+	++	++
Μαλαισία	++	+	++
Ταϊλάνδη	+	+	+
Ινδία	++	+	+
Ινδονησία	+	+	+
Γερμανία		+	+
Μ. Βρετανία		+	+
Ρωσία	+	++	+
Ουκρανία\Μολδαβία	+	+	+
Ισπανία	+	+	+
Ιταλία	+	+	+
Πορτογαλία	+	+	+
Ελλάδα	+	+	+
Αυστραλία	+	+	+
Ν. Ζηλανδία	+	+	+

Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των επιστημονικών μελετών που αφορούν τη χρήση και τη σημασία του φυτού Στέβια. Παρακάτω παρουσιάζονται πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα που αφορούν την καταγραφή της χημικής του σύστασης, τη μελέτη των ευεργετικών της επιδράσεων στην υγεία και την αξιολόγηση της δυνατότητας χρήσης της ως ισχυρή γλυκαντική ουσία.

2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΤΕΒΙΑΣ

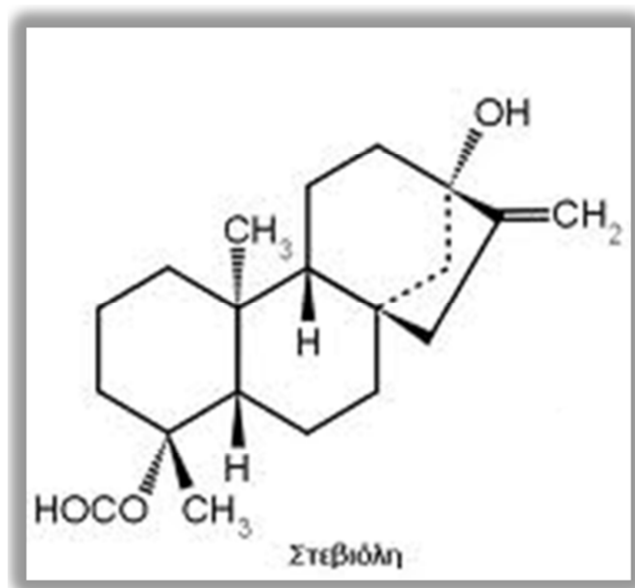
2.1 Σύνθεση γλυκοζιτών Στεβιόλης

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 (Chatsudthipong & Muanprasat, 2008).

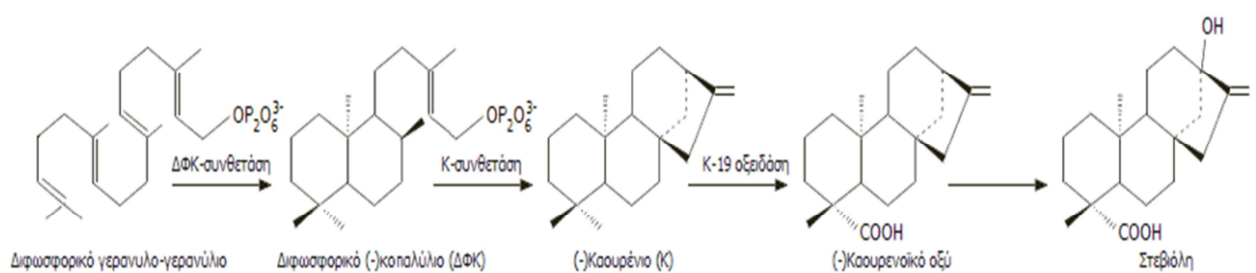
Η Στεβιόλη είναι ένα τετρακυκλικό διτερπένιο με σκελετό ent-kaurene. Ο μοριακός τύπος της είναι $C_{20}H_{30}O_3$ (Εικ. 10) και η συστηματική ονομασία (4α)-13-υδροξυρ-καουρ-16-εν-19-οϊκό οξύ. Αποτελεί το άγλυκο τμήμα των γλυκοζιτών και αναφέρεται γενικώς ως αγλυκόνη (aglycone). Η βιοσύνθεση της πραγματοποιείται μέσω της αλληλουχίας αντιδράσεων σχηματισμού του τετρακυκλικού διτερπενίου από το διφωσφορικό γερανυλό-γερανύλιο (Εικ. 11) ενώ η μελέτη της είναι σημαντική για τη δημιουργία ποικιλιών Στέβιας πλουσιότερες σε γλυκοζίτες με καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Βαλαβανίδης & Ευσταθίου, 2008). Η Στεβιόλη παράγεται στα φύλλα του φυτού κατά τη φωτοσύνθεση (Καπόγλου, 2009) στους χλωροπλάστες (Brandle et.al, 1998) 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 (Lemus- Mondaca et.al, 2011). Έτσι ένα μεγάλο ποσοστό του συνολικού μεταβολισμού των φυτών δεσμεύεται για τη σύνθεση αυτών των πολύπλοκων δομικά μορίων (Brandle et.al, 1998). Οι γλυκοζίτες Στεβιόλης προέρχονται μέσω του μεβαλονικού οξέος (mevalonic acid) και τις αντικατάστασης των δύο οξυγονωμένων λειτουργικών ομάδων της Στεβιόλης. Αυτό σημαίνει ότι η θέση C_{19} που βρίσκεται η ομάδα του καρβοξυλίου (COOH) και η θέση C_{13} που βρίσκεται η ομάδα της αλκοόλης (OH) παρέχουν σημεία προσάρτησης

για τις πλευρικές αλυσίδες που αποτελούνται κατά κύριο λόγο από κατάλοιπα γλυκόζης (Glc), ραμνόζης (Rah) και ξυλόζης (Xyl) (Εικ. 12). Έτσι προκύπτουν οι διάφοροι γλυκοζίτες (Brandle et.al, 1998).

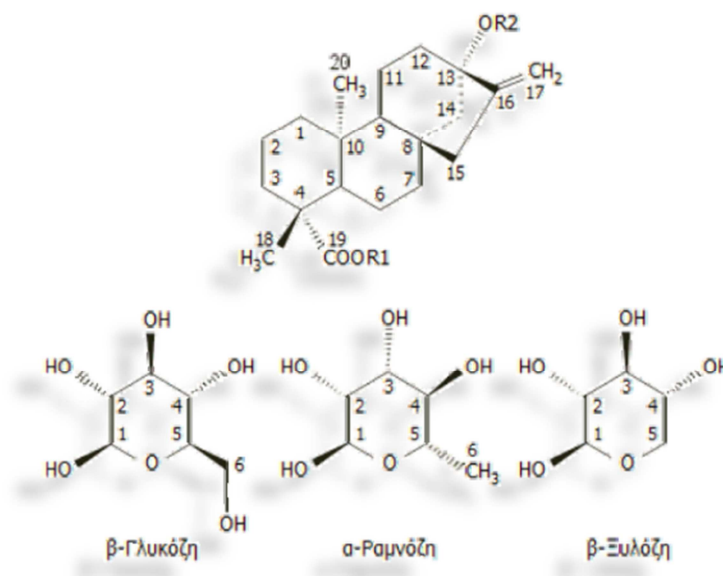
Όπως και άλλοι δευτερογενείς μεταβολίτες, έτσι και οι γλυκοζίτες Στεβιόλης μπορούν να λειτουργήσουν ως άμυνα, για αποτροπή σίτισης ή έχοντας δράσεις ενάντια σε φυτοφάγα ζώα, παράσιτα ή παθογόνα (Brandle et.al, 1998).



Εικόνα 10. Η δομή της Στεβιόλης (Βαλαβανίδης & Ευσταθίου, 2008).



Εικόνα 11. Η βιοσύνθεση της Στεβιόλης (Βαλαβανίδης & Ευσταθίου, 2008).

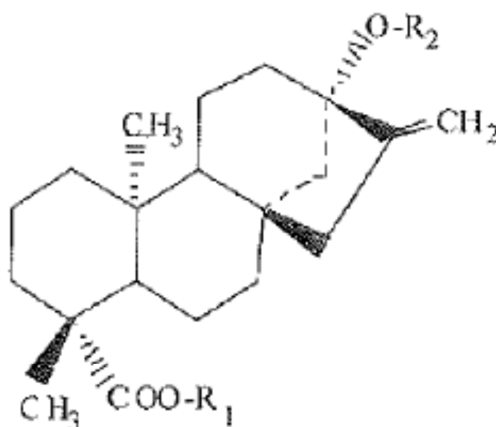


Εικόνα 12. Η αντικατάσταση των οξυγονωμένων ομάδων Στεβιόλης με μόρια Γλυκόζης, Ραμνόζης ή Ξυλόζης στις θέσεις R1 και R2 (Βαλαβανίδης & Ευσταθίου, 2008).

2.2 Κύριοι γλυκοζίτες Στέβιας

Όπως αναφέρθηκε όλοι οι διτερπενικοί γλυκοζίτες έχουν μια κοινή δομή, την Στεβιόλη και προκύπτουν με την αντικατάσταση των υδρογόνων των δύο οξυγονωμένων ομάδων (Εικ. 13). Οι πιο γνωστοί γλυκοζίτες Στεβιόλης είναι οι εξής (Lemus- Mondaca et.al, 2011):

- Στεβιοσίδη (Stevioside)
- Ρεμπαουδιοσίδη Α (Rebaudioside A)
- Ρεμπαουδιοσίδη Β (Rebaudioside B)
- Ρεμπαουδιοσίδη C ή Δουλκοσίδη Β (Rebaudioside C ή Doulcocide B)
- Ρεμπαουδιοσίδη D (Rebaudioside D)
- Ρεμπαουδιοσίδη E (Rebaudioside E)
- Ρεμπαουδιοσίδη F (Rebaudioside F)
- Στεβιολοβιοσίδη (Steviolbioside)
- Δουλκοσίδη Α (Doulcoside A)

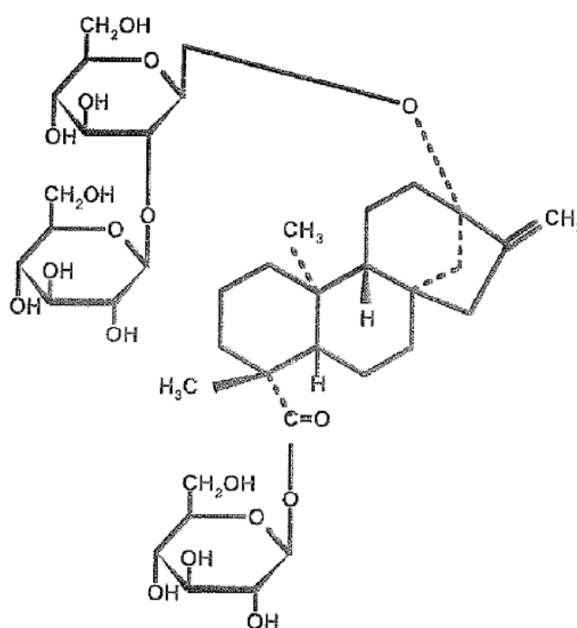


Όνομασία Ένωσης	R1	R2
Στεβιοσίδη	β-Glc	β Glc- β Glc
Ρεμπαουδιοσίδη A	β-Glc	β Glc- β Glc β Glc
Ρεμπαουδιοσίδη B	H	β Glc- β Glc β Glc
Ρεμπαουδιοσίδη C	β-Glc	β Glc- α Rha β Glc
Ρεμπαουδιοσίδη D	β Glc- β Glc	β Glc- β Glc β Glc
Ρεμπαουδιοσίδη E	β Glc- β Glc	β Glc- β Glc
Ρεμπαουδιοσίδη F	β-Glc	β Glc- β Xyl β Glc
Στεβιολοβιοσίδη	β-Glc	β Glc- β Glc
Δουλκοσίδη A	β-Glc	β Glc- α Rha

Εικόνα 13. Δομή των κυριότερων Γλυκοζιτών της Στέβιας. Οι ονομασίες Glc, Xyl και Rha, αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα Γλυκόζη, Ξυλόζη και Ραμνόζη (Abelyan et.al, 2011).

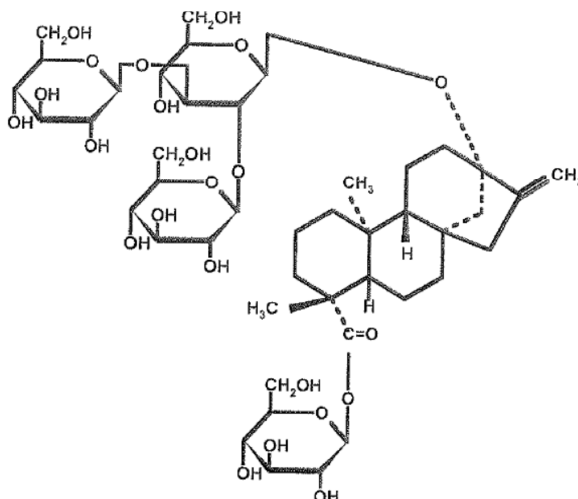
Μέχρι το 1931 δεν είχε γίνει καμία έρευνα πάνω στους γλυκοζίτες και τότε ανακαλύφθηκε η Στεβιοσίδη (Brandle et.al, 1998). Η Στεβιοσίδη είναι ο κυριότερος γλυκοζίτης της Στεβιόλης που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία στα φύλλα (Βαλαβανίδης

& Ευσταθίου, 2008) όπου κυμαίνεται από 6-10% του ξηρού βάρους ενός φύλλου (Montoro et. al, 2013). Έχει μοριακό τύπο $C_{38}H_{60}O_{18}$ (Εικ. 14) (Βαλαβανίδης & Ευσταθίου, 2008) και είναι μια σταθερή ένωση με γλυκαιμικό δείκτη 300 (Montoro et. al, 2013). Δεν εμφανίζει τοξικότητα, ούτε μεταλλαξιογόνο δράση και είναι μια χαμηλής θερμιδικής αξίας ουσία. 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 όμως μπορεί να διορθωθεί με ενζυματική υδρόλυση (Abelyan et.al, 2011).



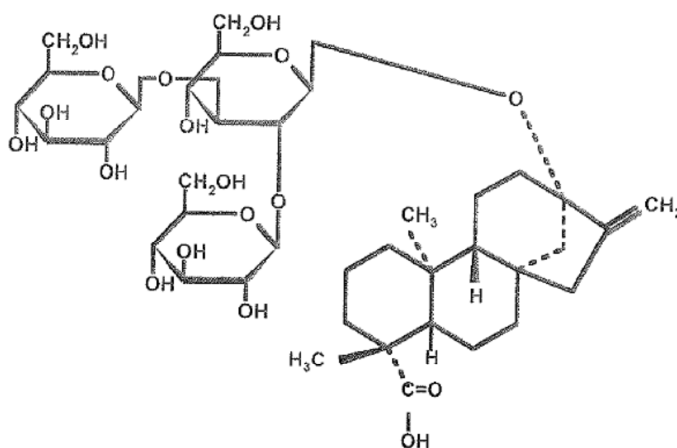
Εικόνα 14. Η μοριακή δομή της Στεβιοσίδης (Abelyan et.al, 2011).

Ο δεύτερος σε αναλογία γλυκοζίτης της Στέβιας είναι η Ρεμπαουδιοσίδη Α. ο γλυκοζίτης αυτός είναι ο καλύτερος σε ποιότητα γιατί δεν αφήνει την χαρακτηριστική πικρή επίγευση που αφήνει η Στεβιοσίδη (Βαλαβανίδης & Ευσταθίου, 2008) και έχει γλυκαιμικό δείκτη 450 (Wikipedia, 2013). Έχει μοριακό τύπο $C_{44}H_{70}O_{23}$ (Εικ. 15) και βρίσκεται σε αναλογία στα φύλλα από 2-4% του ξηρού βάρους ενός φύλλου (Chemical Book, 2010).



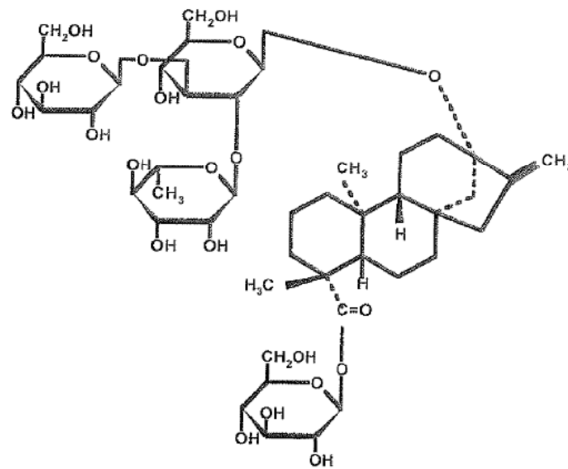
Εικόνα 15. Η μοριακή δομή της Ρεμπαουδιοσίδης Α (Abelyan et.al, 2011).

Η Ρεμπαουδιοσίδη Β έχει προταθεί ότι είναι ένα κατασκεύασμα που σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια της απομόνωσης και της αλκαλικής υδρόλυσης από την Ρεμπαουδιοσίδη Α ή και από τη Ρεμπαουδιοσίδη D (Brandle et.al, 1998). Έχει μοριακό τύπο $C_{38}H_{60}O_{18}$ (Εικ. 16) και αποτελεί δευτερεύον συστατικό στα εκχυλίσματα των φύλλων (Lemus- Mondaca et.al, 2011).



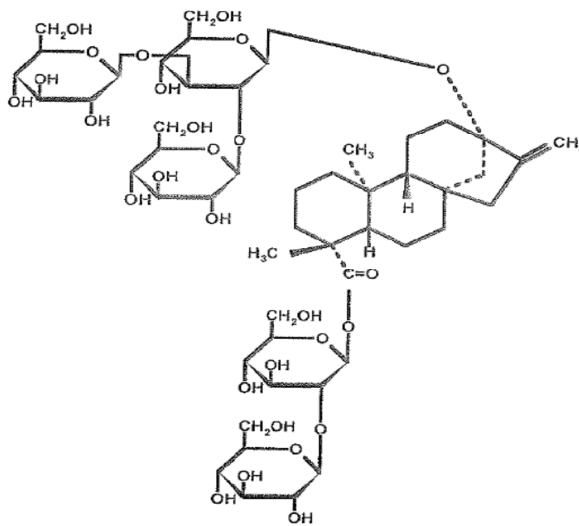
Εικόνα 16. Η μοριακή δομή της Ρεμπαουδιοσίδης Β (Abelyan et.al, 2011).

Η Ρεμπαουδιοσίδη C είναι ο τρίτος κατά σειρά σε αναλογία γλυκοζίτης (Lemus- Mondaca et.al, 2011). Έχει μοριακό τύπο $C_{44}H_{70}O_{22}$ (Εικ. 17) (Pub Chem, 2005) και ποσοστό στα φύλλα 1-2% του ξηρού βάρους ενός φύλλου (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

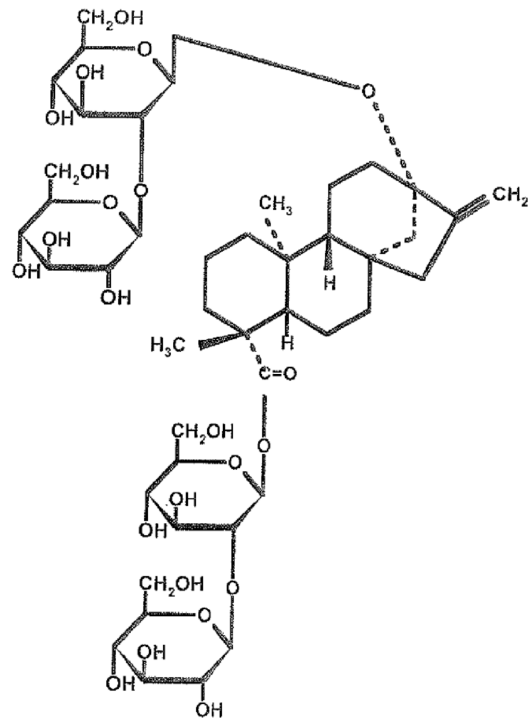


Εικόνα 17. Η μοριακή δομή της Ρεμπαουδιοσίδης C (Abelyan et.al, 2011).

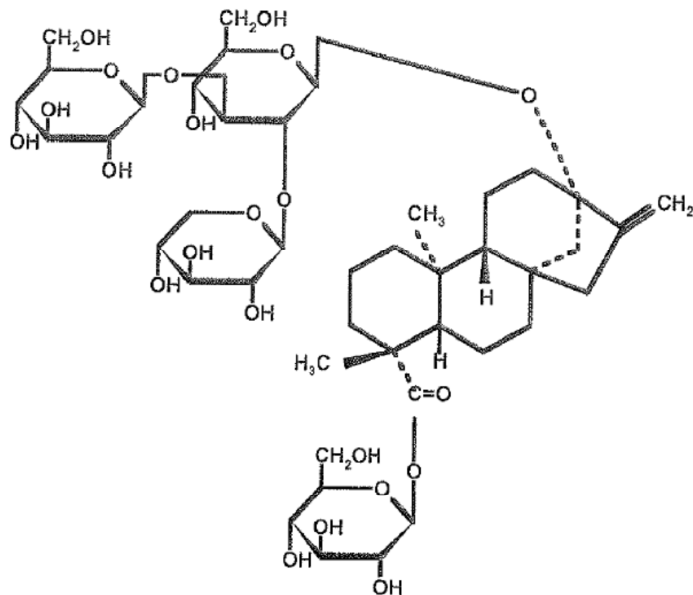
Η Ρεμπαουδιοσίδη D έχει μοριακό τύπο $C_{50}H_{80}O_{28}$ (Εικ. 18) και βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στα φύλλα της Στέβιας (Chemblink, 2013). Η Ρεμπαουδιοσίδη E και F βρίσκονται και αυτές σε πολύ μικρές ποσότητες και έχουν μοριακό τύπο $C_{44}H_{71}O_{23}$ (Εικ. 19) και $C_{43}H_{68}O_{22}$ (Εικ. 20) αντίστοιχα (Chaturvedula & Prakash, 2013).



Εικόνα 18. Η μοριακή δομή της Ρεμπαουδιοσίδης D (Abelyan et.al, 2011).



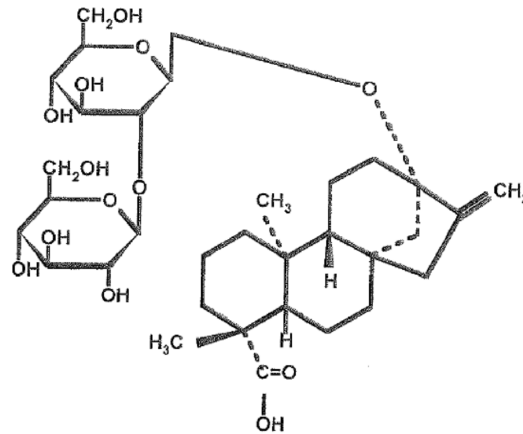
Εικόνα 19. Η μοριακή δομή της Ρεμπαουδιοσίδης E (Abelyan et.al, 2011).



Εικόνα 20. Η μοριακή δομή της Ρεμπαουδιοσίδης F (Abelyan et.al, 2011).

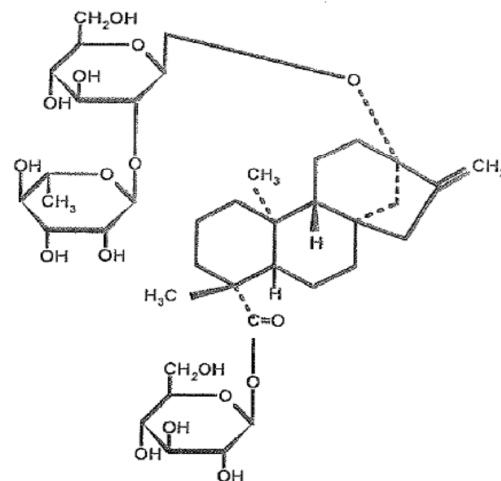
Η Στεβιολοβιοσίδη είναι ένα δευτερεύον συστατικό που όπως και η Ρεμπαουδιοσίδη

B δεν είναι μητρικό της Στέβιας (Lemus- Mondaca et.al, 2011). Έχει μοριακό τύπο $C_{32}H_{50}O_{13}$ (Εικ. 21) (Chemical Book, 2010) και προκύπτει υπό αλκαλικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της υδρόλυσης (Brandle et.al, 1998).



Εικόνα 21. Η μοριακή δομή της Στεβιολοβιοσίδης (Abelyan et.al, 2011).

Η Δουλκοσίδη Α είναι ο τέταρτος σε αναλογία γλυκοζίτης στα φύλλα της Στέβιας με ποσοστό 0,4- 0,7% του ξηρού βάρους ενός φύλλου (Lemus- Mondaca et.al, 2011) και έχει μοριακό τύπο $C_{38}H_{60}O_{17}$ (Εικ. 22) (Pub Chem, 2005).



Εικόνα 22. Η μοριακή δομή της Δουλκοσίδης Α (Abelyan et.al, 2011).

2.3 Άλλα συστατικά της Στέβιας

Εκτός από τους κύριους γλυκοζίτες που εμπεριέχονται στα φύλλα της Στέβιας, υπάρχουν κι άλλα συστατικά σε μικρότερες ποσότητες που και αυτά με τη σειρά τους προσθέτουν στο τελικό αποτέλεσμα γεύσης της Στέβιας. Μια από αυτές τις ουσίες είναι η Ισοστεβιόλη. Η Ισοστεβιόλη είναι ένα τετρακυκλικό διτερπένιο που χρησιμοποιείται σπάνια ως γλυκαντικό (Brandle et.al, 1998) και έχει μοριακό τύπο $C_{20}H_{30}O_3$ (Chemical Book, 2010). Παράγεται από την όξινη υδρόλυση της Στεβιοσίδης ή από την Στεβιόλη όταν αυτή θερμανθεί σε αραιό θειικό οξύ (Brandle et.al, 1998). Άλλο συστατικό είναι η Στεβιαμίνη. Είναι ένα αλκαλοειδές της κατηγορίας των ινδολών. Έχει μοριακό τύπο $C_{10}H_{20}NO_3Br$ και είναι ένα ιμινοςάκχαρο που προκύπτει από τα φύλλα και μπορεί να εμφανιστεί σε προϊόντα Στέβιας επηρεάζοντας τη γεύση.

Άλλα διτερπένια που βρίσκονται στα εκχυλίσματα των φύλλων του φυτού είναι: Ρουμπουμποσίδη (Rububoside) (Pieri et.al, 2011), Jhanol, Austroinulin, 6-O-acetylaustroinulin, 7-O-acetylaustroinulin και Sterebins A,B,C,D,E,F,G,H (Brandle et.al, 1998). Δευτερεύων γλυκοζίτες έχουν βρεθεί επίσης σε ποσότητες μικρές ή που δεν έχουν προσδιοριστεί ακόμα σε εμπορικά εκχυλίσματα Στέβιας με ονομασίες Δουλκοσίδη B, Στεβιολομονοσίδιο (Steviolmonoside), Ρεμπαουδιοσίδη G,I,H,J,K,L,M,N, και O (Zimmerman & Wolner-Rick, 2010). Επίσης υπάρχουν τριτερπένια όπως b- amyirin acetate (αιθυλεστέρας β-αμυρίνη), τρεις εστέρες της λουπεόλης και οι στερόλες Stigmasterol (Στιγμαστερόλη) και b- Sitosterol (β-Σιτοστερόλη) (Brandle et.al, 1998).

Επίσης έχουν προσδιοριστεί φλαβονοειδή όπως Viboflavin (Βιμποφραβίνη), (Lemus- Mondaca et.al, 2011) και οι apigenin-4-*o*-glucoside, luteolin-7-*O*-glucoside, kaempferol-3-*O*-rhamnoside, quercitrin, quercitrin-3-*O*-glucoside, quercitrin-3-*O*-arabinoside και 5,7,3*o*-trihydroxy-3,6,4*o*-trimethoxyflavone (rentaureidin) (Brandle et.al, 1998).

Άλλα συστατικά που έχουν βρεθεί είναι διάφορες χρωστικές, κόμμια, ανόργανα συστατικά, λαβδάνια, χλωροφύλλες, οργανικά οξέα, μονοσακχαρίτες, ανόργανα άλατα, τανίνες, σαπωνίνες, ανθρακινόνες, cardiac glycosides (καρδιακοί γλυκοζίτες) (Lemus- Mondaca et.al, 2011), γιβεριλλίνες, φυτοστερόλες (Καπόγλου, 2008) και ξανθοφύλλες, υδροξυκιναμικά οξέα (καφεϊκό, χλωρογενικό κλπ), ολιγοσακχαρίτες, ελεύθερα σάκχαρα, λιπίδια, ιχνοστοιχεία, βιταμίνες όπως η Thiamine (Θειαμίνη) (Muanda et.al, 2010) και 17 αμινοξέα (Lemus- Mondaca et.al, 2011). Επίσης υπάρχει β-καροτένιο και οξείδια rebaudi. Στα εκχυλίσματα των φύλλων έχουν βρεθεί επίσης, υψηλά ποσοστά αντι-θρεπτικών

παραγόντων όπως το οξαλικό οξύ που προκαλεί παρεμπόδιση πρόσληψης θρεπτικών συστατικών (Lemus- Mondaca et.al, 2011). Τέλος υπάρχουν μονοτερπένια, σεσκιτερπένια κ.α., συστατικά του αιθέριου ελαίου που θα αναλυθούν παρακάτω.

2.4 Συστατικά Αιθέριου ελαίου

Το αιθέριο έλαιο της Στέβιας είναι ένα μείγμα συστατικών που βρίσκεται σε μικρές ποσότητες μέσα στα φύλλα. Ενδεικτικά από έρευνα με δείγματα φύλλων που πάρθηκαν από την Βραζιλία έδειξαν ότι 4200 gr φύλλων δίνουν 0,99 gr αιθέριου ελαίου (Martelli et.al, 1984). Η ανάλυση του ελαίου οδήγησε στην ταυτοποίηση 62 διαφορετικών ενώσεων, που αντιπροσωπεύουν το 92,27% του συνολικού ελαίου από τα φύλλα. Η υδροαπόσταξη των φύλλων έδωσε σκούρο κιτρινωπό έλαιο με βασικά συστατικά του να είναι οξυγονωμένα μονοτερπένια και σεσκιτερπένια και οι αντίστοιχοι υδρογονάνθρακες τους. Τα τελευταία χρόνια, αρκετοί ερευνητές έχουν αναφέρει ότι οι μονοτερπενικοί και σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες και τα οξυγονωμένα παράγωγα τους είναι τα κυριότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων φυτικής παραγωγής και έχουν τεράστιες δυνατότητες να αναστέλλουν ισχυρά μικροβιακά παθογόνα (Hossain et.al, 2010).

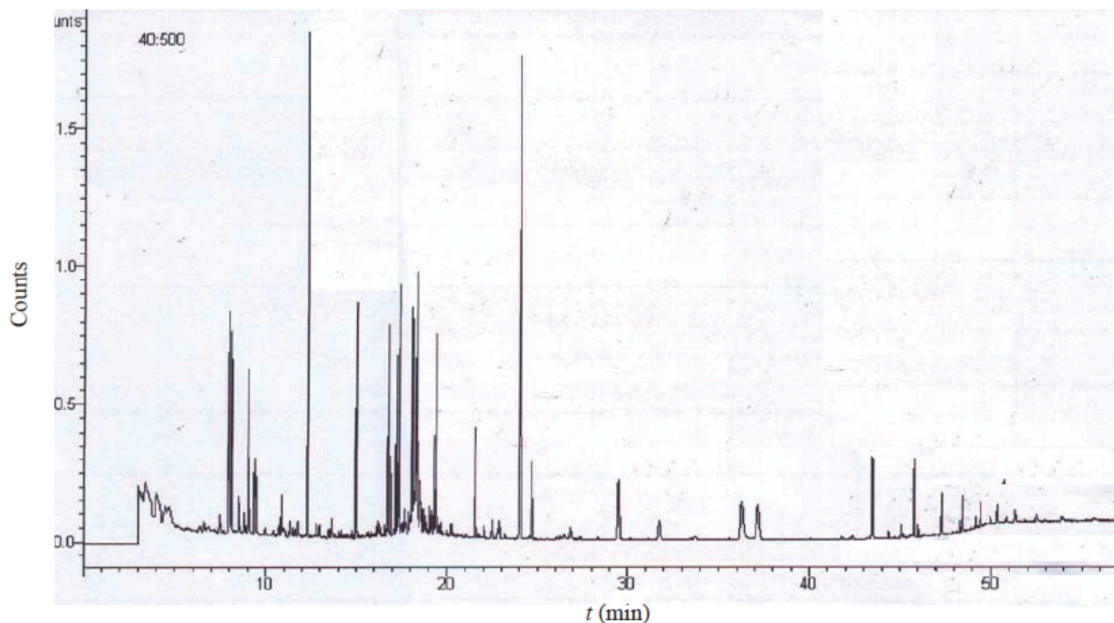
Οι κυριότερες ενώσεις του αιθέριου ελαίου της Στέβιας είναι οι: α -cadinol, caryophyllene oxide, (-)- spathulenol και β -guaiene (Hossain et.al, 2010). Στον πίνακα που ακολουθεί (Πιν. 3) παρουσιάζονται οι 62 ενώσεις που έχουν ταυτοποιηθεί και η περιεκτικότητα που υπάρχει στα φύλλα, σε δείγματα που πάρθηκαν από το Μπαγκλαντές και στο σχήμα 1 παρουσιάζεται ένα χρωματογράφημα των συστατικών του αιθέριου ελαίου. Οι ενώσεις αυτές μπορεί να βρεθούν σε ξηρά αλλά και δροσερά φύλλα.

Πίνακας 3: Ποσοστιαία σύνθεση των πτητικών ελαίων στα φύλλα της Στέβιας με δείγματα από το Μπαγκλαντές (Hossain et.al, 2010).

Όνομασία ένωσης	Ποσοστό στα φύλλα
5,4-Benzoyloxy-2-fluoro-5-hydroxy benzaldehyde	4.68
3-Bromobutric acid	0.18
Undecanol-5	0.18
1-Hepten-3-ol	0.03
Cyclohexene,4-bromo-	0.05

Benzyl-diseryl phosphate	4.82
1,3,5-Cycloheptatriene	3.65
α -Methyl- α -[4-methyl]-3-pentene	0.60
1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimethyl-	2.22
Cis-3-hexenyl-iso-butyrate	0.38
Cyclopentasiloxane, decamethyl-	0.88
Phenylethyl alcohol	1.28
2,6,6-trimethyl—cyclohexene-1,4-dione	0.13
3-Cyclihexene-1-methanol	0.53
2-Isopropenyl-5-methylhex-4-enal	0.29
Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene,1,7,7-trimethyl-	0.13
5-Amino-2-methoxyphenol	0.09
Geranyl vinyl ether	0.14
Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	4.40
Indole	0.17
2-Methyl-4-vinylphenol	0.18
Phenol,2-methoxy-3(2-propenyl)-	0.19
1-(2,6,6-Trimethyl-1,3-cyclo)-2-buten-1-one	0.06
Cyclohexane,1-ethyl-1-methyl-2,4-bis-	0.09
Caryophyllene	0.08
Tricyclo[3.3.0.0(2,8)] octan-3-one,4-methyl	0.07
1,6,10-Dodecatriene,7,11-dimethyl-3-methyl	0.02
3-Buten-2-one,4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclo)-	0.03
3-Buten-2-one,4-(2,6,6-trimethyl-7-oxab)-	0.06
Naphthalene,1,2,3,5,6,7,8,8 α -octahydro	0.05
Heptasiloxane, hexadecamethyl-	0.04
Berjomotol,Z- α -trans-	0.08
Lanceol,cis-	0.09
2(4H)-Benzofuraone,5,6,7,7 α -tetrahydro	0.15
1,6,10-Dodecatrien-3-ol,3,7,11-trimethyl	2.26
Epoxy- α -terpenyl acetate	0.76
Benzene,1,1'-(1,1,2,2-tetramethyl-1,2-ethanediyl) bis-	0.08

(-)-Spathulenol	2.21
Caryophyllene oxide	1.23
Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-	2.23
Santalol,cis- α -	0.07
5 α -Hydroxy-4 α -8,10.11-tetram	0.09
Isoaromadendrene epoxide	0.35
β -Guaiene	0.30
Ledene oxide-(II)	0.21
Naphthalene,1,2,3,4,4 ^a ,5,6,8 α -octa-hydro-	3.15
α -Cadinol	2.98
Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol,2-methyl	1.24
6-Isopropenyl-4,8 α -dimethyl-1,2,3,5,6,7-hexahydroxyl	0.11
Aristolene epoxide	0.18
Z,Z,Z-4,6,9-Nodadecatriene	0.06
2-Pentadecatone,6,10,14-trimethyl-	0.04
Phallic acid, cyclohexyl isohexyl ester	0.06
Pentadecanoic,14-methyl-,methyl-	0.17
1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 2-ethyl	0.34
3-Methyl-2-pent-2-enyl-cyclopent-2-enon	0.33
1H-Naphtho[2,1-b]pyrane,3-ethenyldodecane	9.83
9H-Naphtho[2,1-b]pyrane-9-one,3-ethenyl	0.71
Pregnanetriol	2.23
Tritetracontate	0.08
1,2-Benzenedicarboxylic acid,diisooctyl	0.18
Benzaldehyde	0.35
Σύνολο: Εξήντα δύο	92.27



Σχήμα 1. Τυπικό χρωματογράφημα των συστατικών του αιθέριου ελαίου από τα φύλλα της Στέβιας (Hossain et.al, 2010).

2.5 Τρόποι ανάλυσης συστατικών Στέβιας

Για τον προσδιορισμό των συστατικών της Στέβιας, έχουν βρεθεί πολλές μέθοδοι που εξυπηρετούν στην εύρεση, την ανάλυση και ταυτοποίηση, όλων ή κάποιων συστατικών χωριστά. Οι βασικές κατηγορίες διαφόρων τεχνικών για την απόκτηση των γλυκοζιτών της Στέβιας είναι (Lemus-Mondaca et.al, 2011):

- ❏ Εκχύλιση με διαλύτη
- ❏ Χρωματογραφική προσρόφηση
- ❏ Ανταλλαγή ιόντων
- ❏ Επιλεκτική καθίζηση
- ❏ Μεμβρανικές διαδικασίες
- ❏ Υπερκρίσιμα ρευστά (SCF, συνήθως είναι CO₂ ή H₂O)

Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν κάποιες μέθοδοι που βοηθούν στον προσδιορισμό, την ποσοτικοποίηση αλλά και την ποιοτική αξιολόγηση των γλυκοζιτών και άλλων συστατικών της Στέβιας. Οι μέθοδοι αυτοί είναι:

- Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) για τον προσδιορισμό των γλυκοζιτών.

- Τριχοειδής ηλεκτροφόρηση για τον προσδιορισμό των γλυκοζιτών (Kolb et.al, 2001).
- Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) για προσδιορισμό γλυκοζιτών.
- Αέρια χρωματογραφία (GC) για προσδιορισμό γλυκοζιτών (Lemus-Mondaca et.al, 2011) .
- Υγρή χρωματογραφία (LC) για προσδιορισμό γλυκοζιτών.
- Μυκηλιακή κινητική τριχοειδή ηλεκτροφόρηση.
- Τρισδιάστατη UHPLC-UV.
- Υγρή χρωματογραφία ηλεκτρο-σπρέι διαδοχικής φασματομετρικής μάζας (LC-ESI/MS/MS) (Montoro et.al, 2013).
- Ένας ημί-ποσοτικός προσδιορισμός των γλυκοζιτών ανακαλύφθηκε πρόσφατα και λέγεται Ιονισμός ηλεκτροψεκασμού εκρόφησης φασματομετρικής μάζας (DESI) (Lemus-Mondaca et.al, 2011).
- Αέρια χρωματογραφία μετά από όξινη υδρόλυση για προσδιορισμό της συνολικής περιεκτικότητας σε γλυκοζίτες ((Kolb et.al, 2001).
- HPLC σε συνδυασμό με φασματομετρία μάζας (MS) και NMR για προσδιορισμό των εννιά γλυκοζιτών (Montoro et.al, 2013).
- Μέθοδος με φθορομετρική ανίχνευση μετά από παραγοντοποίηση με ένα υποπροϊόν κουμαρίνης (RP-LC) για την ποσοτικοποίηση της Στεβιόλης (Lemus-Mondaca et.al, 2011).
- Χημική μέθοδος ακολουθούμενη από ενζυματική υδρόλυση για προσδιορισμό της Στεβιοσίδης (Kolb et.al, 2001).
- Εγγύς υπέρυθη φασματοσκοπία (NIRS) για τον προσδιορισμό της Στεβιοσίδης σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων (Nishiyama et.al, 1992).
- Συνδυασμός HPLC και NIRS για άμεση μέτρηση περιεκτικότητας σε Στεβιοσίδα και Ρεμπαουδιοσίδα Α (Lemus-Mondaca et.al, 2011).
- Μέθοδος με μικροκύματα για τον προσδιορισμό της Στεβιοσίδης και Ρεμπαουδιοσίδης Α (Jainak et.al, 2009).

Επίσης μια σειρά μεθόδων για τον προσδιορισμό της Στεβιοσίδης, της Ρεμπαουδιοσίδης Α και της Στεβιόλης γίνεται πιο προσεκτικά με (Lemus-Mondaca et.al, 2011):

1. Ενζυματική υδρόλυση
2. Ανίχνευση χημικών
3. Υπερπίεση TLC (χρωματογραφία λεπτής στιβάδας)
4. Πυκνομετρία
5. Χρησιμοποίηση χρωματογραφίας λεπτής στιβάδας για τον προσδιορισμό των τεσσάρων πιο άφθονων γλυκοζιτών (Στεβιοσίδη, Ρεμπαουδιοσίδη Α, Ρεμπαουδιοσίδη C και Δουλκοσίδη Α) (Kolb et.al, 2001).
6. Συνδυασμός GC-MS για την ανάλυση του αιθέριου ελαίου (Hossain et.al, 2010).
7. Και τέλος μια ποιοτική μέθοδος για την αξιολόγηση των γλυκοζιτών που λέγεται LC-TOF με HPTLC διαδικασία με πυκνομετρική ανίχνευση (Lemus-Mondaca et.al, 2011).

3 ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΡΕΠΤΙΚΕΣ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ

3.1 Γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σήμερα παγκοσμίως

Οι γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι πάρα πολλές. Ωστόσο λίγες είναι αυτές που έχουν ξεχωρίσει και χρησιμοποιούνται ευρέως και περισσότερο από κάποιες άλλες λόγω των ιδιοτήτων τους. Οι γλυκαντικές ουσίες χωρίζονται σε συνθετικές και μη συνθετικές (φυσικές) ουσίες (Abelyan et.al, 2011). Μερικές από αυτές που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο είναι:

- ☞ Συνθετικές γλυκαντικές ουσίες: suclarose (σουκλαρόζη), potassium acesulfame (ακεσουλφαμικό καλίου), aspartame (ασπαρτάμη), alitame, saccharin (σακχαρίνη), neohesperidin dihydrochalcone synthetic derivatives (συνθετικά παράγωγα της διυδροχαλκόνης της νεοεσπεριδίνης), cyclamate (κυκλαμικά), neotame (νεοτάμη), dulcin, suosan, Ni[N-[3-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl)propyl]-L-(x-aspartyl)-L-phenylalanine 1-methyl ester (Ni[N-[3-(3-ύδροξυ-4-μεθοξυφαινυλ)προπυλ]-L-(x-ασπαρτυλ)-L-φαινυλαλανίνη 1-μεθυλεστέρας), Ni[N-[3-(3-hydroxy-4-methoxyphenol)-3-methylbutyl]-L-a-aspartyl]-L-phenylalanine 1-methyl ester (Ni[N-[3-(3-ύδροξυ-4-μεθοξυφαινυλ)-3-μεθυλμπουτυλ]-L-a-ασπαρτυλ]-L-φαινυλαλανίνη 1-μεθυλεστέρας), Ni[N-[3-(3-methoxy-4-hydroxyphenyl)propyl]-L-a-aspartyl]-L-phenylalanine 1-methyl ester (Ni[N-[3-(3-μεθοξυ-4-υφροξυφαινυλ)προπυλ]-L-a-ασπαρτυλ]-L-φαινυλαλανίνη 1-μεθυλεστέρας, άλατα αυτών, παρόμοια και συνδυασμοί αυτών (Abelyan et.al, 2011).
- ☞ Μη συνθετικές (φυσικές) γλυκαντικές ουσίες: Stevioside (Στεβιοσίδη), Rebaudioside A (Ρεμπαουδιοσίδη Α), Rebaudioside B (Ρεμπαουδιοσίδη Β), Rebaudioside C (Ρεμπαουδιοσίδη C), Rebaudioside D (Ρεμπαουδιοσίδη D), Rebaudioside E (Ρεμπαουδιοσίδη E), Rebaudioside F (Ρεμπαουδιοσίδη F), Steviolbioside (Στεβιολοβιοσίδη), Dulcoside A (Δουλκοσίδη Α), Rubusoside

(Ρουμπουσοσίδη), sucrose (σακχαρόζη) , mogrosides, brazzein, neohesperidin dihydrochalcone (NHDC) (διυδροχαλκόνη της νεοεσπεριδίνης), glycyrrhizic acid and its salts (γλυκυριζικό οξύ και τα άλατα αυτού), thaumatin (θαυματίνη), perillartine, pemannulcin, mukuroZiosides, baiunoside, phlomisioside-I, dimethyl-hexahydro?uorene-dicarboxylic acid, abrusosides, periandrin, camosi?osides, cyclocarioside, pterocaryosides, polypodoside A, braZilin, hemandulcin, phillodulcin, glycyphyllin, phloriZin, trilobatin, dihydro?avonol, dihydroquercetin-3-acetate, neoastilibin, trans-cinnamaldehyde (τρανς κινναμαλδεύδη), monatin και άλατα αυτής, selligueain A, hematoxylin (αιματοξυλίνη), monellin,osladin, pterocaryoside A, pterocaryoside B, mabinlin, pentadin, miraculin (μυρακουλίνη), curculin (κουρκουλίνη), neoculin, chlorogenic acid (χλωρογενικό οξύ), cynarin (κυναρίνη), siamenoside κ.α. (Abelyan et.al, 2011).

Επί του παρόντος 11 γλυκαντικές ουσίες χρησιμοποιούνται περισσότερο και χωρίζονται σε τρεις γενιές (Abelyan et.al, 2011).

- 1^η γενιά: κυκλαμικό, γλυκερινικό οξύ και σακχαρίνη, με μακρά ιστορία χρήσης στα τρόφιμα.
- 2^η γενιά: ακεσουλφάμη-K, ασπαρτάμη, NHDC και θαυματίνη
- 3^η γενιά: αλιτάμη, νεοτάμη, σουκλαρόζη, Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη A.

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 4) παρατίθενται οι 11 γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται περισσότερο ανά τον κόσμο.

Πίνακας 4. Οι πιο δημοφιλείς γλυκαντικές ουσίες, η γλυκαντική τους δύναμη και η σύνθεση τους (Abelyan et.al, 2011).

Γλυκαντική ουσία	Γλυκαντική δύναμη	Σύνθεση
Σακχαρόζη	1	Φυσική
Ακεσουλφάμη-K	200	Συνθετική
Αλιτάμη	2000	Συνθετική
Ασπαρτάμη	200	Συνθετική
Κυκλαμικό	30	Συνθετική
Γλυκερινικό οξύ	50	Φυσική

NHDC	1000	Συνθετική ή Φυσική
Σακχαρίνη	300	Συνθετική
Στεβιοσίδη	200	Φυσική
Ρεμπαουδιοσίδη Α	450	Φυσική
Θαυματίνη	3000	Φυσική
Σουκλαρόζη	600	Συνθετική

3.2 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. Συχνά όμως αναφέρεται ότι η Στέβια και οι γλυκοζίτες της έχουν μηδενικό θερμιδικό περιεχόμενο, ωστόσο αυτό είναι λάθος εφόσον περιέχουν σάκχαρα τα οποία προσλαμβάνει ο οργανισμός. Αυτή η μικρή διαιτητική αξία της Στέβιας, βασίζεται στην πολύ μικρή ποσότητα που χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη του γλυκού και επιθυμητού αποτελέσματος. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του κρυσταλλικού μίγματος των γλυκοζιτών της Στέβιας είναι η σταθερότητα του σε υψηλές θερμοκρασίες 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 (Βαλαβανίδης και Ευσταθίου, 2008). Έτσι, η Στεβιοσίδη, που είναι ο κύριος γλυκοζίτης (μαζί με την Ρεμπαουδιοσίδη Α) και χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό μέσο, δείχνει καλή σταθερότητα υπό κανονικές συνθήκες εφαρμογής. 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). Στον πίνακα που ακολουθεί (Πιν. 5) παρουσιάζονται κάποιες ιδιότητες από μερικές γλυκαντικές ουσίες σε σύγκριση με την Στεβιοσίδη.

Πίνακας 5. Σύγκριση Στεβιοσίδης με κοινά τεχνητά γλυκαντικά μέσα (Βαλαβανίδης κι Ευσταθίου, 2008).

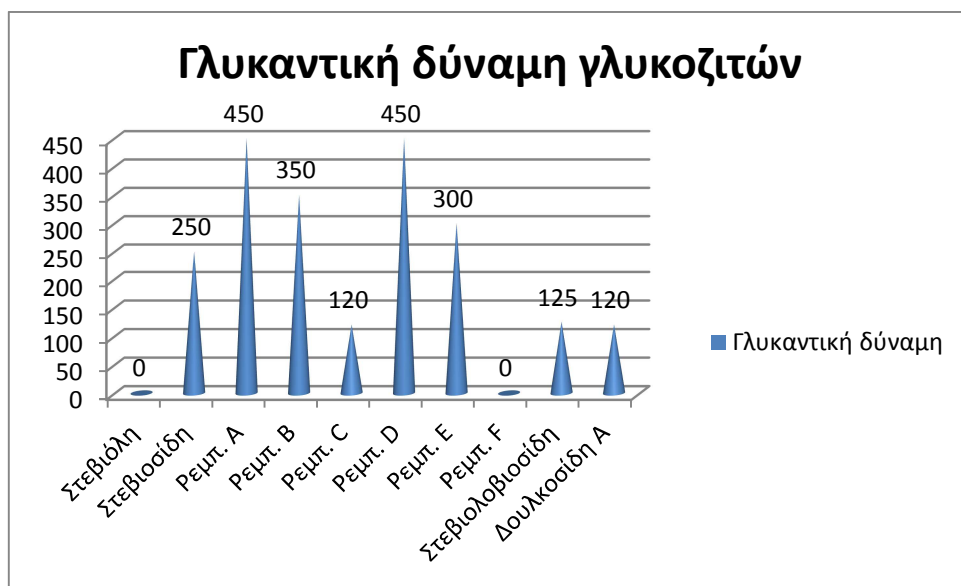
Ιδιότητα	Ασπαρτάμη	Ακεσουλ.-Κ	Κυκλαμικά	Σακχαρίνη	Στεβιοσίδη
Τρόπος παρασκευής	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Φυσική
Γλυκαντική ισχύ	200	150	30	250	200
Σταθερότητα στη θερμοκρασία	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα σε PH	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα στο ψήσιμο	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Διαλυτότητα στην αλκοόλη	Όχι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Ναι
Σταθερότητα στο μαγείρεμα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Πλήρης αίσθηση στο στόμα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Χρησιμοποιείται από:	1981	1988	1938	1879	Αιώνες πριν

Η Στέβια σαν γλυκαντικό υπερτερεί από άλλα κοινά γλυκαντικά καθώς είναι φυσική γλυκαντική ουσία, χαμηλής θερμιδικής αξίας με πλούσια και έντονη γλυκιά γεύση λόγω των γλυκοζιτών της.

Πίνακας 6. Οι κυριότεροι γλυκοζίτες της Στέβιας και η γλυκαντική τους δύναμη (Καπόγλου, 2008).

Ονομασία γλυκοζίτη	Γλυκαντική δύναμη
Στεβιόλη	0 (άγλυκη)
Στεβιοσίδη	150-300
Ρεμπαουδιοσίδη Α	250-450
Ρεμπαουδιοσίδη Β	300-350

Ρεμπαουδιοσίδη C	50-120
Ρεμπαουδιοσίδη D	250-450
Ρεμπαουδιοσίδη E	150-300
Ρεμπαουδιοσίδη F	-
Στεβιολοβιοσίδη	100-125
Δουλκοσίδη A	50-120



Σχήμα 2. Παρουσίαση των υψηλότερων ποσοστών που μπορεί να έχουν οι γλυκοζίτες στα φύλλα Στέβιας.

3.3 Λειτουργικές ιδιότητες και θρεπτική σύνθεση των φύλλων Στέβιας

3.3.1 Λειτουργικές ιδιότητες Στέβιας

Οι λειτουργικές ιδιότητες της Στέβιας παρουσιάζονται στον πίνακα 7. Οι λειτουργικές ιδιότητες κάθε τροφίμου, εκτός από την κατανόηση της διατροφικής του αξίας, έχουν σημασία και για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας των διαφόρων μεθόδων μαγειρέματος και των διαφόρων χειρισμών. Η φαινομενική πυκνότητα της Στέβιας είναι 0.443 gm/ml. Άλλες ιδιότητες όπως η ικανότητα απορρόφησης νερού, η ικανότητα απορρόφησης λίπους και ο βαθμός γαλακτοματοποίησης έχουν υπολογιστεί σε be 4.7, 4.5

and 5ml/gm, αντίστοιχα, ενώ η ισχύς διόγκωσης και η διαλυτότητα σε 5.012 and 0.365 g/g Στέβιας σε pH=5.95. 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. Είναι γνωστό ότι οι πρωτεΐνες αυξάνουν την ικανότητα τους να συγκρατούν νερό, όταν αυξάνεται η διογκωτική τους ικανότητα. Η ικανότητα συγκράτησης νερού είναι μια σημαντική ιδιότητα των πρωτεϊνών σε πολλά τρόφιμα όπως σούπες, ζύμες, ψημένα τρόφιμα. Η αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού της Στέβιας φαίνεται να επιφέρει πλεονεκτήματα πιθανότατα λόγω του αυξημένου περιεχομένου 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 των πρωτεϊνών να προωθούν το σχηματισμό και τη σταθεροποίηση γαλακτωμάτων θεωρείται κρίσιμη σε πολλές παρασκευές, όπως αυτές του κέικ, του καφέ, του γάλακτος, των παγωμένων εδεσμάτων κ.α. και εξαρτάται από τη σύνθεση τους και το βαθμό επεξεργασίας. Οι Crammer and Ikan (1986) αναφέρουν ότι εφόσον η στεβιοσίδη είναι σταθερή μέχρι τους 200°C είναι κατάλληλο γλυκαντικό για προσθήκη σε προϊόντα που ψήνονται (Savita et.al, 2004).

Πίνακας 7. Λειτουργικές ιδιότητες φύλλων σε σκόνη της Στέβιας (Savita et.al, 2004).

Ιδιότητες	Τιμές
Φαινομενική Πυκνότητα	0,443 gm/ml
Ικανότητα συγκράτησης νερού	4,7 ml/gm
Ικανότητα απορρόφησης λίπους	4,5 ml/gm
Βαθμός Γαλακτοματοποίησης	5 ml/gm
Ισχύς διόγκωσης	5,012 gm/gm
Διαλυτότητα	0,365 gm/gm

3.3.2 Θρεπτική σύνθεση Στέβιας

Τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών έδωσαν μια προσεγγιστική ανάλυση για την θρεπτική σύνθεση των ξηρών φύλλων της Στέβιας και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

Από τον πίνακα 8 φαίνεται ότι η Στέβια είναι καλή πηγή υδατανθράκων, πρωτεϊνών και ακατέργαστων ινών οι οποίοι είναι βασικοί παράγοντες για τη διατήρηση της καλής υγείας του ανθρώπου. 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. Να επισημανθεί ότι οι διαφορές στις τιμές μεταξύ των διαφορετικών ερευνών οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στον τρόπο και στον τόπο ανάπτυξης των φυτών από τα οποία πάρθηκαν τα δείγματα. (Abou- Arab et.al, 2010).

ω *Υδατάνθρακες*: οι υδατάνθρακες επιτελούν πολυάριθμους ρόλους στους ζωντανούς οργανισμούς. Έτσι, οι μονοσακχαρίτες είναι η κύρια πηγή ενέργειας στον ανθρώπινο μεταβολισμό, ενώ οι πολυσακχαρίτες χρησιμεύουν ως αποθήκευση ενέργειας και μπορούν να ενεργούν ως δομικά συστατικά. Επίσης, οι υδατάνθρακες έχουν συνδεθεί και με άλλες ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία του ανθρώπου όπως προβιοτική δράση αλλά και αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δραστηριότητες. Τα οφέλη που σχετίζονται με τα φύλλα της Στέβιας οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητα της σε υδατάνθρακες και ακατέργαστες ίνες που προωθούν την ευεξία και μειώνουν τον κίνδυνο ορισμένων ασθενειών. Στις ρίζες και στα φύλλα της Στέβιας υπάρχει μια ουσία τύπου ινουλίνης που είναι φρουκτοσακχαρίτης, ένας φυσικός πολυσακχαρίτης των φυτών που σχετίζεται με σημαντικές λειτουργικές ιδιότητες (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

ω *Πρωτεΐνες*: Οι πρωτεΐνες είναι μόρια που αποτελούνται από αμινοξέα, απαραίτητα για την ανάπτυξη και επισκευή των ιστών του σώματος. Η σημασία τους εντοπίζεται κυρίως ως ένα ουσιαστικό συστατικό των κυττάρων και πρέπει να αντικαθίστανται με τη πάροδο του χρόνου, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την πρόσληψη πρωτεϊνών. Συνολικά 17 αμινοξέα προσδιορίστηκαν και ταξινομήθηκαν ως ουσιώδη και μη στην Στέβια (Πιν. 9). Απαραίτητα για τον οργανισμό είναι 9 αμινοξέα τα οποία τα περιέχει όλα η Στέβια πλην της τρυπτοφάνης (Πιν. 10). Αυτό σημαίνει ότι μετά την εκχύλιση της Στεβιοσίδης, το υπόλειμμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μια πολύτιμη πηγή από απαραίτητα αμινοξέα για την υγεία. Η περιεκτικότητα τους ταιριάζει με τις απαιτήσεις των συνιστώμενων πρωτεϊνών από την Παγκόσμια οργάνωση υγείας (Lemus- Mondaca et.al,

2011).

Πίνακας 8. Προσεγγιστική ανάλυση των ξηρών φύλλων Στέβιας (g/100g) (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

Συστατικό	Πηγές						
	Mishra et.al, 2010	Coyal et.al, 2010	Serio, 2010	Savita et.al, 2004	Arab et.al, 2010	Tadhani-Subhash, 2006	Kaushik et.al, 2010
Υγρασία	7	4,6	ΔΠ	7	5,3	ΔΠ	7,7
Πρωτεΐνες	10	11,2	11,2	10	11,4	20,4	12
Λιπίδια	3	1,3	5,6	3	3,7	4,3	2,7
Τέφρα	11	6,3	ΔΠ	11	7,4	13,1	8,4
Υδατάνθρακες	52	ΔΠ	53	52	61,9	35,2	ΔΠ
Ακατέργ. ίνες	18	15,2	15	18	15,5	ΔΠ	ΔΠ
Ενέργεια (Kcal)	ΔΠ	ΔΠ	ΔΠ	270	ΔΠ	ΔΠ	ΔΠ

*ΔΠ: Δεν προσδιορίστηκε

Πίνακας 9. Τα ουσιώδη και μη, αμινοξέα που περιλαμβάνονται στα φύλλα της Στέβιας (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

Ουσιώδη	gr/100gr	Μη ουσιώδη	gr/100gr
Αργινίνη	0,45	Ασπαρτικό οξύ	0,37
Λυσίνη	0,70	Σερίνη	0,46
Φαινολαλανίνη	0,77	Γλουταμικό οξύ	0,43
Λευκίνη	0,98	Προλίνη	0,17
Μεθειονίνη	1,45	Γλυσίνη	0,25
Βαλίνη	0,64	Κυστεΐνη	0,40
Θρειονίνη	1,13	Τυροσίνη	1,08
Ισολευκίνη	0,42	Αλανίνη	0,56
Ιστιδίνη	1,13		
Σύνολο	7,67	Σύνολο	3,72

Πίνακας 10. Τα απαραίτητα αμινοξέα και η ημερήσια δόση ενός ενήλικα όπως έχουν οριστεί από τον FAO (FAO, 2013).

<i>Απαραίτητα αμινοξέα</i>	<i>Αναφορές</i>
Ιστιδίνη	10
Ισολευκίνη	20
Λευκίνη	39
Λυσίνη	30
Μεθειονίνη + Κυστεΐνη	15
Φαινυλαλανίνη + Τυροσίνη	25
Θρειονίνη	15
Τρυπτοφάνη	4.0
Βαλίνη	26

ωσ *Ανόργανα συστατικά:* Τα ανόργανα συστατικά έχουν πολλές σημαντικές λειτουργίες. Ορισμένα απαιτούνται σε μικρές ποσότητες και άλλα είναι ζωτικής σημασίας για τους μεταβολικούς σκοπούς και αποκαλούνται απαραίτητα ιχνοστοιχεία. Τα κύρια στοιχεία είναι τα: μαγνήσιο, φώσφορος, θείο, χλώριο, κάλιο, ασβέστιο και έχουν ταξινομηθεί ως μέταλλα και τα δευτερεύοντα στοιχεία είναι τα: μαγγάνιο, χρώμιο, σίδηρος, χαλκός, ψευδάργυρος, μολυβδαίνιο, κοβάλτιο, σελήνιο και ιώδιο όπου λέγονται ιχνοστοιχεία. Η παρουσία όλων των στοιχείων αυτών στα τρόφιμα είναι σημαντική για την ανάπτυξη και τη διατήρηση των ζωτικών λειτουργιών του σώματος. Εμπλέκονται σε όλες τις πτυχές ανάπτυξης, στην υγεία, στην αναπαραγωγή και συμμετέχουν στο σχηματισμό των κυττάρων, των ιστών και των οργάνων. Η Στέβια περιέχει αρκετές ποσότητες των σημαντικών ανόργανων στοιχείων που απαιτούνται για τη προστασία του σώματος, τη ρύθμιση και διατήρηση των διάφορων μεταβολικών διεργασιών (Πιν. 11). Ο ψευδάργυρος δρα ως ένα μη ενζυματικό αντιοξειδωτικό και η κατανάλωση του βοηθάει στην πρόληψη της οξειδωτικής βλάβης των κυττάρων. Ο σίδηρος βοηθάει στη μεταφορά του οξυγόνου στο σώμα και κατά συνέπεια η έλλειψη αυτού στη διατροφή οδηγεί σε αναιμία. Η μεγάλη ποσότητα σιδήρου στα φύλλα της Στέβιας θα μπορούσε να είναι χρήσιμη συμβάλλοντας στη διατήρηση ενός κανονικού επιπέδου αιμοσφαιρίνης στο σώμα. Επιπλέον τα φύλλα Στέβιας θα μπορούσαν

επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή διαφόρων σκευασμάτων για την καταπολέμηση της ανεπάρκειας σιδήρου (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

Πίνακας 11. Περιεχόμενο ανόργανων συστατικών από αποξηραμένα φύλλα Στέβιας από την Ινδία (Tadhani και Subhash, 2006).

Ανόργανα συστατικά			
Μακροθρεπτικά	Συγκέντρωση	Μικροθρεπτικά	Συγκέντρωση
Κάλιο	2.51 g%	Σίδηρος	363.00 ppm
Ασβέστιο	1.55 g%	Μαγγάνιο	98.30 ppm
Μαγνήσιο	0.50 g%	Ψευδάργυρος	63.90 ppm
Φώσφορο	0.35 g%	Χαλκός	10.40 ppm
Νάτριο	0.16 g%	Μολυβδαίνιο	1.14 ppm
Θείο	0.12 g%	Σελήνιο	0.57 ppm
		Κοβάλτιο	0.27 ppm

ω Λιπίδια: Τα λιπίδια είναι μια μεγάλη ομάδα φυσικών ενώσεων. Κύριες βιολογικές τους λειτουργίες περιλαμβάνουν την αποθήκευση της ενέργειας και αποτελούν δομικά στοιχεία των κυτταρικών μεμβρανών και σημαντικά μόρια σηματοδότησης. Αν και οι άνθρωποι και άλλα θηλαστικά χρησιμοποιούν διάφορους βιοσυνθετικούς οδούς για διάσπαση και σύνθεση λιπιδίων, ορισμένα βασικά λιπίδια δεν μπορούν να παραχθούν με αυτό τον τρόπο και πρέπει να λαμβάνονται από τη διατροφή. Μακράς αλυσίδας πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ειδικά εκείνων των σειρών n-3, όπως το α-λινολενικό οξύ, είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο μεταβολισμό και έχουν πολλές ευεργετικές επιδράσεις συμπεριλαμβανομένων της πρόληψης μια σειρά ασθενειών, όπως οι στεφανιαίες καρδιακές παθήσεις, φλεγμονές, αυτοάνοσες διαταραχές, υπέρταση κλπ.

Το λινολενικό οξύ, που είναι το ίδιο καλό με το λινελαϊκό οξύ, θεωρείται ένα ουσιαστικό λιπαρό οξύ αναγκαίο για καλή υγεία. Τα ουσιαστικά-απαραίτητα λιπαρά οξέα είναι σημαντικά για τη σύνθεση πολλών κυτταρικών δομών και αρκετά σημαντικών βιολογικών ενώσεων. Τα λιπίδια είναι επίσης απαραίτητα στη διατροφή ως πρώτη ύλη για

λιποδιαλυτές βιταμίνες στα τρόφιμα (A,D,E και K) και μπορούν να απορροφηθούν ρυθμίζοντας το μεταβολισμό της χοληστερόλης. Στο έλαιο των φύλλων προσδιορίστηκαν έξι λιπαρά οξέα και παρουσιάζονται στον πίνακα 12 (Lemus- Mondaca, et.al, 2011).

Πίνακας 12. Σύνθεση λιπαρών οξέων ($g\ 100g^{-1}$) στο έλαιο των φύλλων Στέβιας (Tadhani and Subhasi, 2006).

Λιπαρά οξέα	$g\ 100g^{-1}$
Παλμιτικό οξύ	27,51
Παλμιτελαϊκό οξύ	1,27
Στεραϊκό οξύ	1,18
Ελαϊκό οξύ	4,36
Λινολεϊκό οξύ	12,40
Λινολενικό οξύ	21,59

ωσ Βιταμίνες: Οι βιταμίνες είναι οργανικές ουσίες που υπάρχουν σε πολύ μικρές ποσότητες στα τρόφιμα αλλά είναι απαραίτητες για τον μεταβολισμό. Ομαδοποιούνται όχι επειδή προκαλούν χημική ή έχουν παρόμοια φυσιολογική λειτουργία, αλλά επειδή είναι ζωτικής σημασίας παράγοντες για τη διατροφή και όλες έχουν ανακαλυφθεί σε σχέση με τις ασθένειες που προκλήθηκαν λόγω της ανεπάρκειας τους. Ταξινομούνται είτε ως υδατοδιαλυτές ή λιποδιαλυτές. Υπάρχουν 13 βιταμίνες από τις οποίες 4 είναι λιποδιαλυτές (A,D,E και K) και 9 είναι υδατοδιαλυτές (8 βιταμίνες της ομάδας B και 1 της ομάδας C). οι ενώσεις αυτές έχουν ποικίλους βιολογικούς ρόλους. Ορισμένες διαθέτουν ορμόνη που λειτουργεί ως ρυθμιστής του μεταβολισμού (πχ βιταμίνη D), ή ρυθμιστές των κυττάρων και ανάπτυξης και διαφοροποίησης των ιστών (πχ κάποιες μορφές της βιταμίνης A). Άλλες λειτουργούν ως αντιοξειδωτικές (πχ βιταμίνη E και μερικές φορές βιταμίνη B και C) και ο μεγαλύτερος αριθμός βιταμινών λειτουργούν ως πρόδρομοι των ενζύμων (πχ βιταμίνες του συμπλέγματος B). Στο εκχύλισμα των φύλλων και του κάλλου βρέθηκαν 6 βιταμίνες (Πίν. 13) (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

Πίνακας 13. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες στο εκχύλισμα φύλλων και κάλλου Στέβιας ($mg\ 100g^{-1}$ ξηρό εκχύλισμα) (Lemus- Mondaca et.al, 2011).

Βιταμίνες	Εκχύλισμα φύλλων	Εκχύλισμα κάλλου
Βιταμίνη C	14,98	1,64
Βιταμίνη B2	0,43	0,03
Βιταμίνη B6	0,00	0,00
Φολικό οξύ	52,18	0,09
Νιασίνη	0,00	0,00
Θειαμίνη	0,00	0,00

ω Φαινολικά και Φλαβονοειδή: Από τα αποτελέσματα μελετών (Πιν. 14) παρατηρείται ότι το συνολικό περιεχόμενο φαινολικών και φλαβονοειδή στα φύλλα είναι 44 και 28 φορές υψηλότερο από αυτό του κάλλου (Πιν. 15). Τα υψηλά επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης της Στέβιας οφείλονται στο υψηλό περιεχόμενο φαινολικών ενώσεων και ειδικών φλαβονοειδών. Ιδιαίτερα, οι φαινολικές ενώσεις συμβάλουν άμεσα στην αντιοξειδωτική δράση και παίζουν προληπτικό ρόλο στην ανάπτυξη του καρκίνου και των καρδιακών παθήσεων. Επίσης, επιβραδύνουν την οξειδωτική αποικοδόμηση των λιπιδίων, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα και τη θρεπτική αξία των τροφίμων. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι φαινολικές ενώσεις και τα ποσοστά τους που υπάρχουν στη Στέβια.

Πίνακας 14. Συνολικό φαινολικό και φλαβονοειδή περιεχόμενο στα φύλλα και τον κάλλο Στέβιας σε υδατικό εκχύλισμα (Kim et.al, 2010).

	Ολικά Φαινολικά (μg κατεχίνες)	Φλαβονοειδή (μg quercetin)
Φύλλα	130.67	15.64
Κάλλος	43.39	1.57

ω Φαινολικά οξέα: Το περιεχόμενο των φαινολικών οξέων στα φύλλα είναι μεγαλύτερο από αυτό του εκχυλίσματος του κάλλου. Η Πυρογαλλόλη ταυτοποιήθηκε ως η κύρια ένωση στα φύλλα και στον κάλλο. Στα φύλλα ακολουθεί το Μεθοξυβενζοϊκό οξύ, το Κουμαρικό οξύ, η Μεθυλκατεχόλη κτλ, ενώ στο εκχύλισμα κάλλου ακολουθεί η

Μεθυλκατεχόλη, το Κουμαρικό οξύ, το Μεθοξυβενζοϊκό οξύ κ.ο.κ (Kim et.al, 2010).

Πίνακας 15. Τα φαινολικά οξέα στα φύλλα και στο εκχύλισμα κάλλου Στέβιας (mg/100gr ξηρής βάσης εκχυλίσματος) (Kim et.al, 2010).

Φαινολικό οξύ	Φύλλα	Κάλλος
Πυρογαλλόλη	951,27	40,72
4- Μεθοξυβενζοϊκό οξύ	33,80	1,44
ρ-Κουμαρικό οξύ	30,47	1,81
4- Μεθυλκατεχόλη	25,61	3,27
Σιναπικό οξύ	9,03	0,39
Κιναμικό οξύ	2,42	0,76
Σαλικυλικό οξύ	-	3,22

ω Άλλα Φυτοχημικά συστατικά: Η παρουσία δευτερογενών φυτικών προϊόντων (πχ τανίνες, σαπωνίνες, στερόλες κλπ.) στα φύλλα της Στέβιας είναι βιολογικώς σημαντική καθώς συμβάλουν στην βιολογική-ιατρική αξία και έχουν φυσιολογική δραστηριότητα εντός του οργανισμού. Οι τανίνες έχουν σπασμολυτική δράση, αντιοξειδωτική δράση και είναι καθαριστής των ελεύθερων ριζών. Οι σαπωνίνες αναστέλλουν την εκροή του νατρίου από το μπλοκάρισμα της εισόδου του έξω από τα κύτταρα (Tadhani και Subhash, 2006).

Πίνακας 16. Φυτοχημικά συστατικά στα φύλλα της Στέβιας (Tadhani και Subhash, 2006).

Φυτοχημικά συστατικά	Αποτέλεσμα
Τανίνες	++++
Αλκοόλες	+++
Γλυκοζίτες cardiac	++
Σαπωνίνες	++
Στερόλες και Τριτερπένια	++
Αναγωγικές ενώσεις	++
Ανθρακινόνες	+

Κυανογενετικοί γλυκοζίτες

-

- Αρνητικό αποτέλεσμα, + Χαμηλή, ++ Μέτρια, +++ Υψηλή, ++++ Πολύ υψηλή συγκέντρωση

☞ *Χρωστικές ουσίες:* Βάση του πίνακα (Πιν. 17) διαπιστώνεται ότι τα αποξηραμένα στον ήλιο φύλλα είχαν μειωμένη ποσότητα χρωστικών. Αυτές οι αλλαγές στις χρωστικές αλλάζουν και το χρώμα των φύλλων που από πράσινο γίνεται καφέ (Abou- Arab et.al, 2010).

Πίνακας 17. Οι χρωστικές ουσίες που περιέχονται σε φρέσκα και αποξηραμένα από τον ήλιο φύλλα Στέβιας (Abou- Arab et.al, 2010).

Χρωστικές	Φρέσκα φύλλα		Αποξηραμένα φύλλα
	Περιεχόμενο σε mg/100g		Περιεχόμενο σε mg/100g
	1	2	
Χλωροφύλλη Α	101,06	77,40	40,71
Χλωροφύλλη Β	60,57	46,39	27,22
Καροτενοειδή	39,82	30,50	7,67
Σύνολο	201,45	154,28	75,61

Περιεκτικότητα υγρασίας; 76,59%

1. Περιεχόμενο βάσει υγρού βάρους

2. Περιεχόμενο βάσει ξηρού βάρους

☞ *Αντιθρεπτικοί παράγοντες:* Στα φύλλα της Στέβιας επίσης βρέθηκαν αντιθρεπτικοί ή αλλιώς αντιδιατροφικοί παράγοντες όπως το οξαλικό οξύ. Το οξαλικό οξύ βρέθηκε σε υψηλά ποσοστά στα φύλλα της Στέβιας που φτάνουν έως τα 2295 mg/100g Στέβιας. Ουσίες σαν κι αυτήν εμποδίζουν την βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου, του σιδήρου και άλλων θρεπτικών συστατικών όπως στην περίπτωση των πράσινων φυλλώδων λαχανικών (Savita et.al, 2004).

3.4 Μορφές χρήσεις και χρήσεις Στέβιας

3.4.1 Μορφές χρήσεις Στέβιας

Η Στέβια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές μορφές. Η επιλογή εξαρτάται από την ποσότητα της απαιτούμενης γλυκύτητας. Οι μορφές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι:

- ★ **Νωπά φύλλα Στέβιας:** Αυτή η μορφή της Στέβιας είναι το βότανο στην πιο φυσική του μορφή, ακατέργαστο. Εάν μασήσουμε ένα φύλλο μεταδίδει μια εξαιρετικά γλυκιά γεύση που θυμίζει γλυκόριζα και διαρκεί για αρκετό διάστημα (Singh and Rao, 2005).
- ★ **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 αυτή είναι η μορφή που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τσαγιού. Αποξηραμένα φύλλα μπορεί να έρθουν χύμα ή συσκευασμένα, όπως σε φακελάκι τσαγιού ή ακόμα και σε λεπτή σκόνη. Σε αυτή τη μορφή, είναι 15-20 φορές γλυκύτερη από τη ζάχαρη (1 κγ Στέβια ~ 1 φλ ζάχαρη). Έχει ένα πρασινωπό χρώμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια ευρύ ποικιλία τροφίμων και ποτών. Η χαρακτηριστική του γεύση θυμίζει γλυκόριζα και συνδυάζεται πολύ καλά με διάφορα καρυκεύματα όπως κανέλα και τζίντζερ (Singh and Rao, 2005).
- ★ **Εκχύλισμα Στέβιας:** Η μορφή με την οποία η Στέβια χρησιμοποιείται ως γλυκαντική ουσία στην Ιαπωνία είναι το 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 τους γλυκοζίτες που βρίσκονται στα φύλλα. Όμως δεν είναι όλα τα εκχυλίσματα σκόνης τα ίδια. Η γεύση, η γλυκύτητα και το κόστος των διάφορων σκονών εξαρτάται από το βαθμό διύλισης και την ποιότητα των φυτών που χρησιμοποιούνται (Singh and Rao, 2005).
- ★ **Υγρά συμπυκνώματα:** Αυτή η μορφή Στέβιας προέρχεται από διάφορες μεθόδους. Στην ουσία είναι ένα μαύρο παχύρευστο υγρό, που προκύπτει από τον βρασμό των φύλλων και μπορεί να ενισχύσει τη γεύση πολλών τροφίμων

(Singh and Rao, 2005).

3.4.2 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 εκτός από τους γλυκοζίτες και τα θρεπτικά συστατικά που περιέχει, συμπεριλαμβάνει και στερόλες, τριτερπένια, φλαβονοειδή, τανίνες και ένα εξαιρετικά πλούσιο έλαιο που περιέχει αλδεύδες, μονοτερπένια και σεσκιτερπένια. Αυτά και άλλα ακόμα άγνωστα στοιχεία πιθανόν να έχουν επίδραση στην ανθρώπινη φυσιολογία και μπορούν να εξηγήσουν ορισμένες θεραπευτικές ιδιότητες της Στέβιας που θα αναλυθούν παρακάτω (Singh and Rao, 2005). Βάση των ιδιοτήτων της έχει βρεθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους ακόλουθους σκοπούς:

- Επιτραπέζια γλυκαντική ουσία (τσάι, καφέ κλπ)
- Αναψυκτικά, χυμούς φρούτων, παγωτά, γιαούρτια
- Κέικ, μπισκότα, γλυκά, πίτες και γενικά στο ψήσιμο
- Μαρμελάδες, σάλτσες, σιρόπια, τουρσιά, ζελέδες, επιδόρπια
- Τσίχλες, καραμέλες, ζαχαρώδη προϊόντα και γενικά στην ζαχαροπλαστική
- Στα θαλασσινά και στα λαχανικά
- Ενισχυτής αλκοολούχων ποτών
- Πρόσθετα καπνού και αρωματικών ουσιών
- Παραγωγή ρυθμιστών ανάπτυξης φυτών (γιβεριλίνες)
- Οδοντόκρεμες, στοματικά διαλύματα- επιβραδυντικό πλάκας και πρόληψη τερηδόνας
- Φροντίδα δέρματος, έκζεμα και ακμή (ταχύς θεραπευτικός παράγοντας)
- Για μείωση βάρους και δίαιτες για διαβητικούς
- Σε χάπια και κάψουλες για βελτίωση γεύσης
- Θεραπεία υπέρτασης και αρτηριακής πίεσης
- Πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών

Τέλος να αναφερθεί ότι η NABARD (National Bank for Agriculture and Rural Development) έχει συμπεριλάβει τη Στέβια στον κατάλογο 40 φαρμάκων και αρωματικών φυτών (Singh and Rao, 2005 & Midmore and Rank, 2002 & Επίσημη εφημερίδα ΕΕ, 2011).

3.5 Αναγνώριση Στέβιας ως γλυκαντική ουσία

Η ιστορία της Στέβιας μέχρι να φτάσει να χρησιμοποιείται ως πρόσθετο γλυκαντικό είναι μεγάλη και «περιπετειώδης». Αυτό οφείλεται στο ότι δεν υπήρχαν εξ αρχής μελέτες και αποδεικτικά στοιχεία ότι η Στέβια ήταν απόλυτα ασφαλής για χρήση της από τον άνθρωπο. Παρ όλα αυτά όμως δεν υπήρχαν και σοβαρές μελέτες που να αποδεικνύουν το αντίθετο. Η μόνη απόδειξη που είχαν στα χέρια τους για την ασφαλή χρήση της Στέβια, ήταν οι μακροχρόνια κατανάλωση της από τους ιθαγενείς της Παραγουάης, και είναι αντιληπτό ότι μόνο με αυτό δεν γινόταν να γίνει έγκριση της για κατανάλωση σε όλο τον κόσμο. Υπάρχουν υπόνοιες επίσης ότι κάποιες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, απέφευγαν το θέμα έγκρισης της Στέβιας καθώς υπήρχαν θέματα οικονομικών συμφερόντων που αφορούσαν τη κοινή ζάχαρη αλλά και τα συνθετικά γλυκαντικά, όπως η ασπαρτάμη, των οποίων η ζήτηση θα μειωνόταν. Τελικά, έπειτα από πολλές αναβολές έγκρισης της, το 2008 εγκρίθηκε η χρήση της από τις ΗΠΑ. Επίσης, την ίδια χρονιά εγκρίθηκε από τον FAO (ΟΗΕ) και τον WHO, καθώς και στην Αυστραλία και Ν. Ζηλανδία (Καπόγλου, 2008). Το 2010 η EFSA (ΕΑΑΤ) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι γλυκοζίτες είναι ασφαλείς. Έτσι η Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν η τελευταία που αποδέχτηκε την Στέβια ως τρόφιμο και πρόσθετο γλυκαντικό, μόλις το 2011, αφού πρώτα είχε γίνει ήδη αποδεκτή η χρήση των γλυκοζιτών στα τρόφιμα στις χώρες Γερμανία και Γαλλία από το 2007. Η άδεια χρήσης από τη βιομηχανία περιλαμβάνει την Ρεμπαουδιοσίδη Α, την Στεβιοσίδη, καθώς και πρόσθετες ενώσεις της Στέβιας. Στον πίνακα 18 εμφανίζεται η διαδρομή για την έγκριση της Στέβιας από την ΕΕ (Tosun, 2013).

Πίνακας 18. Η Στέβια ως βασικό γλυκαντικό πρόσθετο τροφίμων: ανάπτυξη κανονιστικού πλαισίου (Tosun, 2013).

Χρονιά	Οδηγία συμβουλίου ΕΚ/ΕΕ κανονισμός	Ρυθμιστικοί στόχοι
1988	89/107/EEC	Προετοιμασία προσέγγισης των εθνικών νομοθεσιών σχετικά με τα πρόσθετα τροφίμων

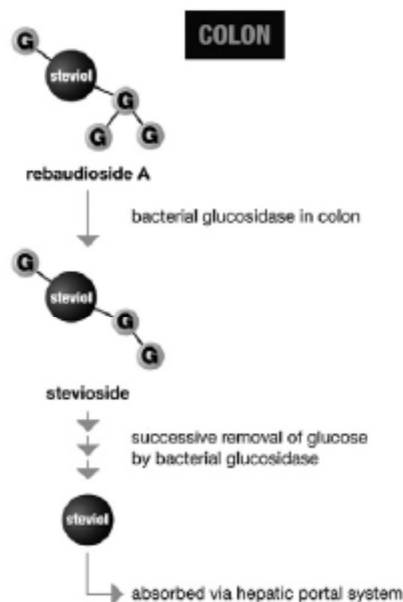
1994	94/35/EC	Δεν ορίζεται ειδική ρύθμιση για τα γλυκαντικά. Έγκριση χρήσης ακεσουλφάμη Κ, ασπαρτάμη, κυκλαμικά, σακχαρίνη, νεοεσπεριδίνη αλλά απαγορεύονται οι γλυκοζίτες Στεβιόλης
1997	258/97	Καθορισμένες απαιτήσεις για την έγκριση νέων τροφίμων και για νέα συστατικά τροφίμων
2008	1333/2008	Συγκέντρωση όλων των ειδών πρόσθετων τροφίμων: Παράρτημα II, απαριθμούνται όλα τα πρόσθετα που επιτρέπονται σε κοινοτικό επίπεδο, διατηρείται η απαγόρευση των γλυκοζιτών Στεβιόλης
2011	1131/2011	Έγκριση διάθεσης στην αγορά και η χρήση των γλυκοζιτών ως πρόσθετα τροφίμων

Επίσης, από την Ευρωπαϊκή Ένωση ορίστηκε και η ημερήσια δόση κατανάλωσης γλυκοζιτών Στεβιόλης που ανέρχεται στα 4mg/kg σωματικού βάρους σε ενήλικες και παιδιά (Επίσημη εφημερίδα ΕΕ, 2011).

4 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΕΒΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

4.1 Μεταβολισμός των γλυκοζιτών Στεβιόλης

Μελέτες με γλυκοζίτες Στεβιόλης σε ζώα και ανθρώπους έδειξαν ότι δεν απορροφώνται αυτούσιοι από τον οργανισμό με χορήγηση από το στόμα αλλά υδρολύονται από την μικροχλωρίδα του παχέως εντέρου σε Στεβιόλη (Εικ. 23). Ένα μεγάλο μέρος της Στεβιόλης απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο αποβάλλεται από τα κόπρανα. Καμία συσσώρευση των παραγώγων των γλυκοζιτών δεν συμβαίνει στο σώμα. Παρακάτω γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση σε κάποιες από τις πειραματικές μελέτες που έχουν γίνει *in vitro* και *in vivo* σε ζώα και ανθρώπους για τη λειτουργία του μεταβολισμού των γλυκοζιτών Στεβιόλης (EFSA, 2010).



Εικόνα 23. Μεταβολισμός της Ρεμπαουδιοσίδης Α και της Στεβιοσίδης σε Στεβιόλη από το έντερο (Caracostas et.al, 2008).

4.1.1 *In vitro* μελέτες

Ο μεταβολισμός της Στεβιοσίδης (καθαρότητα δεν αναφέρεται), μελετήθηκε με τη χρήση διαφόρων ενζύμων του πεπτικού συστήματος ή υγρών όπως η σιελική αμυλάση, η παγκρεατική αμυλάση, το σάλιο, η πεψίνη, οι γαστρικές εκκρίσεις, η παγκρεατίνη και εντερικά ένζυμα τροφτικών καθώς και από την εντερική μικροχλωρίδα διαφόρων ειδών συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Κανένα από τα προαναφερθείσα δεν κατάφεραν να αφομοιώσουν την Στεβιοσίδα. Όμως, η μικροχλωρίδα του τυφλού εντέρου όλων των εξετασθέντων ειδών ήταν σε θέση να μεταβολίσουν την Στεβιοσίδα σε Στεβιόλη. Ένας παροδικός μεταβολίτης του steviol-16,17 α -epoxide παρατηρήθηκε αλλά σε μικρή έκταση. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η Στεβιόλη είναι ο κύριος μεταβολίτης που παράγεται από τη μικροχλωρίδα του τυφλού εντέρου σε διάφορα ζωικά είδη και στον άνθρωπο (EFSA, 2010).

Από άλλη μελέτη που χρησιμοποιήθηκε μίγμα Στέβιας, το παράγωγο της Στέβιας α-γλυκόζη (γνωστή ως ενζυματικά τροποποιημένη Στέβια), η Στεβιοσίδα και η Ρεμπαουδιοσίδα A, έδειξε ότι μεταβολίστηκαν εντελώς σε Στεβιόλη σε 24 ώρες, ενώ δεν παρατηρήθηκε περαιτέρω μεταβολισμός της Στεβιόλης κατά την περίοδο επώασης (Koyama et.al, 2002).

Οι Gardana et.al, (2003) διερεύνησαν το μετασχηματισμό της Στεβιοσίδης και της Ρεμπαουδιοσίδης A (εκχύλισμα Στέβιας με 85% Στεβιοσίδα και 90% Ρεμπαουδιοσίδα A) μετά από επώαση με προσομοίωση της ανθρώπινης εντερικής μικροχλωρίδας και την επίδραση των γλυκοζιτών αυτών στην ανθρώπινη μικροβιακή σύνθεση των κοπράνων και πιο συγκεκριμένα στα μικροβιακά είδη που μεταβολίζουν επιλεκτικά την Στεβιοσίδα και την Ρεμπαουδιοσίδα A. Τα πειράματα διεξήχθησαν υπό αυστηρά αναερόβιες συνθήκες σε καλλιέργειες που εμβολιάστηκαν με ανάμικτα βακτηρίδια κοπράνων από τους εθελοντές (6 άντρες και 5 γυναίκες από 25 έως 50 ετών). Η υδρόλυση παρακολούθηθηκε με LC-MS ανάλυση. Απομονωμένα βακτηριακά στελέχη από κόπρανα επώαστηκαν σε επιλεγμένους ζωμούς και προστέθηκε η Στεβιοσίδα και η Ρεμπαουδιοσίδα A. τα γλυκαντικά αυτά υδρολύθηκαν εντελώς σε Στεβιόλη μέσα σε 10 και 20 ώρες αντίστοιχα. Είναι ενδιαφέρον ότι η ανθρώπινη εντερική μικροχλωρίδα δεν ήταν σε θέση να αποικοδομήσει περαιτέρω τη Στεβιόλη. Επιπλέον η Στεβιοσίδα και η Ρεμπαουδιοσίδα A δεν επηρέασαν σημαντικά τη σύνθεση των κοπράνων. Ανάμεσα στα επιλεγμένα είδη βακτηριδίων μόνο τα *Bacteroides sp* ήταν σε θέση να μετατρέψουν τους γλυκοζίτες Στεβιόλης σε Στεβιόλη (EFSA, 2010).

Άλλοι επιστήμονες μελέτησαν τα εντερικά χαρακτηριστικά μεταφοράς της

Στεβιοσίδης, της Ρεμπαουδιοσίδης Α και της Στεβιόλης σε κύτταρα Caco-2. Σε σύγκριση με τη Στεβιόλη (φαινομενική τιμή διαπερατότητας $31,9 \times 10^{-6}$ cm/s) μόνο ένα μικρό κλάσμα Στεβιοσίδης και Ρεμπαουδιοσίδης Α μεταφέρονται μέσω της Caco-2 κυτταρικής στοιβάδας δίνοντας φαινομενικές τιμές διαπερατότητας $0,16 \times 10^{-6}$ cm/s και $0,11 \times 10^{-6}$ cm/s αντίστοιχα. Επιπλέον η φαινομενική τιμή διαπερατότητας για την απορροφητική μεταφορά της Στεβιόλης ήταν 7 φορές περίπου υψηλότερη από την εκκριτική μεταφορά της, γεγονός που υποδηλώνει ένα φορέα μεσολάβησης μεταφοράς. Το συμπέρασμα της ερευνητικής ομάδας ήταν ότι σε αυτό το εντερικό μοντέλο, η φαινομενική τιμή διαπερατότητας της Στεβιόλης είναι 200 έως 300 φορές υψηλότερη από εκείνη της Στεβιοσίδης και της Ρεμπαουδιοσίδης Α (Geuns et.al, 2003).

Όσον αφορά τον ηπατικό μεταβολισμό της Στεβιόλης, έχει αποδειχθεί η πολύ χαμηλή μετατροπή της Στεβιόλης σε οξειδωτικούς μεταβολίτες από μικροσωμικά κλάσματα αρουραίων. Ωστόσο, σημειώνεται η ενδεχόμενη μεταλλαξιγόνος δράση της 15-oxosteviol, ενός μεταβολίτη ο οποίος θα μπορούσε να σχηματιστεί μετά από περαιτέρω οξείδωση της 15-hydroxysteviol (EFSA, 2010).

Οι Koyama et.al, (2003) έβαλαν Στεβιόλη να επωαστεί σε ηπατικά μικροσωμάτια αρουραίων και ανθρώπων. Στους αρουραίους μονοϋδροξύ- και διυδροξύ- μεταβολίτες Στεβιόλης παρατηρήθηκαν με LC-ESI-MS. Η εγγενής κάθαρση της Στεβιόλης σε ανθρώπινα ηπατικά μικροσωμάτια ήταν 4 φορές μικρότερη από τα ηπατικά μικροσωμάτια που βρέθηκαν σε αρουραίους. Ωστόσο, η μελέτη αυτή έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στους μεταβολίτες Στεβιόλης αρουραίων και ανθρώπων.

4.1.2 In vivo μελέτες

Σε Ζώα

Χρησιμοποιώντας αρουραίους Wistar και δίνοντας τους Στεβιόλη από το στόμα ή από τον χοληδόχο πόρο, απέδειξαν ότι η Στεβιόλη απορροφήθηκε πλήρως από το κατώτερο τμήμα του εντέρου (ESA, 2010).

Σε άλλη μελέτη, ομοιόμορφα σημασμένη με κάποιο ραδιοϊσότοπο Στεβιοσίδη χορηγήθηκε από το στόμα σε δόση 125mg/kg σωματικού βάρους σε αρουραίους Wistar και μελετήθηκε η διάθεση της στους ιστούς και ο μεταβολισμός της. Το επίπεδο ραδιενέργειας στο αίμα αυξήθηκε αργά και έφτασε σε ένα μέγιστο 4,83gr ισοδύναμα Στεβιοσίδης/ml μετά

από 8 ώρες. Στη 1 ώρα η υψηλότερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στο λεπτό έντερο, που ακολουθείται από το στομάχι και το τυφλό έντερο. Στις 4 ώρες η συγκέντρωση στο τυφλό έντερο ήταν σημαντικά υψηλότερη από ότι σε άλλους ιστούς. Η παραμένουσα ραδιενέργεια στο σώμα σε 45 ώρες ήταν 30,7% της αρχικής δόσης. Στις 120 ώρες, τα ποσοστά της ραδιενέργειας που απεκκρίθηκε στα κόπρανα και στον εκπνεόμενο αέρα ήταν 68,4% και 23,9% αντίστοιχα, ενώ η ραδιενέργεια που απεκκρίθηκε από τα ούρα ήταν μόνο 2,3%. Η ραδιενέργεια που απεκκρίθηκε στη χολή σε 72 ώρες ήταν 40,9% της αρχικής δόσης. Από τα αποτελέσματα της χολής και των κοπράνων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η Στεβιοσίδη εισέρχεται στην εντεροηπατική κυκλοφορία, με συνέπεια να επαναπορροφάται και να παραμένει στον οργανισμό για μεγαλύτερο διάστημα. Η ανάλυση TLC των εντερικών περιεχομένων, κοπράνων και χολής, έδειξαν ότι η Στεβιοσίδη μεταβολίζεται από τη χλωρίδα του τυφλού εντέρου σε Στεβιόλη και σάκχαρα, απορροφώνται από το τυφλό έντερο και διανέμεται σε όλο το σώμα και απεκκρίνονται κυρίως στα κόπρανα και στον εκπνεόμενο αέρα (EFSA, 2010).

Σε άλλη μελέτη διερευνήθηκε η απορρόφηση και ο ηπατικός μεταβολισμός του μίγματος Στέβιας και Στεβιόλης σε αρουραίους. Η απορρόφηση εξετάστηκε *ex vivo* και *in vivo*. Σε *ex vivo* πειράματα δεν παρατηρήθηκε καμία απορρόφηση του μίγματος Στέβιας, αλλά παρατηρήθηκε σημαντική απορρόφηση της Στεβιόλης. Σε *in vivo* πειράματα, οι αρουραίοι έλαβαν Στεβιόλη ή μίγμα Στέβιας από το στόμα. Μια μέγιστη συγκέντρωση Στεβιόλης στο πλάσμα παρατηρήθηκε, 18gr/ml, 15 λεπτά μετά την χορήγηση, αποδεικνύοντας ταχεία απορρόφηση. Ωστόσο, μετά τη χορήγηση του μίγματος Στέβιας, η συγκέντρωση Στεβιόλης στο πλάσμα αυξήθηκε σταθερά για πάνω από 8 ώρες, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα συστατικά του μίγματος πρώτα μεταβολίζονται και στη συνέχεια απορροφώνται ως Στεβιόλη από το έντερο των αρουραίων (Koyama et.al, 2003).

Σε χοίρους (6 θηλυκά/ομάδα, μέσου σωματικού βάρους 26kg), τράφηκαν με Στεβιοσίδη (καθαρότητας περίπου 96%) σε δόση 1,67 g/kg τροφής (που ισοδυναμεί περίπου με 0,13 Στεβιοσίδη/Kg σωματικού βάρους/ημέρα). Η Στεβιοσίδη μετατράπηκε εντελώς σε Στεβιόλη από τα βακτήρια του παχέως εντέρου. Ωστόσο δεν υπήρχε ή δεν μπόρεσε να ανιχνευθεί Στεβιοσίδη στο αίμα των ζώων με τη χρήση μιας πολύ ευαίσθητης φθορίζουσας μεθόδου ανάλυσης (όριο ανίχνευσης 0,5ng Στεβιοσίδης και 0,5Pg/ml Στεβιόλης (Geuns, 2003).

Επίσης, μελέτη έχει γίνει σε κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής με μία μονή δόση ή

επαναλαμβανόμενες δόσεις Στεβιοσίδης κατά την οποία ο γλυκοζίτης αναφέρθηκε ότι ανακτήθηκε σε μεγάλο ποσοστό αμετάβλητος μέσα στα περιττώματα (Geuns et.al, 2003).

Σε Ανθρώπους

Σε μια μελέτη που περιγράφεται εν συντομία, διερευνήθηκε η πορεία μεταβολισμού της Στεβιοσίδης σε ανθρώπινους οργανισμούς. Μετά την κατάποση της Στεβιοσίδης, τα ούρα και τα κόπρανα συλλέχθηκαν για πάνω από μία εβδομάδα. Τα δείγματα αναλύθηκαν με ή χωρίς ενζυματική διάσπαση των προϊόντων σύζευξης με υγρή-υγρή εκχύλιση ή εκχύλιση στερεάς φάσης χρησιμοποιώντας HPLC και GC-MS. Οι δομές των μεταβολικών προϊόντων προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας (MS), με NMR και χημική σύνθεση. Μόνο μικρές ποσότητες αμετάβλητης Στεβιοσίδης απεκκρίθηκαν στα κόπρανα. Η Στεβιοσίδη μεταβολίστηκε σε Στεβιόλη εύκολα από την εντερική χλωρίδα. Η απορροφούμενη Στεβιόλη στο ήπαρ ήταν συζευγμένη με ακυλ-γλυκουρονίδιο το οποίο απεκκρίθηκε μέσω της χολής και των ούρων. Το 60% της εφαρμοζόμενης ποσότητας της Στεβιοσίδης ανακτήθηκε από τα ούρα ως γλυκουρονίδιο Στεβιόλης για περίοδο περίπου 100 ωρών. Αυτός ο μεταβολίτης ανιχνεύθηκε επίσης στα κόπρανα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Μέρος του γλυκουρονιδίου μεταβολίστηκε από την εντερική χλωρίδα σε Στεβιόλη, η οποία μπορεί να απορροφηθεί και να υποβληθεί σε μια εντερο-ηπατική κυκλοφορία. Περαιτέρω μεταβολίτες της φάσης I ή φάσης II δεν βρέθηκαν στα ούρα ή στα κόπρανα (EFSA, 2010).

Άλλη μελέτη έχει γίνει πάνω στην βιοδιαθεσιμότητα της Στεβιοσίδης και της μεταβολικής της πορείας σε υγιείς εθελοντές ανθρώπους (9 άνδρες 25-50 ετών), που έλαβαν 375mg Στεβιοσίδη (από εκχύλισμα που περιείχε 85% Στεβιοσίδη) σε μία δόση από το στόμα. Κατά την έναρξη και σε διαφορετικά χρονικά σημεία μετά τη χορήγηση της Στεβιοσίδης συλλέχθηκαν πλάσμα (0-5 ώρες μετά τη χορήγηση), ούρα και κόπρανα, εκχυλίστηκαν και αναλύθηκαν για την παρουσία Στεβιοσίδης ή πιθανών μεταβολιτών της όπως η Στεβιόλη, steviol-16.17-epoxide, 15-hydroxysteviol με LC-MS μέθοδο. Στο πλάσμα 2 κορυφές του γλυκουρονιδίου Στεβιόλης εμφανίστηκαν σε 1-2 ώρες και 4 ώρες μετά τη χορήγηση αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν έδειξαν ότι η Στεβιοσίδη μετατρέπεται σε Στεβιόλη, η οποία στη συνέχεια απορροφάται και το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης βρίσκεται μόνο στο πλάσμα, ενώ η Στεβιόλη βρίσκεται μόνο στα κόπρανα. Επιπλέον steviol-16.17-epoxide και 15-hydroxysteviol δεν βρέθηκαν στο πλάσμα, τα ούρα ή τα κόπρανα (EFSA, 2010).

Επίσης, από άλλους ερευνητές έχει δοθεί Στεβιοσίδη σε κάψουλες (250mg, 97% καθαρότητας, προσμίξεις: 2.7% Στεβιολοβιοσίδη και 0,3% Ρεμπαουδιοσίδη Α), 3 φορές την ημέρα για 3 μέρες σε 10 υγιή άτομα (5 άνδρες και 5 γυναίκες 21-29 ετών). Συλλέχθηκαν δείγματα αίματος πριν και σε διάφορες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της 3^{ης} μέρας της χορήγησης της Στεβιοσίδης. Η Στεβιοσίδη, η ελεύθερη Στεβιόλη και οι μεταβολίτες της αναλύθηκαν στο αίμα, τα κόπρανα και τα ούρα. Δεν βρέθηκε κανένα ποσοστό πρόσληψης Στεβιοσίδης από τον γαστρεντερικό σωλήνα και τα ποσά που παρελήφθησαν ήταν κάτω του ορίου ανίχνευσης της αναλυτικής μεθόδου. Στο πλάσμα δεν βρέθηκε ούτε Στεβιοσίδη ούτε Στεβιόλη αλλά ούτε και μεταβολίτες της. Το μόνο που βρέθηκε ήταν το γλυκουρονίδιο της Στεβιόλης, το οποίο είναι προϊόν σύζευξης με το γλυκουρονικό οξύ στο ήπαρ, σε μέγιστη συγκέντρωση 33μg/ml (21.3μg ισοδύναμα Στεβιόλης/ml). Την 3^η μέρα του πειράματος 2 κορυφές εμφανίστηκαν στο πλάσμα 0,5-1 ώρα και 5-7 ώρες μετά τη χορήγηση της δόσης. Στα ούρα δεν βρέθηκε Στεβιοσίδη ή ελεύθερη Στεβιόλη παρά μόνο γλυκουρονίδιο Στεβιόλης σε ποσότητες μέχρι 318mg/24h (250mg ισοδύναμα Στεβιόλης/24h). Στα κόπρανα μόνο η ελεύθερη Στεβιόλη βρέθηκε. Γενικά δεν βρέθηκαν άλλα παράγωγα Στεβιόλης (EFSA, 2010).

Πρόσφατα, έλαβε χώρα μελέτη αξιολόγησης των φαρμακοκινητικών ιδιοτήτων της Στεβιόλης και του γλυκουρονιδίου Στεβιόλης μετά από μία δόση από το στόμα Ρεμπαουδιοσίδης Α(88,7% καθαρότητας) και Στεβιοσίδης(96,6% καθαρότητας) σε υγιείς ενήλικες άνδρες (8 άνδρες ηλικίας 18-45 ετών). Το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης εμφανίστηκε στο πλάσμα του συνόλου μετά από τη χορήγηση της Ρεμπαουδιοσίδης Α και της Στεβιοσίδης, με μέσο χρόνο εμφάνισης 12 και 8 ώρες αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις 2 κορυφές συνέβησαν στο πλάσμα, 6-12 και 24 ώρες μετά τη χορήγηση της δόσης. Εξαλείφτηκε από το πλάσμα κατά προσέγγιση μέσα σε 14 ώρες και για τις δύο ενώσεις. Δεν βρέθηκαν εποξειδία τα οποία μπορεί να υπάρξουν και μεταλλαξιγόνα στο πλάσμα. Η χορήγηση της Ρεμπαουδιοσίδης Α οδήγησε σε σημαντική μείωση του γλυκουρονιδίου Στεβιόλης με μέγιστη συγκέντρωση στο πλάσμα 1472ng/ml από ότι στη χορήγηση της Στεβιοσίδης 1886ng/ml. Ωστόσο δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές των γεωμετρικών μέσων τιμών που βρέθηκαν για το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης που ήταν 30,8ng/ml για την Ρεμπαουδιοσίδη Α και 34,1ng/ml για την Στεβιοσίδη. Το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης απεκκρίθηκε κυρίως από τα ούρα των ασθενών κατά τη διάρκεια 72 ωρών κατά τη περίοδο συλλογής, αντιπροσωπεύοντας το 59% και το 62% της δόσης της Ρεμπαουδιοσίδης και της Στεβιοσίδης αντίστοιχα και δεν ανιχνεύθηκε στα κόπρανα. Αυτή η φαρμακοκινητική μελέτη απέδειξε ότι οι δύο

προαναφερόμενοι γλυκοζίτες υποβλήθηκαν σε παρόμοιο μεταβολισμό και η αποβολή του γλυκουρονιδίου Στεβιόλης γίνεται κυρίως από τα ούρα ενώ της ελεύθερης Στεβιόλης γίνεται από τα κόπρανα (EFSA, 2010).

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 σε ανθρώπους και αρουραίους. Επιπλέον στα Caco-2 κυτταρικά μοντέλα, η φαινομενική διαπερατότητα της Στεβιόλης βρέθηκε να είναι 200-300 φορές υψηλότερη από εκείνη της Στεβιοσίδης και της Ρεμπαουδιοσίδης Α. Άλλες *in vitro* μελέτες που αξιολογούν τον μεταβολικό μετασχηματισμό της Στεβιόλης έδειξαν έναν παρόμοιο σχηματισμό των υδροξύ-μεταβολιτών της παρουσία αρουραίων ή ανθρώπινων ηπατικών μικροσωματίων (EFSA, 2010).

In vivo μελέτες σε αρουραίους που έλαβαν Στεβιοσίδα έδειξαν ότι η ελεύθερη Στεβιόλη ήταν ο κύριος μεταβολίτης στο πλάσμα και έφτασε στη μέγιστη συγκέντρωση του μέσα σε 24 ώρες μετά τη χορήγηση. Στο ήπαρ των ζώων η Στεβιόλη υπόκειται κυρίως σε σύζευξη με γλυκουρονικό οξύ για να σχηματίσει γλυκουρονίδιο Στεβιόλης, το οποίο προσδιορίζεται ως ο βασικός μεταβολίτης στη χολή. Από τα αποτελέσματα της χολής και των κοπράνων μπορεί να συνταχθεί το αποτέλεσμα ότι στα ποντίκια συμβαίνει εντερό-ηπατική κυκλοφορία. Στους αρουραίους, η Στεβιόλη έχει αποδειχθεί ότι απεκκρίνεται κυρίως στα κόπρανα μέσω της χολής και σε μικρότερες ποσότητες στα ούρα (EFSA, 2010).

Σε ανθρώπους εθελοντές που εκτίθενται σε χορήγηση από του στόματος Στεβιοσίδα ή Ρεμπαουδιοσίδα Α, δεν ανιχνεύθηκε ελεύθερη Στεβιόλη στο αίμα αλλά το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης βρέθηκε να είναι ο κύριος μεταβολίτης. Εποξείδια Στεβιόλης δεν βρέθηκαν. Η παρουσία πολλών κορυφών στο χρόνο των συγκεντρώσεων στο πλάσμα του γλυκουρονιδίου Στεβιόλης υποδεικνύουν την εντερό-ηπατική κυκλοφορία της Στεβιόλης στον άνθρωπο, όπως αποδείχθηκε και πειραματικά σε αρουραίους. Το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης ήταν επίσης ο κύριος μεταβολίτης που βρέθηκε στα ούρα των εθελοντών ενώ η Στεβιόλη είναι ο κύριος μεταβολίτης που βρέθηκε στα κόπρανα (EFSA, 2010).

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω ο κύριος μεταβολίτης στο πλάσμα των ανθρώπων είναι το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης ενώ στους αρουραίους είναι η ελεύθερη Στεβιόλη. Δεν βρέθηκαν εποξείδια Στεβιόλης στο πλάσμα κανενός. Το γλυκουρονίδιο Στεβιόλης για τους ανθρώπους απεκκρίνεται κυρίως από τα ούρα ενώ στους αρουραίους από τη χολή λόγω γνωστών διαφορών μεταξύ των ειδών (EFSA, 2010).

4.2 Τοξικολογική ασφάλεια της Στέβιας και των γλυκοζιτών της

Η τοξικότητα της Στέβιας και των γλυκαντικών της έχουν μελετηθεί εκτενώς καθώς υπήρχαν πολλές αμφιβολίες για την ασφάλεια χρήσης της. Μολονότι 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 η ασφάλεια της βάση μελετών και πειραμάτων *in vitro* και *in vivo*. Από πολυάριθμες μελέτες που έχουν γίνει, αποδεικνύεται πλήρως η ασφάλεια χρήσης της Στέβιας ως γλυκαντικό συστατικό (EFSA, 2010).

4.2.1 Οξεία και χρόνια τοξικότητα

Μελέτες οξείας και χρόνιας τοξικότητας σε τρωκτικά έδειξαν κατά μέσο όρο ότι σε δόση έως 15g/kg σωματικού βάρους Στεβιοσίδης δεν υπάρχει καμία απολύτως τοξικότητα. Εξαιρέση αποτελούν τα χάμστερ που είναι πιο ευαίσθητα από τα υπόλοιπα είδη τρωκτικών. 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, 2008).

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. Επίσης έχουν αναφερθεί μελέτες με αρουραίους όπου τους χορηγήθηκαν πολλαπλές δόσεις Στεβιοσίδης σε χρονική περίοδο 90 μερών έως 56 εβδομάδων χωρίς καμία παρατηρούμενη τοξικότητα. Η μόνη μεταβολή που παρατηρήθηκε στις παραπάνω μελέτες ήταν μια μείωση του σωματικού βάρους, αλλά δεν υπήρξαν βραχυπρόθεσμες ενδείξεις ή ενδείξεις συστηματικής τοξικότητας.

4.2.2 Καρκινογένεση

Πολλές μελέτες έχουν αναφερθεί για την καρκινογόνο δράση της Στέβιας χωρίς όμως να υπάρχουν θετικά αποτελέσματα. Μόνο σε μια μελέτη βρέθηκε κάποια μετάλλαξη σε ευαίσθητο βακτηριακό στέλεχος της *Salmonella typhimurium* που όμως δεν αποδεικνύει ότι είναι και καρκινογόνα. 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 (Caracostas et.al, 2008).

Σε μια επιστημονική μελέτη δόθηκε Στεβιοσίδη (καθαρότητας 95,6 %) από το στόμα (μέσω της τροφής) σε αρουραίους (50 θηλυκούς και 50 αρσενικούς) για 104 εβδομάδες. Οι δόσεις που δόθηκαν ήταν 0, 2.5 και 5% Στεβιοσίδη. Στις 108 εβδομάδες τα τρωκτικά θανατώθηκαν. Πάρθηκαν δείγματα ιστών και αίματος και ολόκληρα όργανα, όπως νεφρά, καρδιά, ήπαρ κλπ, για να γίνουν οι αναλύσεις. Από τις αναλύσεις αυτές εντοπίστηκαν κάποιοι όγκοι που όμως υπήρξαν και στις ομάδες ελέγχου, άρα δεν αποδίδονται στη θεραπεία με 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, 1996).

4.2.3 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.

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 (Caracostas et.al, 2008).

4.2.4 Αναπαραγωγή και Τερατογένεση

Στο παρελθόν υπήρξαν πληροφορίες ότι η Στέβια και τα εκχυλίσματα της χρησιμοποιούνταν από τις γυναίκες των φυλών της Παραγουάης ως αντισυλληπτικό. Αυτό οδήγησε στην αύξηση του ενδιαφέροντος για τα αποτελέσματα των εκχυλισμάτων της Στέβιας στην αναπαραγωγική απόδοση και υπάρχουν σειρά από έρευνες για τις επιπτώσεις στην γονιμότητα. Μελέτες αναπαραγωγικής τοξικότητας με Στεβιοσίδη (καθαρότητας 90 ή 96,5%) και δόσεις έως 2500mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα σε χάμστερ και έως 3000mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα σε αρουραίους δεν έδειξαν καμία επίδραση στους δείκτες αναπτυξιακής τοξικότητας,

Πιο πρόσφατες μελέτες υπήρξαν με χορήγηση καθαρής Ρεμπαουδιοσίδης Α σε ανδρικά ή γυναικεία αναπαραγωγικά συστήματα που δεν έδειξαν ανεπιθύμητες ενέργειες (Caracostas et.al, 2008).

Μελέτη επίσης αναφέρει ότι η από του στόματος χορήγηση εκχυλίσματος Στέβιας και Στεβιοσίδης σε δόσεις 500mg/kg σωματικού βάρους και 800mg/kg σωματικού βάρους, αντίστοιχα δεν προκαλούν καμία σημαντική επίδραση στο γυναικείο αναπαραγωγικό

σύστημα σε ποντίκια. Η χορήγηση έγινε σε θυληκά άτομα που γονιμοποιήθηκαν με αρσενικά που δεν είχαν λάβει καμία θεραπεία. Η σύλληψη έγινε κανονικά, ο αριθμός των εμβρύων ήταν κανονικός και τα αναπαραγωγικά όργανα ήταν εντάξει. Άρα αυτή η μελέτη απαλλάσσει τη Στέβια και τη Στεβιοσίδη από κάθε τοξικότητα στην αναπαραγωγή ή τερατογόνο δράση. Η μόνη αρνητική επίπτωση που είχε παρατηρηθεί ήταν η μείωση της γονιμότητας των αρσενικών αρουραίων λόγω της πολύ υψηλής συγκέντρωσης δηλαδή περίπου 5,3gr/kg σωματικού βάρους Στεβιοσίδης, που σημαίνει για έναν ενήλικα άνθρωπο 65kg ότι θα πρέπει να πάρει 34.7kg φρέσκα φύλλα/ημέρα (Kumar & Oommen, 2008).

Επίσης μελέτες έχουν γίνει σε έμβρυα κοτόπουλα που είναι πολύ ευαίσθητα και δεν υπήρξε καμία επίδραση ούτε με τη Στεβιοσίδη ούτε με τη Στεβιόλη (Geuns et.al, 2003).

4.2.5 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 θα πρέπει να αποφεύγεται ή να ελέγχεται η χρήση της Στέβιας (EFSA, 2010).

5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ

ΣΤΕΒΙΑΣ

5.1 Αντί-οξειδωτική δράση της Στέβιας

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 (Shulka et.al, 2009).

Το οξειδωτικό στρες αντιπροσωπεύει μια διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ της παραγωγής δραστικών μορφών οξυγόνου (Reactive Oxygen Species, ROS) και της ικανότητας ενός βιολογικού συστήματος να αδρανοποιεί τα τοξικά αυτά μόρια και να επισκευάζει τις βλάβες που προκαλούνται. Οι δραστικές μορφές οξυγόνου βλάπτουν όλα τα συστατικά του κυττάρου, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και του DNA. Οι δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Ελεύθερες ρίζες, όπως η ρίζα υδροξυλίου (OH)
- Ιόντα, όπως το υποχλωριώδες ανιόν (ClO^-)
- Συνδυασμός ελεύθερων ριζών και ιόντων, όπως το ανιόν σουπεροξειδίου (O_2^-)
- Μόρια, όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2)

Χημικά, το οξειδωτικό στρες σχετίζεται είτε με την αύξηση των ROS είτε με τη μείωση των αντιοξειδωτικών εφεδρειών του οργανισμού. Οι ROS προκαλούν υπεροξειδωτική βλάβη των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και του DNA οδηγώντας στην εμφάνιση του καρκίνου, της πρόωρης γήρανσης και εκφυλιστικών νοσημάτων. Το οξειδωτικό στρες πιθανολογείται πως παίζει σημαντικό ρόλο σε νευροεκφυλιστικές ασθένειες όπως Alzheimer, Parkinson, και Huntington. Πιστεύεται επίσης ότι σχετίζεται με καρδιαγγειακές παθήσεις, καθώς η οξείδωση των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) στο αγγειακό ενδοθήλιο είναι προάγγελος της δημιουργίας αθηρωματικών πλακών (Βικιπαιδεία, 2013).

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 βλάβης. Οι πολυφαινόλες έχουν ιδανική χημική δομή για τη δέσμευση δράσης των ελεύθερων ριζών, και έχει αποδειχθεί ότι είναι πιο αποτελεσματικά αντιοξειδωτικά *in vitro* από ότι οι τοκοφερόλες και το ασκορβικό οξύ. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των πολυφαινολών προκύπτουν από την υψηλή δραστικότητα τους ως υδρογόνα ή δότες ηλεκτρονίων, καθώς και από την ικανότητα των παραγώγων της ρίζας της πολυφαινόλης για τη σταθεροποίηση και τη μετεγκατάσταση των μονήρων ηλεκτρονίων, καθώς και από την ικανότητα τους στη χηλική μετάβαση μεταλλικών ιόντων (Shulka et.al, 2009).

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 όπως η βουτυλιωμένη ανισόλη υδροξυλίου και η βουτυλιωμένη τολουόνη υδροξυλίου 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. Ως εκ τούτου, οι αντιοξειδωτικές ενώσεις, ειδικά προερχόμενες από φυσικές πηγές, προστατεύουν ικανοποιητικά έναντι βλάβης των ROS και δύναται να έχουν πιθανή εφαρμογή στην πρόληψη ή και στη θεραπεία των ασθενειών (Shulka et.al, 2009).

Οι φαινολικές ενώσεις των βοτάνων δρουν ως αντιοξειδωτικά λόγω των οξειδοαναγωγικών ιδιοτήτων τους, επιτρέποντας τους να ενεργούν ως αναγωγικά μέσα, δότες υδρογόνου, αποσβέστες ελεύθερων ριζών και χηλικών αντιδραστηρίων. Ανάμεσα στα διάφορα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά, κάποια ενδημικά είδη παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον επειδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πρώτων υλών ή παρασκευασμάτων που περιέχουν φυτοχημικά με σημαντικές αντιοξειδωτικές ικανότητες και πληθώρα πλεονεκτημάτων για την υγεία. Ακατέργαστα εκχυλίσματα από φρούτα, βότανα, λαχανικά, δημητριακά και άλλα φυτικά υλικά πλούσια σε φαινολικές ενώσεις γίνονται όλο

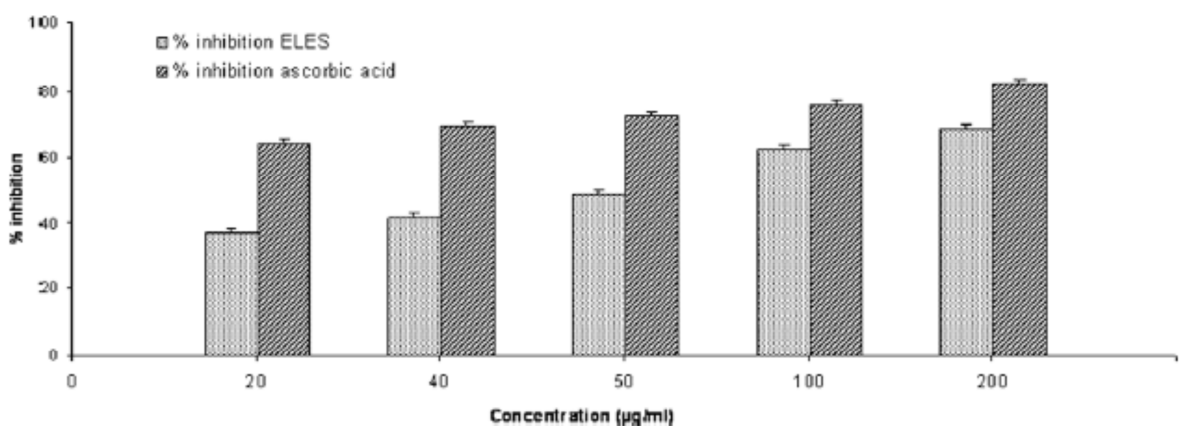
και περισσότερο ενδιαφέροντα για τη βιομηχανία τροφίμων, διότι επιβραδύνουν την οξειδωτική αποικοδόμηση των λιπιδίων και έτσι βελτιώνεται η ποιότητα και η θρεπτική αξία των τροφίμων. Η Στέβια είναι ένα από τα βότανα της φύσης που τα εκχυλίσματα της έχουν προταθεί ότι ασκούν ευεργετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Shulka et.al, 2009).

Οι Shulka et.al (2009), έκαναν μια μελέτη χρησιμοποιώντας εκχυλίσματα αιθανόλης από αποξηραμένα φύλλα Στέβιας για να μετρήσουν το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο με πρότυπη ένωση το γαλλικό οξύ και για να προσδιορίσουν την δραστηριότητα δέσμευσης της ρίζας υδροξυλίου (OH), του μονοξειδίου του αζώτου (NO), του σουπεροξειδίου (O_2^-) και της DPPH ρίζας.

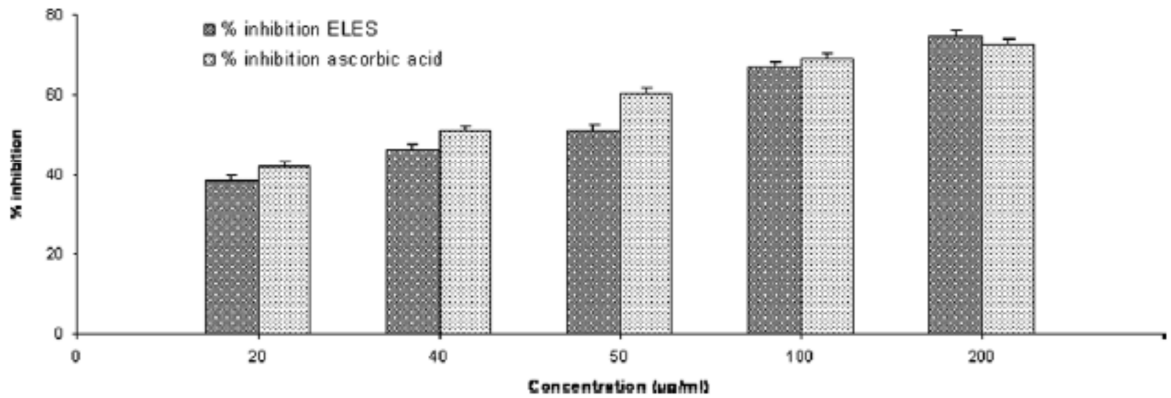
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το περιεχόμενο των φαινολικών στο εκχύλισμα φύλλων της Στέβιας ήταν αρκετά υψηλό (61,50g γαλλικού οξέος) γεγονός που δικαιολογεί τα υψηλά επίπεδα αντιοξειδωτικών δραστηριοτήτων. Οι φαινόλες είναι πολύ σημαντικά συστατικά λόγω της ικανότητας απομάκρυνσης της ομάδας υδροξυλίου και μπορούν να συμβάλουν άμεσα στην αντιοξειδωτική δράση. Είναι γνωστό 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. Η ρίζα DPPH θεωρείται ότι είναι ένα μοντέλο μιας λιπόφιλης ρίζας. Μια αλυσίδα από τέτοιες λιπόφιλες ρίζες ενεργοποιείται από το λιπίδιο αυτοοξειδωσης. Η DPPH είναι μια σταθερή ελεύθερη ρίζα σε θερμοκρασία δωματίου και δέχεται ένα ηλεκτρόνιο ή μια ρίζα υδρογόνου για να γίνει ένα σταθερό διαμαγνητικό μόριο. Η ικανότητα μείωσης της DPPH ρίζας προσδιορίστηκε με την μείωση στην απορρόφηση της στα 517nm, η οποία επάγεται από τα αντιοξειδωτικά. Η ρίζα υδροξυλίου είναι μια εξαιρετικά δραστική ελεύθερη ρίζα που σχηματίζεται σε βιολογικά συστήματα και έχει ενοχοποιηθεί ως μια ιδιαίτερα καταστροφική ρίζα στην παθολογία, ικανή να βλάψει σχεδόν κάθε μόριο που βρίσκεται σε ζωντανά κύτταρα. Αυτή η ρίζα έχει την ικανότητα να εντάσσεται στα νουκλεοτίδια του DNA και να προκαλεί θραύση κλώνου που συμβάλει στην καρκινογένεση, τη μεταλλαξιγένεση και την κυτταροτοξικότητα. Η ικανότητα δέσμευσης της ρίζας υδροξυλίου μέσω ενός εκχυλίσματος έχει άμεση σχέση με την αντιοξειδωτική του δράση. Η εξαιρετικής δραστηριότητας ρίζα υδροξυλίου μπορεί να προκαλέσει οξειδωτική βλάβη στο DNA, στα λιπίδια και στις πρωτεΐνες. Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι το αιθανολικό εκχύλισμα της Στέβιας είναι ικανό να μειώσει τις ζημιές στο DNA και να αναστείλει την οξειδωτική βλάβη εντός αυτού (Shulka et.al, 2009).

Το μονοξειδίο του αζώτου (NO) έχει να κάνει με διάφορους τύπους φλεγμονωδών διεργασιών. Σε αυτή τη μελέτη έγινε έλεγχος για την ανασταλτική επίδραση στην παραγωγή του NO από το αιθανολικό εκχύλισμα της Στέβιας. Η ρίζα του μονοξειδίου του αζώτου δημιουργείται από το νιτροπρωσσικό νάτριο σε φυσιολογικό PH και βρέθηκε να αναστέλλεται από το αιθανολικό εκχύλισμα. Οι διάφορες συγκεντρώσεις του αιθανολικού εκχυλίσματος έδειξαν μέχρι και 58.23% αναστολή. Το υδρουπεροξειδίο είναι ένα δραστικό είδος οξυγόνου, το οποίο μπορεί να προκαλέσει ζημιά στα κύτταρα του DNA που οδηγούν σε διάφορες ασθένειες. Στη μελέτη αυτή οι ρίζες υδρουπεροξειδίου παρήχθησαν με αυτοοξειδωση υδροξυλαμίνης παρουσία νιτροκεανού τετραζολίου και μετρήθηκε η μείωση του νιτροκεανού τετραζολίου παρουσία αντιοξειδωτικών. Η μείωση της απορρόφησης με αντιοξειδωτικά δείχνει την κατανάλωση των ανιόντων υπεροξειδίου στο μίγμα της αντίδρασης. Διαφορετικές συγκεντρώσεις του αιθανολικού εκχυλίσματος Στέβιας είχαν ισχυρή ικανότητα δέσμευσης υπεροξειδίου με ανασταλτική δράση.

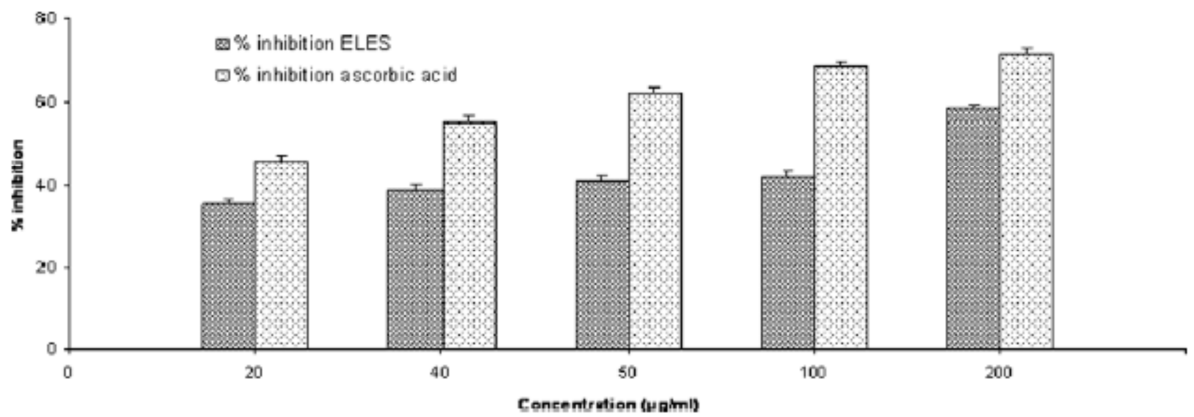
Παρόλο που η μελέτη είναι *in vitro*, τα αποτελέσματα αυτά παραμένουν σημαντικά. Το αιθανολικό εκχύλισμα της Στέβιας έδειξε ισχυρή αντιοξειδωτική δράση αναστέλλοντας τη δραστηριότητα της DPPH ρίζας (Σχ. 3), της ρίζας υδροξυλίου (Σχ. 4), του μονοξειδίου του αζώτου (Σχ. 5) και του υπεροξειδίου (Σχ. 6). Έτσι μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το αιθανολικό εκχύλισμα των φύλλων Στέβιας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προσβάσιμη πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών με επακόλουθα οφέλη για την υγεία (Shulka et.al, 2009).



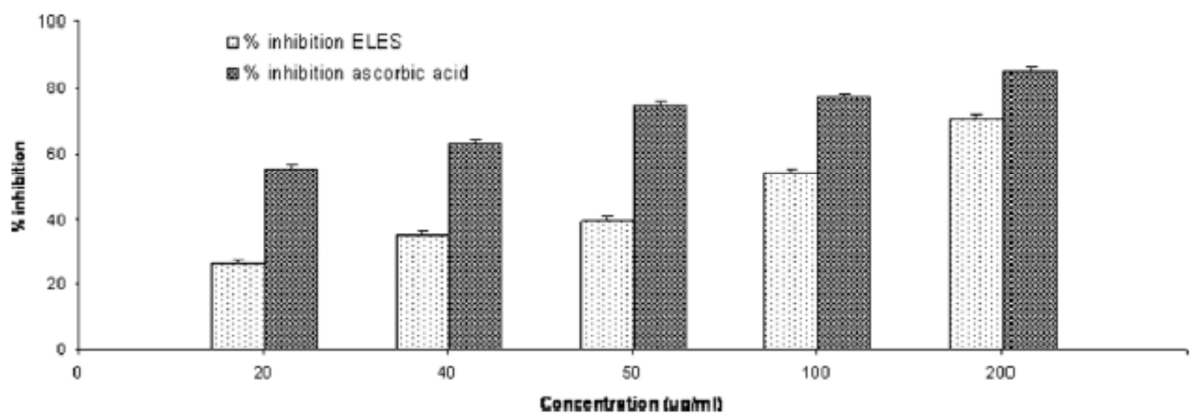
Σχήμα 3. Ανασταλτική δράση της DPPH ρίζας από το αιθανολικό εκχύλισμα Στέβιας (ELES: Ethanolic leaf extract of Stevia, Αιθανολικό εκχύλισμα φύλλων Στέβιας) (Shulka et.al, 2009).



Σχήμα 4. Ανασταλτική δράση της ρίζας υδροξυλίου από το αιθανολικό εκχύλισμα Στέβιας (ELES: Ethanolic leaf extract of Stevia, Αιθανολικό εκχύλισμα φύλλων Στέβιας) (Shulka et.al, 2009).



Σχήμα 5. Ανασταλτική δράση του μονοξειδίου του αζώτου από το αιθανολικό εκχύλισμα Στέβιας (ELES: Ethanolic leaf extract of Stevia, Αιθανολικό εκχύλισμα φύλλων Στέβιας) (Shulka et.al, 2009).



Σχήμα 6. Ανασταλτική δράση του υπεροξειδίου από το αιθανολικό εκχύλισμα Στέβιας (ELES: Ethanolic leaf extract of Stevia, Αιθανολικό εκχύλισμα φύλλων Στέβιας) (Shulka et.al, 2009).

Παρόμοιες μελέτες με την προαναφερθείσα έχουν πραγματοποιήσει οι Muanda et.al (2010), οι Suk kim et.al (2010), οι Lemus-Mondaca et.al (2011) και οι Tadhani et.al (2006) χρησιμοποιώντας διάφορους διαλύτες για τα εκχυλίσματα Στέβιας και συμπέραναν και αυτοί ότι η Στέβια είναι πλούσια σε φαινολικές ενώσεις, στις οποίες οφείλεται και η αντιοξειδωτική της δράση αναστέλλοντας τη λειτουργία των δραστικών μορφών οξυγόνου.

5.2 Αντί-βακτηριακή και αντιμυκητιακή δράση της Στέβιας

Η χρήση των φυτικών 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). Υπάρχει λοιπόν, μια συνεχής και επείγουσα ανάγκη να ανακαλυφθούν νέες αντιμικροβιακές και αντιμυκητιακές ενώσεις με διαφορετικές χημικές δομές και νέους μηχανισμούς δράσης, λόγω της ανησυχητικής αύξησης της συχνότητας εμφάνισης νέων μολυσματικών ασθενειών, της επανεμφάνισης τους αλλά και η ανάπτυξη αντοχής τους στα αντιβιοτικά στην τρέχουσα κλινική χρήση. Ο έλεγχος των φυτικών εκχυλισμάτων υπήρξε ενδιαφέρουσα έρευνα για τους επιστήμονες για νέα φάρμακα και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα θεραπειών αρκετών ασθενειών. Ως εκ τούτου, φυτικά εκχυλίσματα και φυτοχημικά μπορεί να έχουν μεγάλη σημασία στις θεραπευτικές αγωγές. Η αξία των φαρμακευτικών φυτών έγκειται σε ορισμένες χημικές ουσίες που προάγουν μια συγκεκριμένη φυσιολογική δράση στο ανθρώπινο σώμα. Οι σημαντικότερες από αυτές τις βιοδραστικές ενώσεις των φυτών είναι τα αλκαλοειδή, τα φλαβονοειδή, οι ταννίνες και οι φαινολικές ενώσεις. Πολλά φύλλα φυτών έχουν αντιμικροβιακές ουσίες όπως ταννίνες, αιθέρια έλαια και άλλες αρωματικές ενώσεις. Επιπλέον, πολλές βιολογικές δραστηριότητες και αντιβακτηριακές δράσεις έχουν αναφερθεί για τις ταννίνες και τα φλαβονοειδή. Τα φυτά έχουν σχεδόν απεριόριστη ικανότητα να συνθέτουν αρωματικές ουσίες οι περισσότερες από τις οποίες είναι φαινόλες ή υποκατεστημένα παράγωγα οξυγόνου. Αυτές οι ενώσεις προστατεύουν το φυτό από μικροβιακή μόλυνση και φθορά. Μερικά από αυτά τα φυτοχημικά μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο καρκίνου λόγω των πολυφαινολών που έχουν αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδης δράσεις. Ορισμένες προκλινικές μελέτες δείχνουν ότι τα φυτοχημικά μπορούν να αποτρέψουν τον καρκίνο του παχέως εντέρου, αλλά και άλλες μορφές καρκίνου.

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 κρουολογήματος και γρίπης (Debnath, 2008).

Οι Jayaraman et.al (2008) πραγματοποίησαν μελέτη *in vitro* για να διερευνήσουν ενδεχόμενη αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση των εκχυλισμάτων της Στέβιας σε διάφορους παθογόνους οργανισμούς, χρησιμοποιώντας διάφορους διαλύτες για τα εκχυλίσματα. Τα φύλλα Στέβιας που χρησιμοποιήθηκαν, αποξηράνθηκαν, κονιοποιήθηκαν και εκχυλίστηκαν με τους διαλύτες: νερό, οξικός αιθυλεστέρας, ακετόνη και χλωροφόρμιο. Τα βακτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα: *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera* και οι μύκητες *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Trichophyton mentagrophytes* και *Epidermophyton species*. Τα παθογόνα διατηρήθηκαν και καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό υπόστρωμα με άγαρ.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα της Στέβιας έχουν σημαντική αντιμικροβιακή δράση έναντι των οργανισμών *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera* με την μεγαλύτερη δράση να κατέχει το εκχύλισμα ακετόνης (Πιν. 19). Η ακετόνη έδειξε μεγαλύτερη δραστηριότητα στους Gram θετικούς οργανισμούς από ότι στους Gram αρνητικούς οργανισμούς. Δεύτερο σε δραστηριότητα εκχύλισμα, ήταν αυτό του οξικού αιθυλεστέρα. Πιθανολογείται ότι η υψηλή αυτή δραστηριότητα των δύο αυτών διαλυτών οφείλεται στην μεγαλύτερη διαλυτότητα του εκχυλίσματος σε αυτούς τους διαλύτες. Οι υπόλοιποι διαλύτες έδειξαν μέτρια αντιμικροβιακή δράση ενώ το εκχύλισμα νερού ήταν εντελώς αναποτελεσματικό προς όλα τα παθογόνα. Όσον αφορά την αντιμυκητιακή δράση, όλα τα εκχυλίσματα έδειξαν ανασταλτική δράση προς όλους τους μύκητες, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Trichophyton mentagrophytes* και *Epidermophyton species*, κι όσο περισσότερες ώρες έμενε το εκχύλισμα τόσο μεγαλύτερη ανασταλτική δράση παρουσίαζε. Μόνο το εκχύλισμα νερού δεν έδειξε αναστολή στον μύκητα *Cryptococcus neoformans* (Πιν. 20) (Jayaraman et.al, 2008).

Πίνακας 19. Αντιβακτηριακή δράση των εκχυλισμάτων Στέβιας ενάντια στα παθογόνα *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera* (Jayaraman et.al, 2008).

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΖΩΝΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ (MM)			
	Οξικός αιθυλεστέρας	Ακετόνη	Νερό	Χλωροφόρμιο
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	19	-	-
<i>Salmonella typhi</i>	11	13	-	7
<i>Escherichia coli</i>	10	10	-	6
<i>Bacillus subtilis</i>	11	18	-	8
<i>Vibrio cholera</i>	18	10	-	6

Πίνακας 20. Αντιμυκητιακή δράση των εκχυλισμάτων Στέβιας ενάντια στους μύκητες *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Trichophyton mentagrophytes* και *Epidermophyton species* (Jayaraman et.al, 2008).

Οργανισμοί	Μυκηλιακή ανάπτυξη (mm)			
	Οξικός αιθυλεστέρας	Ακετόνη	Νερό	Χλωροφόρμιο
<i>Epidermophyton sp.</i>				
24 ώρες	2	2	2	5
48 ώρες	6	5	6	8
72 ώρες	9	7	7	10
96 ώρες	10	7	7	10
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>				
24 ώρες	2	2	1	1
48 ώρες	2	2	2	2
72 ώρες	4	6	3	2
96 ώρες	9	11	11	11

<i>Cryptococcus neoformans</i>				
24 ώρες	2	2	3	2
48 ώρες	2	3	5	2
72 ώρες	3	4	5	3
96 ώρες	4	4	6	3
<i>Candida albicans</i>				
24 ώρες	1	2	2	2
48 ώρες	1	3	3	3
72 ώρες	2	3	3	3
96 ώρες	2	4	4	3

Παρόμοια μελέτη in vitro έγινε το 2006, χρησιμοποιώντας άλλους διαλύτες και κατά βάση διαφορετικά παθογόνα. Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν φύλλα Στέβιας, τα οποία αποξηράνθηκαν, κονιοποιήθηκαν και εκχυλίστηκαν με διαλύτες όπως το νερό, ο οξικός αιθυλεστέρας, η μεθανόλη και το εξάνιο. Τα βακτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus megaterium*, *Proteus vulgaris* και οι μύκητες *Aspergillus niger* και *Rhizopus oligosporus*. Όλα τα παθογόνα αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό μέσο με άγαρ.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα εκχυλίσματα είχαν αντιμικροβιακή δράση έναντι όλων των χρησιμοποιούμενων οργανισμών, αλλά το εκχύλισμα νερού είχε τη μικρότερη αφού έδειξε δραστηριότητα έναντι μόνο του *Bacillus subtilis* και του *Staphylococcus aureus*. Τη μεγαλύτερη αντιμικροβιακή δραστηριότητα έδειξαν τα εκχυλίσματα με οξικό αιθυλεστέρα και μεθανόλη. Γενικά, το συμπέρασμα είναι ότι τα εκχυλίσματα από τα φύλλα της Στέβιας μπορεί να είναι μια ιδανική περίπτωση για περαιτέρω έρευνα σχετικά με τη χρήσης τους για τη συντήρηση των τροφίμων καθώς και σε φαρμακευτικά φυτικά προϊόντα (Tadhani & Subhash, 2006).

Άλλη μια έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2008 in vitro και in vivo, χρησιμοποιώντας φύλλα Στέβιας με τον ίδιο τρόπο όπως στις προηγούμενες μελέτες, με τους διαλύτες νερό, γλωροφόρμιο και μεθανόλη. Τα παθογόνα βακτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο *Bacillus*

subtilis, το *Escherichia coli*, ο *Staphylococcus aureus* και *Streptococcus mutans* και τα στελέχη των μυκήτων *Sclerotinia minor*, *Curvularia lunata*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Microsporium gypsum*, *Rhizopus niger*, τα οποία διατηρήθηκαν σε θρεπτικό μέσο.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα εκχυλίσματα είχαν αντιμικροβιακή δράση έναντι των χρησιμοποιούμενων μικροοργανισμών, εκτός από το εκχύλισμα νερού που ήταν αναποτελεσματικό. Το εκχύλισμα μεθανόλης είχε την μεγαλύτερη δραστηριότητα και αυτό προκύπτει γιατί ο δευτερογενής μεταβολίτης, η Στεβιοσίδη, είναι πιο διαλυτός στον διαλύτη αυτό (Depnath, 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.

Στη μελέτη αυτή οι μύκητες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι *Botrytis cinerea* και *Fusarium oxysporum*. Οι διαλύτες για τα εκχυλίσματα Στέβιας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το νερό, το χλωροφόρμιο, η ακετόνη και η αιθανόλη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα εκχυλίσματα είχαν τη δυνατότητα να αναστείλουν έστω και λίγο την αντιμυκητιακή δράση έναντι των δύο παθογόνων που χρησιμοποιήθηκαν σε *in vitro* και *in vivo* μοντέλα, με μεγαλύτερη δράση να κατέχουν τα εκχυλίσματα ακετόνης και αιθανόλης (Shukla et.al, 2012).

5.3 Αντική 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 αντική δράση της. Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον σχετικά με τη δράση αυτή και γι αυτό έχουν γίνει πολλές μελέτες.

Σε μελέτη του 2009 εξετάσθηκε η αντική δράση του εκχυλίσματος της Στέβιας σε τρεις ιούς. Χρησιμοποίησαν το RNA του ιού που προκαλείται από το παθογόνο *Porcine*

teschovirus (Kedik et.al, 2009), όπου ο ιός αυτός είναι υπεύθυνος για την ασθένεια της εντεροϊογενούς εγκεφαλομυελίτιδας σε χοίρους, μια πολύ σοβαρή και θανατηφόρα ασθένεια (Wikipedia, 2013). 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 (Wikipedia, 2013). Τέλος πήραν το RNA του ιού *Human coronavirus* (Kedik et.al, 2009), ένας ιός 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 (Wikipedia, 2013). Το πείραμα έγινε in vitro σε κύτταρα από νεφρά πιθήκων. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι το καθαρό εκχύλισμα Στέβιας φέρει ιστατικές και ιοκτόνες ιδιότητες. Η επίδειξη των αντικών 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 (*Human Rotavirus*, HRV). 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 (Βικιπαιδεία, 2013).

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 αντί-VP7 στα G1 μολυσμένα κύτταρα, όπου αυτό υποδηλώνει ότι η Στέβια προσδέεται στο εξωτερικό VP7 γλυκοπρωτεϊνών όπου παίζουν ρόλο στην κυτταρική είσοδο του HRV (Takahashia et.al, 2001).

5.4 Αντί-παρασιτική δράση της Στέβιας

Για την αντιπαρασιτική δράση της Στέβιας έχουν γίνει αρκετές μελέτες με διάφορα παράσιτα. Μία από αυτές τις μελέτες αναφέρεται στις έλμινθες. Η ελμινθίαση είναι μια από τις σημαντικότερες ασθένειες των ζώων προκαλώντας βαριές απώλειες στην παραγωγή. Είναι μια παρασιτική μόλυνση από σκώληκες. Αυξανόμενα προβλήματα της ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε έλμινθες ενάντια σε αντιανθελμινθικά οδήγησαν στην πρόταση του διεξοδικού ελέγχου των φαρμακευτικών φυτών ή των φυσικών προϊόντων για την αντιελμινθική τους δράση. Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι σκώληκες *Preretima posthuma* και *Ascardia galli* λόγω ανατομικών και φυσιολογικών ομοιοτήτων με το εντερικό σκουλήκι που παρασιτεί στον ανθρώπινο οργανισμό. Οι διαλύτες για τα εκχυλίσματα Στέβιας ήταν το νερό και η αιθανόλη ενώ σαν πρότυπο χρησιμοποιήθηκε η κιτρική πιπεραζίνη και εξετάστηκε η στιγμή παράλυσης και ο χρόνος θανάτου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κιτρική πιπεραζίνη προκάλεσε χαλαρή παράλυση. Το αιθανολικό εκχύλισμα των φύλλων Στέβιας προκάλεσε παράλυση καθώς και θάνατο στους σκώληκες. Επίσης το εκχύλισμα νερού έδειξε σημαντική αντί-ανθελμινθική δράση. Έχει αναφερθεί ότι οι φαινόλες έχουν αντί-ανθελμινθική δράση. Μερικά συνθετικά φαινολικά

όπως niclosamide, oxyclozanide και bithional φαίνεται να παρεμβαίνουν με την παραγωγή ενέργειας σε έλμινθα παράσιτα αποσυνδέοντας την οξειδωτική φωσφορίλιωση. Ως εκ τούτου είναι πιθανό ότι το περιεχόμενο των φαινολικών που παρουσιάζονται στα εκχυλίσματα Στέβιας παράγουν το ανάλογο αποτέλεσμα αντί-ανθελμινθικής δράσης (Shulka et.al, 2012).

6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΤΗΝ

ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ

ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

6.1 Αντί-διαβητική δράση της Στέβιας

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια μεταβολική ασθένεια η οποία χαρακτηρίζεται από αύξηση της συγκέντρωσης του σακχάρου στο αίμα (υπεργλυκαιμία) και διαταραχή του μεταβολισμού της γλυκόζης, είτε ως αποτέλεσμα ελαττωμένης έκκρισης ινσουλίνης είτε λόγω ελάττωσης της ευαισθησίας των κυττάρων του σώματος στην ινσουλίνη. Οι κύριοι τύποι του διαβήτη είναι ο διαβήτης τύπου 1, ο διαβήτης τύπου 2 και ο διαβήτης κύησης. Ο σακχαρώδης διαβήτης έχει χρόνια πορεία και μπορεί να προκαλέσει μια σειρά σοβαρών επιπλοκών όπως καρδιαγγειακή νόσο, χρόνια νεφρική ανεπάρκεια, βλάβες αμφιβληστροειδούς, βλάβες των νεύρων, στυτική δυσλειτουργία κ.α.. Πρωτεύοντα ρόλο στη θεραπεία του σακχαρώδους διαβήτη παίζει η χορήγηση ινσουλίνης (Βικιπαιδεία, 2013).

Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 1 χαρακτηρίζεται από καταστροφή των β-κυττάρων του παγκρέατος, που είναι υπεύθυνα για την παραγωγή της ινσουλίνης, έχοντας σαν αποτέλεσμα την ολική έλλειψη ή ελάχιστη έκκριση ινσουλίνης. Η ευαισθησία των κυττάρων στην ινσουλίνη είναι συνήθως φυσιολογική, ιδιαίτερα στα πρώιμα στάδια. Ο διαβήτης αυτός εισβάλει συνήθως απότομα και οδηγεί συχνά στην ανάπτυξη κέτωσης και διαβητικής κετοξέωσης (κόμμα), εάν το έλλειμμα ινσουλίνης δεν καλυφθεί. Είναι ο πιο συχνός τύπος διαβήτη σε παιδιά, μπορεί όμως να προσβάλει και ενήλικες. Ο ασθενής είναι απόλυτα εξαρτημένος από την εξωγενή χορήγηση ινσουλίνης προκειμένου τα επίπεδα σακχάρου του αίματος να διατηρηθούν σε φυσιολογικά επίπεδα (Βικιπαιδεία, 2013).

Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 χαρακτηρίζεται από τον συνδυασμό ελαττωμένης έκκρισης ινσουλίνης και ελαττωμένης ευαισθησίας των κυττάρων στην δράση της (φαινόμενο που ονομάζεται ινσουλινοαντοχή). Στα πρώτα στάδια της νόσου η ελαττωμένη

ευαισθησία στην ινσουλίνη είναι η κύρια διαταραχή ενώ τα επίπεδα ινσουλίνης στο αίμα είναι αυξημένα. Είναι συχνότερος στους ενήλικες και προδιαθεσικοί παράγοντες είναι η παχυσαρκία, η ηλικία και το οικογενειακό ιστορικό. Η παχυσαρκία προδιαθέτει την ανάπτυξη ινσουλινοαντοχής πιθανόν λόγω της παραγωγής από τον λιπιδικό ιστό ουσιών που ελαττώνουν την ευαισθησία των κυττάρων στην ινσουλίνη. Έχει πιο ήπια συμπτώματα και μικρή πιθανότητα κετοξέωσης. Πρώτο βήμα στην θεραπεία του είναι η αλλαγή τρόπου ζωής με στόχο την απώλεια βάρους, αύξηση σωματικής άσκησης και υγιεινή διατροφή (Βικιπαιδεία, 2013).

Εκτός από την υπεργλυκαιμία, άλλες κοινές επιπλοκές είναι η υπερχοληστερολαιμία και η υπεργλυκεριδαιμία. Πρόσφατα η θεραπεία του διαβήτη περιλαμβάνει κυρίως μια παρατεταμένη μείωση της υπεργλυκαιμίας με τη χρήση διάφορων άλλων ενώσεων εκτός από τη χρήση της ινσουλίνης. Ωστόσο λόγω ανεπιθύμητων παρενεργειών, η αποτελεσματικότητα αυτών των ενώσεων είναι υπό συζήτηση και υπάρχει ζήτηση για νέες ενώσεις για τη θεραπεία του διαβήτη. Γι αυτό τα φυτά έχουν προταθεί ως μία πλούσια, ακόμη ανεξερεύνητη πηγή δυνητικά χρήσιμων αντιδιαβητικών φαρμάκων. Πολλές παραδοσιακές θεραπείες για το διαβήτη με φυτά χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο. Φυτικά φάρμακα και σκευάσματα βοτάνων θεωρούνται ότι είναι λιγότερο τοξικά και απαλλαγμένα από παρενέργειες. Η ιατρική των φυτών έχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη θεραπεία του σακχαρώδους διαβήτη. Εθνοβοτανικές πληροφορίες δείχνουν ότι περισσότερα από 500 φυτά χρησιμοποιούνται ως παραδοσιακά διορθωτικά μέτρα για τη θεραπεία του διαβήτη. Η θεραπεία με φυτικό φάρμακο έχει επίδραση στην προστασία των β-κυττάρων και την εξομάλυνση διακύμανσης στα επίπεδα γλυκόζης. Τα φύλλα της Στέβιας είναι γνωστό ότι περιέχουν 100 χρήσιμα αλκαλοειδή μεταξύ άλλων φαρμακολογικών δραστικών ενώσεων. Έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία του διαβήτη, και η αντί-διαβητικής της δράση έχει αξιοποιηθεί σε διαβητικά ζώα και έχουν αναφερθεί σημαντικές δραστηριότητες υπογλυκαιμίας της κονιοποιημένης μορφής φύλλων. Η Στέβια είναι το μοναδικό γλυκαντικό που έχει αντί-διαβητικές ιδιότητες (Hossain et.al, 2011).

Αρκετές μελέτες *in vitro*, έδειξαν ότι οι γλυκοζίτες Στεβιόλης μπορούν να διεγείρουν την έκκριση ινσουλίνης από απομονωμένα παγκρεατικά κύτταρα, απορρυθμίζοντας βασικά γονίδια που ελέγχουν την έκκριση της ινσουλίνης και έχουν επιπτώσεις στο σύστημα σήμανσης και απελευθέρωσης της ινσουλίνης. Μελέτη που έγινε χρησιμοποιώντας Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη Α (σε χιλιοστομοριακές συγκεντρώσεις) και Στεβιόλη (σε

μικρομοριακές συγκεντρώσεις) έδειξαν ότι διεγείρουν την έκκριση ινσουλίνης από απομονωμένα κύτταρα παγκρέατος (EFSA, 2010).

Μια σειρά από *in vivo* μελέτες που χρησιμοποίησαν παρασκευάσματα γλυκοζιτών Στεβιόλης και σύμφωνα με τις προδιαγραφές που προτείνονται, έχουν δείξει επιδράσεις στην ευαισθησία της ινσουλίνης και στα επίπεδα γλυκόζης στο πλάσμα, σε διαβητικούς τύπου 2 ή παχύσαρκους αρουραίους. Συνολικά οι μελέτες έχουν δείξει ότι η χορήγηση γλυκοζιτών Στεβιόλης έχει αποτελέσματα στη μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, πιθανώς ενισχύοντας την έκκριση ινσουλίνης και ρυθμίζοντας την γλυκονεογένεση (EFSA, 2010).

Σε πείραμα που έγινε σχετικά με τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και πως επηρεάζεται από τη Στέβια, χρησιμοποιήθηκαν αρουραίοι που τους χορηγήθηκαν συγκεντρώσεις Στεβιοσίδης ίσες με 0(μάρτυρας), 0,5, 1 και 5mg/kg σωματικού βάρους (δηλαδή περίπου 0, 0,2, 0,4 και 2 mg/kg ΣΒ ισοδύναμα Στεβιόλης αντίστοιχα) και υποβλήθηκαν σε μια δοκιμασία ανοχής σε γλυκόζη με έγχυση 0.5gr γλυκόζης/kg ΣΒ στη φλέβα της ουράς μετά από 60 λεπτά που είχε χορηγηθεί η Στεβιοσίδη χωρίς να έχει υπάρξει κατανάλωση τροφής. Τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα μετρήθηκαν 5,10,20,30,60,90 και 120 λεπτά μετά την ένεση γλυκόζης. Σε όλες τις ομάδες τα επίπεδα σακχάρου κορυφώθηκαν μέσα σε 5 λεπτά μετά την ένεση. Ωστόσο, τα επίπεδα γλυκόζης ήταν σημαντικά χαμηλότερα στους αρουραίους που χορηγήθηκε Στεβιοσίδη από ότι στον μάρτυρα, και οι μειώσεις ήταν δοσοεξαρτώμενες. Τα επίπεδα γλυκόζης άρχισαν να πλησιάζουν κανονικές τιμές 30 λεπτά μετά την ένεση γλυκόζης, αλλά συνέχισαν να είναι σημαντικά χαμηλότερα στην ομάδα υψηλής δόσης Στεβιοσίδης μέχρι και 90 λεπτά μετά από την ένεση (EFSA, 2010).

Σε μια άλλη μελέτη, οι ερευνητές μελέτησαν τις οξείες επιδράσεις της Στεβιοσίδης σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2. Έγινε ένα πρότυπο γεύμα για τη δοκιμασία και προστέθηκε σε αυτό 1gr Στεβιοσίδης ή 1gr αμύλου αραβόσιτου (ομάδα ελέγχου). Ελήφθησαν δείγματα αίματος 30 λεπτά πριν και 240 λεπτά μετά το γεύμα. Σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, η Στεβιοσίδη μείωσε σημαντικά την περιοχή κάτω από την καμπύλη απόκρισης της ινσουλίνης κατά 18%. Ο ινσουλινογόνος δείκτης αυξήθηκε κατά περίπου 40% από της Στεβιοσίδης σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Η Στεβιοσίδη έτεινε να μειώνει τα επίπεδα γλυκογόνου. Συμπερασματικά η Στεβιοσίδη μειώνει τα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2, και δείχνει ευεργετικά αποτελέσματα επί του μεταβολισμού της γλυκόζης (EFSA, 2010). Τονώνει επίσης την έκκριση ινσουλίνης μέσω άμεσης δράσης στα β-κύτταρα του παγκρέατος (Arora et.al, 2010).

Η προαναφερόμενη μείωση της γλυκόζης στο αίμα από τη Στέβια, οφείλεται στην αναστολή αλλά όχι στην παρεμπόδιση της απορρόφησης της γλυκόζης από τα εντερικά κύτταρα, κάτι που όμως μπορεί να μην είναι επιθυμητό από υγιή άτομα. Επίσης, η Στεβιοσίδη επιβραδύνει την γλυκονεογένεση στο ήπαρ μέσω καταστολής της έκφρασης του γονιδίου που ρυθμίζει την παραγωγή γλυκόζης στο ήπαρ, κι έτσι οδηγεί σε μείωση του επιπέδου γλυκόζης στο πλάσμα σε διαβητικούς τύπου 1 και τύπου 2 αρουραίους (Chatsudthipong & Muanprasat, 2008).

6.2 Αντί-υπερλιπιδαιμική δράση της Στέβιας

Υπερλιπιδαιμία ή υπερλιποπρωτεϊναιμία, χαρακτηρίζεται από ασυνήθιστα αυξημένα επίπεδα οποιονδήποτε ή όλων των λιπιδίων ή και των λιποπρωτεϊνών στο αίμα. Είναι η πιο κοινή μορφή της δυσλιπιδαιμίας, η οποία περιλαμβάνει οποιαδήποτε μη φυσιολογικά επίπεδα λιπιδίων. Τα λιπίδια μεταφέρονται σε μια κάψουλα πρωτεΐνης ή αλλιώς λιποπρωτεΐνη, το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από την πυκνότητα του. Η πυκνότητα λιποπρωτεΐνης και το είδος των απολιποπρωτεϊνών που περιέχει καθορίζει την τύχη του σωματιδίου και της επιρροής του στο μεταβολισμό. Η υπερλιπιδαιμία χωρίζεται σε πρωτοβάθμιους και δευτεροβάθμιους τύπους. Η πρωτοβάθμια υπερλιπιδαιμία οφείλεται συνήθως σε γενετικά αίτια, όπως μια μετάλλαξη σε μια πρωτεΐνη υποδοχέα, ενώ η δευτεροβάθμια οφείλεται σε άλλες αιτίες όπως ο διαβήτης. Οι ανωμαλίες των λιπιδίων και των λιποπρωτεϊνών είναι κοινά στο γενικό πληθυσμό και θεωρούνται ως ιδιαίτεροι τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο εξαιτίας της επίδρασης της χοληστερόλης που σχετίζεται με την αρτηριοσκλήρυνση. Επιπλέον ορισμένες μορφές μπορεί να προδιαθέτουν οξεία παγκρεατίτιδα.

Εκτός από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ταξινόμηση, ταξινομούνται ακόμα και με το ποιο τύπος λιπιδίων είναι αυξημένος, δηλαδή υπερχοληστεριναιμία, υπερτριγλυκεριδαιμία ή ο συνδυασμός τους που ονομάζεται υπερλιπιδαιμία. Η πρωτοβάθμια υπερλιπιδαιμία έχει 5 τύπους που σχετίζονται με την λιποπρωτεϊνική λιπάση (LPL), την χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (LDL) και την πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (VLDL). Οι πιο κοινές αιτίες της δευτεροβάθμιας υπερλιπιδαιμίας είναι ο σακχαρώδης διαβήτης, ο υποθυρεοειδισμός, η νεφρική ανεπάρκεια, το νεφρωσικό σύνδρομο, η χρήση αλκοόλ, η χρήση φαρμάκων όπως διουρητικά, οιστρογόνα κ.α. και μερικές σπάνιες

ενδοκρινικές και μεταβολικές διαταραχές (Wikipedia, 2013).

Σε πείραμα που έγινε *in vivo*, μελετήθηκε η αντιυπερλιπιδαιμική επίδραση της από του στόματος χορήγησης Στεβιοσίδης. Χρησιμοποιήθηκε μίγμα Στεβιοσίδης (70% Στεβιοσίδα, 20% Ρεμπαουδιοσίδα Α κ.α.) και συμμετείχαν 49 άνθρωποι, άνδρες και γυναίκες, ηλικίας 20-70 ετών. Οι άνθρωποι αυτοί δεν είχαν υποστεί ποτέ θεραπεία κατά της υπερλιπιδαιμίας. Αποκλείστηκαν όσοι είχαν υπέρταση, καρδιαγγειακές παθήσεις, όσοι είχαν λάβει αντιυπερλιπιδαιμική αγωγή, εγκυμονούσες, άτομα με ηπατική και νεφρική δυσλειτουργία, κακοήθειες και σακχαρώδη διαβήτη. Χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: Η πρώτη ομάδα (24 άτομα) έλαβαν κάψουλες που περιείχαν talk και η δεύτερη ομάδα (25 άτομα-ομάδα ελέγχου, placebo) έλαβαν κάψουλες που περιείχαν 2,75mg/kg/ημέρα Στεβιοσίδα. Τις κάψουλες τις έπαιρναν 2 φορές την ημέρα για 90 ημέρες ακολουθώντας τις ίδιες διατροφικές συνήθειες που είχαν οι ασθενείς πριν τη μελέτη. Πριν ξεκινήσουν την θεραπεία, μετρήθηκε ο δείκτης μάζας του κάθε ατόμου και πήραν δείγμα αίματος μετά από ολονύκτια νηστεία. Από το αίμα μετρήθηκαν η περιεκτικότητα της γλυκόζης, η αμινοτρανσφεράση αλανίνης (ALT), η ασπαρτική αμινοτρανσφεράση (AST), η γάμμα-γλουταμυλοτρανσφεράση (GGT), η ολική χοληστερόλη, η υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL), η χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (LDL), η πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (VLDL) και τα τριγλυκερίδια. Μετά από 90 μέρες που πάρθηκαν ξανά δείγματα αίματος, δεν βρέθηκε αλλαγή στα επίπεδα των AST, ALT και GGT στην ομάδα της Στεβιοσίδης (Πιν. 21) (Cavalcante da Silva et.al, 2006).

Πίνακας 21. Επίδραση της Στεβιοσίδης έναντι του εικονικού φαρμάκου στο δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), της ALT, AST, GGT και της γλυκόζης σε υπερλιπιδαιμικούς ασθενείς (Cavalcante da Silva et.al, 2006).

	Εικονικό φάρμακο		Στεβιοσίδα	
	Αρχική τιμή	Μεταθεραπευτικές τιμές	Αρχική τιμή	Μεταθεραπευτικές τιμές
ΔΜΣ (kg/m ²)	27.90±0.90	27.55±0.88	25.78 ± 0.99	25.48 ± 0.97
AST (mg/dL)	18.10±0.94	16.55±1.22	20.30 ± 0.97	17.48 ± 1.11
ALT (mg/dL)	21.40±2.28	18.75±1.80	20.91 ± 1.93	17.61 ± 1.88
GGT (mg/dL)	21.45±4.16	26.30±5.89	21.52 ± 3.36	23.83 ± 3.43
Γλυκόζη (mg/dL)	89.40±2.27	95.80±2.54	89.61 ± 2.31	93.74 ± 1.89

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν, παρατηρήθηκε ότι ο ΔΜΣ και η γλυκόζη δεν επηρεάστηκαν σημαντικά μετά τη χορήγηση της Στέβιας, όμως παρατηρήθηκε μια

μείωση των επιπέδων της ολικής χοληστερόλης στο αίμα και της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη LDL (Πιν. 22), κατά τη διάρκεια της θεραπείας και στις 2 ομάδες (Cavalcante da Silva et.al, 2006).

Πίνακας 22. Επίδραση της Στεβιοσίδης έναντι του εικονικού φαρμάκου σχετικά με τα επίπεδα της ολικής χοληστερόλης στο αίμα, της υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL), της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (LDL), της πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (VLDL) και των τριγλυκεριδίων σε υπερλιπιδαιμικούς ασθενείς (Cavalcante da Silva et.al, 2006).

	Εικονικό φάρμακο		Στεβιοσίδη	
	Αρχική τιμή	Μεταθεραπευτικές τιμές	Αρχική τιμή	Μεταθεραπευτικές τιμές
Χοληστερόλη	241.10 ± 4.55	211.95 ± 3.84	240.61 ± 3.75	215.91 ± 4.45
HDL	55.45 ± 1.96	55.45 ± 2.36	53.57 ± 2.00	52.78 ± 2.20
LDL	153.20 ± 5.41	127.30 ± 4.30	157.00 ± 4.52	131.96 ± 4.92
VLDL	32.45 ± 3.14	30.20 ± 3.37	30.04 ± 2.48	31.17 ± 4.05
Τριγλυκερίδια	162.35 ± 15.72	151.50 ± 16.82	150.22 ± 12.43	155.74 ± 20.27

Άρα το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ο η Στεβιοσίδη δεν έχει αντιυπερλιπιδαιμική δράση, αλλά επιδρά και μειώνει τις τιμές τις ολικής χοληστερόλης και της LDL λιποπρωτεΐνης, χωρίς να ακολουθείται κάποιος συγκεκριμένος τρόπος ζωής από τους ασθενείς. Αυτή η μείωση των τιμών εικάζεται ότι οφείλεται στα φλαβονοειδή, το ασκορβικό οξύ κ.α. ενώσεις που βρίσκονταν μέσα στο μίγμα που χρησιμοποιήθηκε (Hossain et.al, 2011).

6.3 Αντί-υπερτασική δράση της Στέβιας

Η υπέρταση ή υψηλή αρτηριακή πίεση είναι μια χρόνια πάθηση κατά την οποία η αρτηριακή πίεση είναι αυξημένη. Αυτή η αύξηση κάνει την καρδιά να λειτουργεί πιο εντατικά. Περιλαμβάνει δύο μετρήσεις, την συστολική (εάν ο καρδιακός μυς συστέλλεται) και την διαστολική (εάν ο μυς διαστέλλεται). Οι φυσιολογικές τιμές της συστολικής πίεσης είναι 100 έως 140 mmHg και της διαστολικής 60 έως 90mmHg. Για να είναι ένας άνθρωπος υπερτασικός πρέπει η πίεση του να είναι μονίμως 140/90mmHg ή και παραπάνω. Η υπέρταση ταξινομείται είτε ως πρωτογενής, όπου το 90-95% των περιπτώσεων ανήκουν σε αυτήν και σημαίνει υψηλή αρτηριακή πίεση χωρίς προφανές ιατρικό αίτιο, και ως

δευτερογενής υπέρταση που προκαλεί το υπόλοιπο 5-10% των περιπτώσεων και έχει να κάνει με καταστάσεις που επηρεάζουν τα νεφρά, τις αρτηρίες, την καρδιά ή το ενδοκρινικό σύστημα. Η υπέρταση είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για το εγκεφαλικό, το έμφραγμα του μυοκαρδίου, την καρδιακή ανεπάρκεια, τα ανευρύσματα των αρτηριών, την περιφερική αρτηριακή νόσο και είναι αιτία της χρόνιας νεφρικής νόσου. Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής και στη διατροφή μπορούν να βελτιώσουν τον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης, ωστόσο συχνά μπορεί να χρειαστεί και κάποια αγωγή (Βικιπαιδεία, 2013).

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 (Agora et.al, 2010).

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 αντιυπερτασική 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 (Chatsudthipong & Muanprasat, 2008).

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 διαστολική αρτηριακής πίεσης με δοσοεξαρτώμενο τρόπο στις ομάδες της Στεβιοσίδης, αλλά υπήρξε επίσης μείωση στις ομάδες του εικονικού φαρμάκου (Πιν. 23) (Ferri et.al, 2006).

Πίνακας 23. Αποτελέσματα συστολικής (ΣΠΑ) και διαστολικής (ΔΠΑ) πίεσης αίματος σε όλες τις φάσεις μετά τη χορήγηση εικονικού φαρμάκου ή Στεβιοσίδης (Ferri et.al, 2006).

	Φάση	0	1	2	3
Στεβιοσίδη	ΣΠΑ	140±13	134±14	126±8	123±12
	ΔΠΑ	94±8	85±5	84±5	84±8
Εικονικό φάρμακο	ΣΠΑ	133±12	128±5	132±6	124±6
	ΔΠΑ	84±8	86±3	83±5	82±4

6.4 Αντί-φλεγμονώδης δράση της Στέβιας

Φλεγμονή είναι το σύνολο των τυπικών και συστηματικών μηχανισμών που ενεργοποιεί ο οργανισμός αντιδραστικά μετά από την επίδραση σε αυτόν, διαφόρων βλαπτικών παραγόντων. Οι φλεγμονές διακρίνονται σε οξείες (διάρκειας λίγων ημερών) και χρόνιες (μεγαλύτερης διάρκειας) (Βικιπαιδεία, 2013).

Από μελέτη που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας Στεβιόλη (90% καθαρότητας) και Στεβιοσίδη (98% καθαρότητας) που έγινε in vitro, οι ερευνητές προσπάθησαν να αποδείξουν την αντιφλεγμονώδη δράση μέσω των TNF- α , IL-1 α και NO σε λιποσακχαρίτη (LPS) σε κύτταρα THP-1 (Boonkaewwan et.al, 2006). Τα THP-1, είναι μακροφάγα κύτταρα που παράγουν IL-1 (ιντερλευκίνη). Η IL-1 α είναι υπεύθυνη για την παραγωγή της φλεγμονής στον άνθρωπο. Ο TNFR-4 (tumor necrosis factor receptor) είναι τριμερής υποδοχέας κιτοκύνης που δεσμεύει παράγοντες νέκρωσης όγκου TNF. Ο υποδοχέας συνεργάζεται με κάποια πρωτεΐνη προσαρμογέα η οποία είναι σημαντική για τον καθορισμό του αποτελέσματος της αντίδρασης π.χ δημιουργία φλεγμονής (Βικιπαιδεία, 2013). Το NO είναι το μονοξειδίο του αζώτου, όπου αποτελεί μια πολύ δραστική ελεύθερη ρίζα η οποία μπορεί

να προκαλέσει φλεγμονή στον άνθρωπο. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι η Στεβιοσίδη μείωσε σημαντικά την παραγωγή του TNFR-4 και της IL-1a ενώ μειώθηκε ελαφρά η παραγωγή του NO. Άρα η Στεβιοσίδη έδειξε σημαντική αντιφλεγμονώδη δράση (Boonkaewwan et.al, 2006).

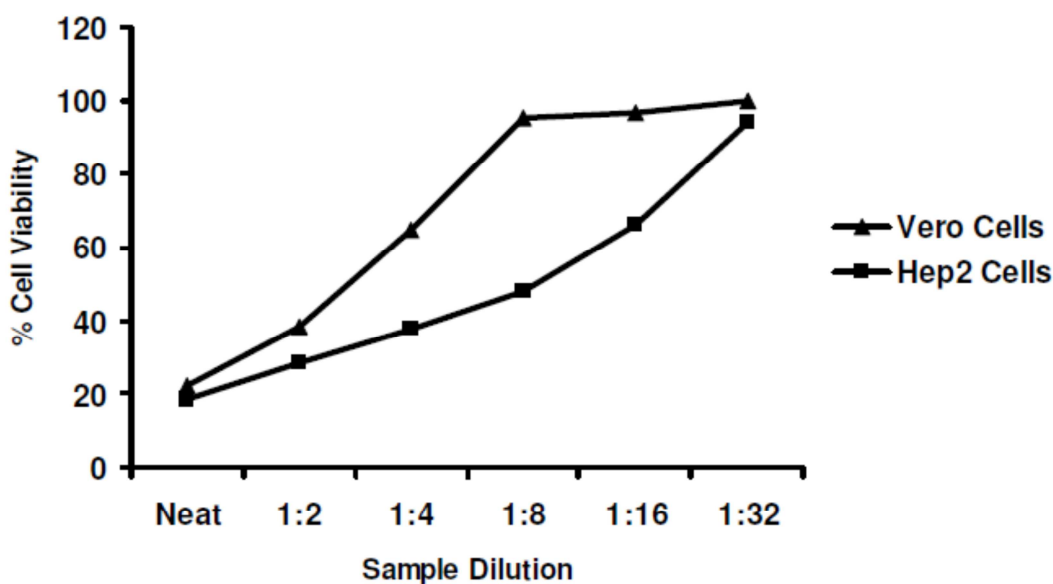
Γενικά υπάρχουν άφθονες αποδείξεις ότι η Στεβιοσίδη έχει αντιφλεγμονώδεις δράσεις τόσο in vitro όσο και in vivo. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η φλεγμονή του δέρματος που προκαλείται από 12-O-δεκατετρανοϋλοφορβόλης-13-οξικό (TPA) ανεστάλη από την Στεβιοσίδη σε δέρμα αρουραίων (Chatsudthipong & Muanprasat, 2008).

6.5 Αντί-καρκινική δράση της Στέβιας

Ο καρκίνος αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα υγείας σήμερα στον άνθρωπο. Αποτελεί την δεύτερη πιο συχνή αιτία θανάτου μετά τις καρδιοπάθειες και συνήθως προσβάλλει ανθρώπους μεγάλης ηλικίας, υπάρχουν όμως και μορφές καρκίνου που εμφανίζονται σε νεαρής ηλικίας άτομα, ακόμα και σε παιδιά. Ο όρος □καρκίνος□ αποδίδεται σε μια ομάδα ασθενειών που χαρακτηρίζονται από τον ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό των κυττάρων. Σε αντίθεση με τα φυσιολογικά κύτταρα στο σώμα του ανθρώπου, τα οποία αυξάνονται, διαιρούνται και πεθαίνουν με ένα αυστηρό ελεγχόμενο τρόπο, τα καρκινικά κύτταρα συνεχίζουν να διαιρούνται ανεξέλεγκτα, έχοντας σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας μάζας κυττάρων που ονομάζονται όγκος. Για να μετατραπεί ένα φυσιολογικό κύτταρο σε καρκινικό πρέπει να λαμβάνει χώρα μία ή περισσότερες μεταλλάξεις σε γονίδια (Βικιπαιδεία, 2013).

Τα φυτά παράγουν διάφορα φυτοχημικά, αρωματικές ενώσεις κ.α. μερικά εκ των οποίων μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο καρκίνου. Οι πολυφαινόλες είναι μια ομάδα αυτών των φυτοχημικών που ασκούν αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις και κατά συνέπεια και αντικαρκινικές δράσεις. Ορισμένες μελέτες δείχνουν ότι τα φυτοχημικά μπορούν να αποτρέψουν τον καρκίνο του παχέος εντέρου και άλλες μορφές καρκίνου. Μια μελέτη πραγματοποιήθηκε το 2008, για τον έλεγχο της αντικαρκινικής δράσης της Στέβιας. Χρησιμοποίησαν αποξηραμένα, κονιοποιημένα φύλλα Στέβιας όπου εκχυλίστηκαν με νερό, οξικό αιθυλεστέρα, ακετόνη και χλωροφόρμιο σε ποσότητες 25gr Στέβιας και 100ml διαλύτη. Ως έλεγχος χρησιμοποιήθηκαν κύτταρα Vero (κύτταρα νεφρού πράσινου Αφρικανικού πιθήκου) που αναπτύχτηκαν σε βόειο αμνιακό υγρό παρουσία

αντιβιοτικών. Η βιωσιμότητα των κυττάρων μετρήθηκε με δοκιμασία MTT. Η αντικαρκινική δοκιμασία ελέγχθηκε σε κύτταρα HEP2, όπου είναι επιθηλιακά ανθρώπινα κύτταρα καρκίνου του λάρυγγα και η βιωσιμότητα τους μετρήθηκε επίσης με δοκιμασία MTT. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα των φύλλων Στέβιας έχουν αντικαρκινική δράση. Το υδατικό εκχύλισμα Στέβιας δεν έδειξε έντονη δράση κατά των καρκινικών κυττάρων, αλλά το διάλυμα ακετόνης και οξικού αιθυλεστέρα έδειξαν τη πιο ισχυρή δράση. Συγκεκριμένα, το διάλυμα ακετόνης ήταν αυτό που έδειξε την υψηλότερη τοξικότητα στα HEP2 καρκινικά κύτταρα (Σχ. 7), ακολουθώντας το διάλυμα οξικού αιθυλεστέρα και του χλωροφορμίου. Η αραίωση του εκχυλίσματος ακετόνης που ήταν μη τοξική για τα κύτταρα Vero αλλά παρουσίαζε τοξικότητα στα καρκινικά κύτταρα HEP2 ήταν 1:8. Σε αυτή την αραίωση τα κύτταρα Vero δεν υπέστησαν καμία ζημιά, όμως προκάλεσε περισσότερο από 50% κυτταροτοξικότητα στα HEP2 κύτταρα (Jayaraman et.al, 2008).



Σχήμα 7. Αποτέλεσμα ανάλυσης MTT για τη βιωσιμότητα των κυττάρων από το εκχύλισμα Στέβιας με ακετόνη (Jayaraman et.al, 2008).

Άρα η Στέβια μπορεί να δράσει κατά του καρκίνου ορισμένων μορφών, να ωφελήσει άτομα που διατρέχουν κίνδυνο ορισμένων μορφών καρκίνου και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αντιοξειδωτική της δράση, λόγω καταστροφής ελεύθερων ριζών αλλά και στην αντιφλεγμονώδη δράση που έχει αναπτυχθεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.

6.6 Αντί-διαρροϊκή δράση της Στέβιας

Διάρροια θεωρείται κάθε αύξηση του βάρους των κοπράνων πάνω από 250 gr το 24ωρο. Η διάρροια διακρίνεται σε οξεία και χρόνια. Οξεία είναι η διάρροια που έχει απότομη έναρξη και διαρκεί λιγότερο από δύο εβδομάδες. Διάρροια που διαρκεί πέραν των δύο εβδομάδων θεωρείται χρόνια. Τα συχνότερα αίτια της οξείας διάρροιας είναι ιοί, βακτήρια και οι τοξίνες τους, ενώ τα αίτια της χρόνιας διάρροιας είναι ποικίλα όπως ευερέθιστο έντερο, κατάχρηση καθαρτικών, φλεγμονώδης νοσήματα του εντέρου, ενδοκρινικά νοσήματα κλπ. Η διάρροια από πλευράς παθοφυσιολογίας διακρίνεται σε τέσσερις τύπους:

- Εκκριτική διάρροια: Οφείλεται στη δράση εξωγενών ή ενδογενών παραγόντων στον εντερικό βλεννογόνο.
- Ωσμωτική διάρροια: Οφείλεται στην πρόσληψη με την τροφή ατελώς απορροφούμενων ωσμωτικά δραστικών ουσιών.
- Φλεγμονώδης διάρροια: Οφείλεται σε φλεγμονή του εντερικού βλεννογόνου με αποτέλεσμα την μείωση της απορροφητικής του ικανότητας.
- Λειτουργική διάρροια: Οφείλεται σε διαταραχή της κινητικότητας του εντέρου, με κλασικό εκπρόσωπο το ευερέθιστο έντερο.

Τα βακτήρια, οι ιοί και τα παράσιτα που προκαλούν διάρροια δρουν στον βλεννογόνο του λεπτού ή του παχέος εντέρου ή και των δύο. Ορισμένα μικρόβια όπως ο *Staphylococcus aureus* δρουν με προσχηματισμένες τοξίνες και με τη βρώση της μολυσμένης τροφής παρουσιάζεται διάρροια από την εξωτοξίνη και όχι από το μικρόβιο. Άλλη ομάδα μικροβίων που ονομάζονται προσκολλητικά όπως το *Escherichia coli*, όταν προσληφθούν με την μολυσμένη τροφή, προσκολλώνται στον βλεννογόνο του λεπτού εντέρου, πολλαπλασιάζονται και παράγουν εξωτοξίνη που είναι υπεύθυνη για το διαρροϊκό σύνδρομο. Τέλος άλλη ομάδα μικροβίων που καλούνται διεισδυτικά όπως η *Salmonella*, διεισδύουν στον βλεννογόνο του εντέρου, πολλαπλασιάζονται και προκαλούν έντονη φλεγμονή με οίδημα και εξελκώσεις. Ιοί όπως ο Rotavirus (ιός Ρότα) προκαλούν φλεγμονή του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου με βράχυνση ή επιπέδωση των λαχνών (Iatropedia, 2011).

Επί του παρόντος, ο στυλοβάτης των διαρροϊκών θεραπειών είναι η θεραπεία ενυδάτωσης και η θεραπεία με αντιβιοτικά. Ωστόσο η θεραπεία ενυδάτωσης κατέχει κυρίως υποστηρικτική δράση και τα αντιβιοτικά δεν μπορούν να είναι αποτελεσματικά σε καταστάσεις αντίστασης σε αυτά. Έτσι εξακολουθεί να υπάρχει ανάγκη να ανακαλυφθούν

νέες ειδικές φαρμακευτικές αγωγές για τις διαρροϊκές ασθένειες. Πιθανή εφαρμογή της Στεβιοσίδης στη θεραπεία της διάρροιας προτάθηκε αρχικά από τις δράσεις της ως αντιβακτηριδιακό και αντικό. Έχει αποδειχθεί ότι το εκχύλισμα Στέβιας έχει βακτηριοκτόνο δράση σε ένα ευρύ φάσμα τροφιμογενών παθογόνων συμπεριλαμβανομένου του *Escherichia coli*, του ιού Ρότα κλπ (βλ. κεφ. 5). Ως κύριο συστατικό, η Στεβιοσίδη, πιθανολογείται ότι καθορίζει την αντί-διαρροϊκή δράση, σε συνεργασία και με άλλες ενώσεις που βρίσκονται στο εκχύλισμα της Στέβιας. Η Στεβιοσίδη, έχει μια ανασταλτική δράση στον εντερικό λείο μυ συστολής, η διέγερση του οποίου οδηγεί σε υπερκινητικότητα του εντέρου που οδηγεί σε διάρροια. Σε μια συγκέντρωση 1mM, η Στεβιοσίδη αναστέλλει το CaCl_2 (10mM) που ευρέθη ότι επάγουν συστολή του ειλεού ινδικού χοιρίδιου κατά 40%. Ο μηχανισμός πιστεύεται ότι σχετίζεται με την ανασταλτική επίδραση στην εισροή του ασβεστίου στα κύτταρα των μυών. Έτσι μπορεί η Στεβιοσίδη να είναι χρήσιμη στη θεραπεία της διάρροιας που προκύπτει από την εντερική υπερκινητικότητα, όπως το σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (Chatsudthirong & Muanprasat, 2008).

6.7 Άλλες δράσεις της Στέβιας

Σε κάποιες μελέτες γίνεται αναφορά και για κάποιες άλλες δράσεις της Στέβιας χωρίς να αναλύονται επαρκώς, διότι δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή επιστημονικά δεδομένα. Παρακάτω αναφέρονται οι δράσεις αυτές με όποια στοιχεία υπάρχουν.

☞ Αντί-παχυσαρκική δράση: Η παχυσαρκία έχει γίνει επιδημία σε όλο τον κόσμο. Είναι ένα αποτέλεσμα πολλών παραγόντων συμπεριλαμβανομένων των κακών διατροφικών συνηθειών, της ανεπαρκούς σωματικής δραστηριότητας, ορμονικών προβλημάτων, καθιστική ζωή καθώς επίσης και τα ψυχολογικά προβλήματα (Shankar et.al, 2013). Η άνοδος στην εξάπλωση της παχυσαρκίας έχει συνδεθεί επίσης, με την αυξημένη κατανάλωση τροφίμων ή ποτών που περιέχουν φρουκτόζη. Στόχος θα πρέπει να είναι η μείωση χρήσης αυτών των προϊόντων και κατανάλωση προϊόντων που περιέχουν μη θερμιδικά γλυκαντικά (Figlewicz et.al, 2009). Τα θεραπευτικά γλυκαντικά περιέχουν υδατάνθρακες και παρέχουν ενέργεια. Υψηλότερη πρόσληψη πρόσθετων σακχάρων συνδέεται με υψηλότερη πρόσληψη ενέργειας και χαμηλότερη ποιότητα διατροφής, η οποία μπορεί να αυξήσει των κίνδυνο για παχυσαρκία. Υπάρχουν όμως και τα λεγόμενα ‘μη θεραπευτικά

γλυκαντικά' τα οποία δίνουν γλυκιά γεύση με λίγους ή καθόλου υδατάνθρακες και ενέργεια. Τέτοια γλυκαντικά είναι διάφορα που χρησιμοποιούνται σήμερα όπως και η Στέβια (Fitch & Keim, 2012). Η Στεβιοσίδη, έχει υποδειχθεί ότι ασκεί ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου και θεωρείται ότι είναι πλεονεκτικό σε ανθρώπους που πάσχουν από παχυσαρκία, καθώς έχει σημαντικά χαμηλό θερμιδικό δείκτη και βοηθάει στην απώλεια βάρους και λίπους (Boonkaewwan et.al, 2008), προλαμβάνοντας κάποιες ασθένειες όπως δυσλιπιδαιμία, καρδιακή νόσος, εγκεφαλικό επεισόδιο και διαβήτη (Agora et.al, 2010).

- ↳ Διουρητική δράση: Η διουρητική δράση της Στέβιας έχει παρατηρηθεί μετά από του στόματος χορήγηση σε αρουραίους. Επιπλέον, η Στεβιόλη προκαλεί διούρηση και νατριούρηση χωρίς σημαντικές μεταβολές στη νεφρική ροή του πλάσματος μετά από ενδοφλέβια ένεση σε αρουραίους. Έτσι και η Στεβιοσίδη και η Στεβιόλη σε αρουραίους προκαλεί διούρηση και νατριούρηση που οδηγεί σε μειωμένο όγκο του πλάσματος. Έγχυση Στεβιοσίδης απευθείας στη νεφρική αρτηρία σε αρουραίους δημιούργησε διούρηση, η οποία εμφανίζεται ως συνέπεια μείωσης επαναπορρόφησης στον κεντρικό σωληνοειδή. Αυτό το αποτέλεσμα έδειξε ότι ο στόχος της Στεβιοσίδης είναι ο κεντρικός σωληνοειδής (Chatsudthipong & Muanprasat, 2008).
- ↳ Δράση κατά της τερηδόνας: Η τερηδόνα είναι νόσος που οφείλεται σε μικροοργανισμούς που υπάρχουν στην στοματική κοιλότητα και έχουν την ικανότητα να διασπούν τους υδατάνθρακες παράγοντας οξέα, τα οποία διαβρώνουν την επιφάνεια του δοντιού (Βικιπαιδεία, 2013). Το βακτήριο *Streptococcus mutans* είναι η αιτία της τερηδόνας. Έχει αποδειχθεί ότι το βακτήριο αυτό σχηματίζει λιγότερο οξύ στην στοματική κοιλότητα όταν υπάρχει μέσο με Στεβιοσίδη από ότι εάν υπάρχει μέσο με σακχαρόζη, γλυκόζη ή φρουκτόζη (Grenby, 1997). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι ούτε η Στεβιοσίδη ούτε η Ρεμπαουδιοσίδη Α έχουν τερηδογόνο δράση (EFSA, 2010), αντιθέτως χρησιμοποιούνται σε οδοντόκρεμες και στοματικά διαλύματα ως προληπτικό της τερηδόνας (Boonkaewwan et.al, 2008).
- ↳ Τέλος έχει αναφερθεί ότι η Στέβια έχει αντιγηραντική, επουλωτική και καρδιοτονωτική δράση (Sulme.gr, 2013).

7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η Στέβια είναι ένα φυτό με πολύπλευρη δράση και πολλά οφέλη για την υγεία του ανθρώπου, όπως πολλές μελέτες έχουν δείξει. Εντούτοις, ακόμα και σήμερα πολλοί δυσπιστούν για την ασφάλεια χρήσης της. Σήμερα θεωρείται το πιο πολυσυζητημένο φυτό παγκοσμίως, αλλά πιθανότατα λόγω οικονομικών συμφερόντων οι ιδιότητες και οι πολλαπλές χρήσεις της Στέβιας δεν είχαν διερευνηθεί για πολλά χρόνια. Παρόλο που στην ιθαγενή της χώρα χρησιμοποιείται ανέκαθεν, στον υπόλοιπο κόσμο εισήχθη πολλές δεκαετίες μετά. Μόνο οι Ασιατικές χώρες είχαν καταλάβει νωρίς τα οφέλη της και απαγόρευσαν καθετί συνθετικό γλυκαντικό στην αγορά, βάζοντας αυτό το φυσικό γλυκαντικό στη ζωή τους από το 1970. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) αλλά και στην Ευρώπη, πιθανότατα φοβούμενοι ότι η Στέβια θα αφάνιζε τα συνθετικά-χημικά γλυκαντικά αλλά και τη κοινή ζάχαρη, δεν έδιδαν την πολυπόθητη έγκριση της χρήσης της σε τρόφιμα, ποτά και όπου αλλού μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ακόμα και στη φαρμακολογία που όμως ακόμα εξετάζεται. Η Στέβια είναι ένα μη θερμιδικό προϊόν το οποίο θα έπρεπε είδη να χρησιμοποιείται ευρέως στα περισσότερα προϊόντα. Στην Ελλάδα οι γλυκοζίτες Στεβιόλης χρησιμοποιούνται κυρίως στην βιομηχανία ποτών και τροφίμων ή για ατομική χρήση.

Τα οφέλη της Στέβιας είναι πολλαπλά και τα εκχυλίσματα της μπορούν να βοηθήσουν ανθρώπους που έχουν σοβαρά προβλήματα υγείας. Ακόμα και οι άνθρωποι που πάσχουν από διαβήτη μπορούν πλέον να απολαμβάνουν τη γλυκιά της γεύση χωρίς να τους επιβαρύνει. Αντιθέτως μπορούν να ωφεληθούν από την αντιδιαβητική της δράση. Εκτός από τους διαβητικούς, παχύσαρκοι άνθρωποι μπορούν να τη χρησιμοποιούν άφοβα, βοηθώντας τους να ελέγξουν το βάρος τους ή να εμφανίσουν απώλεια βάρους. Επιπρόσθετα, η Στέβια έχει αντιοξειδωτική δράση, με ότι αυτό συνεπάγεται για την υγεία, καθώς βοηθάει σε κάθε ασθένεια που προκαλείται ή επιδεινώνεται με την απελευθέρωση των ελεύθερων και καταστροφικών ριζών από τον οργανισμό του ανθρώπου. Η αντιμικροβιακή δράση της Στέβιας βοηθάει σε σοβαρές ασθένειες που εμφανίζονται από τροφιμογενή παθογόνα που προκαλούν προβλήματα στο έντερο με συμπτώματα όπως έμετος, διάρροια κ.α. που εξασθενούν τον οργανισμό. Η αντιμυκητιακή και αντιπαρασιτική δραστηριότητα της δεν έχει οφέλη μόνο για τους ανθρώπους, αλλά μπορεί να βοηθήσει σε ασθένειες ζώων αλλά και να ενταχθεί στην παρασκευή φαρμάκων βοηθώντας στην καταπολέμηση των ασθενειών στα φυτά. Η δράση της κατά των παραγόντων που προκαλούν φλεγμονές είναι σαφής, και μπορεί

να απαλύνει τα συμπτώματα πόνου. Επίσης, μπορεί να συμβάλει στη μείωση της πίεσης σε υπερτασικούς ανθρώπους χωρίς να δημιουργεί προβλήματα σε άλλα ζωτικά όργανα. Έχει καλά αποτελέσματα στη μείωση της χοληστερόλης και της LDL λιποπρωτεΐνης, αλλά αυτές οι ιδιότητες δεν μπορούν να την χαρακτηρίσουν 100% ως αντιυπερλιπιδαιμικό προστατευτικό. Έχει αποδειχθεί ότι πιθανόν να προλαμβάνει κάποιες μορφές καρκίνου. Έχει αναφερθεί η διουρητική της δράση, που ωφελεί και την μείωση της υπέρτασης. Επίσης έχει αναφερθεί η επουλωτική, καρδιοτονωτική και αντιγηραντική της δραστηριότητα. Τέλος, σε άλλες χώρες χρησιμοποιείται ως συστατικό σε οδοντόκρεμες για μείωση της τερηδόνας και γενικά των βακτηριδίων που βρίσκονται στη στοματική κοιλότητα του ανθρώπου. Όσον αφορά την ασθένεια της τερηδόνας, που όλο και πιο συχνά μικρά παιδιά πάσχουν από αυτήν, θα ήταν θεμιτό στα προϊόντα που απευθύνονται σε παιδιά να αντικαθίστανται η ζάχαρη με Στέβια.

Η ζάχαρη έχει μπει για τα καλά στη ζωή των ανθρώπων καθώς η αύξηση κατανάλωσης της ήταν τεράστια το 1970 και κορυφώθηκε το 2007. Αυτή τη στιγμή οι περισσότερες τροφές που καταναλώνονται από τον άνθρωπο περιέχουν ζάχαρη, εκτός από τα σκευάσματα που απευθύνονται σε ειδικό κοινό που περιέχουν συνθετικά γλυκαντικά ως επί το πλείστον. Η ζάχαρη έχει κατηγορηθεί για πολλές ασθένειες, όπως ο διαβήτης τύπου 2, ασθένεια από την οποία πάσχουν σήμερα 400 εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο και 4.8 εκατομμύρια πεθαίνουν. Εάν συνεχιστεί η εντατική χρήση της ζάχαρης έως το 2020 το ποσό αυτών που πάσχουν από διαβήτη θα εκτοξευθεί στα 500 εκατομμύρια. Το μέγιστο επιτρεπτό ασφαλές όριο ημερησίως είναι 6 κουταλάκια ζάχαρη για τη γυναίκα και 9 για τον άντρα. Όμως ένα κουτάκι αναψυκτικού περιέχει 8 κουταλάκια ζάχαρη, και σε παγκόσμια κλίμακα κάθε άνθρωπος έχει φτάσει να καταναλώνει έως και 17 κουταλάκια ζάχαρης την ημέρα ενώ η παγκόσμια κατανάλωση ζάχαρης ετησίως ανέρχεται στους 160.000 τόνους (Business insider, 2013).

Η Στέβια είναι ένα αναμφισβήτητα φυσικό γλυκαντικό που μπορεί άνετα να αντικαταστήσει τη ζάχαρη στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών. Κι αυτό δεν θα αργήσει πολύ καθώς ήδη έχουν αρχίσει να μειώνονται οι ποσότητες κατανάλωσης ζάχαρης κατά κεφαλήν παγκοσμίως (Thomas, 2012). Λέγεται ότι μέχρι το 2050 η Στέβια έχει τη δυνατότητα να εκτοπίσει το 25% της παγκόσμιας ζήτησης ζάχαρης. Για το 2013 αναμένεται η παγκόσμια κατανάλωση Στέβιας να είναι 1278 τόνοι έναντι των 129 που ήταν το 2007. Τα δεδομένα όμως λένε ότι εάν αυξηθεί πολύ η ζήτηση της Στέβιας τα επόμενα χρόνια, πράγμα

που αναμένεται, ίσως να μην υπάρχει κάλυψη των απαιτούμενων αναγκών γιατί οι καλλιέργειες της δεν αυξάνονται τόσο γρήγορα όσο η ζήτηση (Rai, 2013). Καλό θα είναι λοιπόν να προωθηθεί η καλλιέργεια Στέβιας παγκοσμίως, μέσω εφαρμογής συγκεκριμένων πολιτικών σε παγκόσμιο και σε εθνικό επίπεδο.

Όσον αφορά την ασφάλεια της Στέβιας, έχουν γίνει πάρα πολλές μελέτες για αυτήν. Το επιτρεπτό όριο κατανάλωσης της είναι 4mg/kg σωματικού βάρους ημερησίως, όπου έχει οριστεί ως ασφαλές όριο. Όμως μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει πολύ μεγαλύτερες δόσεις από αυτήν δεν παρατηρούσαν πάντα αρνητικές επιδράσεις. Βέβαια πρέπει να υπάρχει γνώση και συνέπεια όπως συμβαίνει με όλα τα γλυκαντικά και όλες τις τροφές. Έχει αποδειχθεί λοιπόν επαρκώς επιστημονικά ότι η Στέβια είναι μη τοξική, μη γονοτοξική, μη τερατογόνος, μη μεταλλαξιγόνος, μη καρκινική και δεν προκαλεί αλλεργίες.

Η Στέβια σαν καλλιέργεια δεν είναι πολυδάπανη και στην Ελλάδα είναι μια πολύ καλή εναλλακτική καλλιέργεια του καπνού. Τα συνολικά έξοδα που χρειάζονται για την εγκατάσταση ενός στρέμματος είναι περίπου 1000€, και εάν ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα να την καλλιεργήσει ως πολυετές (δεν υπάρχουν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες στη χώρα), τότε μειώνεται ακόμα περισσότερο το κόστος. Με ορθές γεωργικές πρακτικές, το κάθε στρέμμα μπορεί να δώσει μέχρι και 450kg ξηρών φύλλων. Έτσι εάν ο παραγωγός έχει πολλά στρέμματα προς χρήση για την καλλιέργεια της, θα του επιφέρει αρκετό κέρδος.

Η χρήση της Στέβιας στην Ελλάδα προς το παρόν περιορίζεται σε κάποια αναψυκτικά και ροφήματα και σε μορφή ταμπλετών και σκόνης. Στην Ευρώπη ενδιαφέρον για τη χρήση της Στέβιας έχουν δείξει μεγάλες εταιρείες παρασκευής αναψυκτικών όπως η Coca cola (Rai, 2013). Μήπως λοιπόν ήρθε η ώρα η ζάχαρη και τα άλλα συνθετικά γλυκαντικά να αντικατασταθούν σε ορισμένα τρόφιμα και ποτά από άλλα, κατά προτίμηση φυσικά γλυκαντικά, για να μειωθούν όλες αυτές οι αρνητικές επιδράσεις που προαναφέρθηκαν; Την απάντηση στο ερώτημα αυτό επιχείρησε να δώσει η παρούσα πτυχιακή μελέτη, δεδομένου ότι η βιβλιογραφική ανασκόπηση καθιστά σαφή τα εξής: 1. Η ασφάλεια της Στέβιας έχει τεκμηριωθεί επαρκώς, 2. Πρόκειται για γλυκαντική ουσία με υψηλή γλυκαντική, ικανοποιητική θρεπτική και μηδενική θερμιδική αξία (ελάχιστες θερμίδες), 3. Η χρήση της ως γλυκαντικό μπορεί να συνδυαστεί με πληθώρα τεκμηριωμένων ή υπό τεκμηρίωση ευεργετικών ιδιοτήτων για την ανθρώπινη υγεία. Αυτό που απομένει στην Ελλάδα, κι όχι μόνο, είναι να συμπεριληφθεί η Στέβια σε φάρμακα, σε περισσότερα συμπληρώματα διατροφής και σε προϊόντα για καλλυντική χρήση. Μέχρι τότε όμως οι έρευνες συνεχίζονται

καθώς χρειάζονται κι άλλες μελέτες για να επεκταθεί η χρήση της και να τεκμηριωθούν πλήρως οι ιδιότητες της.

Το τελικό συμπέρασμα της παρούσης βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι ότι η Στέβια αποτελεί ένα ελπιδοφόρο γλυκαντικό με ενδιαφέρουσες διατροφικές χρήσεις και σημαντικές ιδιότητες για την υγεία. Συνεπώς, είναι επιτακτική αφενός μεν η προώθηση της καλλιέργειας της στην Ελλάδα, αφετέρου η επέκταση των εφαρμογών της ως προσθετικό συστατικό σε τρόφιμα και φάρμακα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abelyan, V., Lumpur, K., Markosyan, A,m Abelyan, L., 2010. High-purity Rebaudioside D and low-calorie tablet top tablet containing the same. Patentgenius. Διαθέσιμο online <<http://www.patentgenius.com/patent/8414950.html#show-page1>>. Τελευταία πρόσβαση: 04/10/2013.
- Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A.A., Abu-Salem, M.F., 2010. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from Stevia rebaudiana Bertoni plant. Department of food technology, Egypt. Διαθέσιμο online <http://academicjournals.org/article/article1380720967_Abou-Arab%20et%20al.pdf>. Τελευταία πρόσβαση: 01/10/2013.
- Alvarez, B., Edgar, R., 2012. Statement regarding federally sponsored research or development. FPO, Ip research and communities. Διαθέσιμο online <<http://www.freepatentsonline.com/PP23164.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 03/06/2013.
- Anbazzhagan, M., Kalpana, M., Rajendran, R., Natarajan, V., Dhanavel, D., 2010. In vitro production of Stevia rebaudiana Bertoni. Emirates Journal Food Agric. Διαθέσιμο online <<http://ejfa.info/index.php/ejfa/article/view/4891/2471>>. Τελευταία πρόσβαση:22/03/2013.
- Arora, E., Khajuria, V., Kumar, S., Gillani, Z., Sadia, S., Tandon, VR., 2010. JK Science. Διαθέσιμο online <<http://jkscience.org/archive/volume124/Stevia%20A%20Promising%20Herbal%20Sweeteners.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 23/11/2013.
- Boonkaewwan, C., Toskulkao, C., Vongsakul, M., 2006. Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of stevioside and its metabolite steviol on THP-1 cells. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16448183>>. Τελευταία πρόσβαση: 04/11/2013.
- Brandle, J.E., Sharratt, A.N., Gijzen, M., 1998. Stevia rebaudiana: its agricultural, biological and chemical properties. Agricultural institute of Canada, Canadian journal of plant science. Διαθέσιμο online <<http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/P97-114>>. Τελευταία πρόσβαση: 01/07/2013.
- Caracostas, M.C., Curry, L.L., Boileau, A.E., Brusick, D.J., 2008. Overview: The history,

- technical function and safety of Rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycosides, for use in food and beverages. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18555576>>. Τελευταία πρόσβαση: 29/09/2013.
- Chatsudthipong, V., Muanprasat, C., 2008. Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19000919>>. Τελευταία πρόσβαση: 02/09/2013.
- Chaturvedula, V.S.P, Prakash, I., 2013. Structural characterization and hydrolysis studies of Rebaudioside E, a minor sweet component of *Stevia rebaudiana*. ECB, European chemical bulletin. Διαθέσιμο online <<http://www.eurchembull.com/index.php/ECB/article/view/237>>. Τελευταία πρόσβαση: 16/09/2013.
- Chemblink, 2013. Rebaudioside D. Chem Blink. Διαθέσιμο online <<http://www.chemblink.com/products/63279-13-0.htm>>. Τελευταία πρόσβαση: 10/09/2013.
- Chemicalbook, 2013. Rebaudioside A. Chemical Book. Διαθέσιμο online <http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB3736050.htm>. Τελευταία πρόσβαση: 10/09/2013.
- Chemicalbook, 2013. Rebaudioside B. Chemical Book. Διαθέσιμο online <http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB9506989.htm>. τελευταία πρόσβαση: 10/09/2013.
- EFSA, 2010. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. EFSA, European Food Safety Authority. Διαθέσιμο online <<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1537.htm>>. Τελευταία πρόσβαση: 29/11/2013.
- FAO, 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO, Food and Agriculture Organization. Διαθέσιμο online <<http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-7b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 11/10/2013.
- Ferri, R.M, Alves-Do-Prado, W., Yamada, S.S., Gazola, S., Batista, R.M., Bazatte, B.R.,

2006. Investigation of the antihypertensive effect of oral crude stevioside in patients with mild essential hypertension. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16775813>>. Τελευταία πρόσβαση: 19/11/2013.
- Figlewicz, D.P., Ioannou, G., Bannett Jay, J., Kittleson, S., Savard, C., Roth, C.L., 2013. Effect of moderate intake of sweeteners on metabolic health in the rat. Science Direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938409003151>>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.
- Fitch, C., Keim, S.K., 2012. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. Διαθέσιμο online <[http://www.andjrn.org/article/S2212-2672\(12\)00325-5/abstract](http://www.andjrn.org/article/S2212-2672(12)00325-5/abstract)>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.
- Geoponikiagora, 2012. Έχω ακούσει για το φυτό Στέβια, ότι μπορεί να αντικαταστήσει τη ζάχαρη. Μπορώ να τη καλλιεργήσω σπίτι μου;. Γεωπονική αγορά. Διαθέσιμο online <http://www.geoponikiagora.gr/2012/07/blog-post_3446.html>. Τελευταία πρόσβαση: 15/07/2013.
- Geuns, M.C.J., 2003. Stevioside. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14561506>>. Τελευταία πρόσβαση: 02/09/2013.
- Geuns, M.C.J., Augustijns, P., Mols, R., Buyse, G.J., Driessen, B., 2003. Metabolism of stevioside in pigs and intestinal absorption characteristics of stevioside, rebaudioside A and steviol. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12963013>>. Τελευταία πρόσβαση: 04/10/2013.
- Grenby, H.T., 1997. Dental aspects of the use of sweeteners. IUPAC. Διαθέσιμο online <<http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/1997/pdf/6904x0709.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 05/11/2013.
- Horvath, S., 2013. Μητρότητα-γλυκιά ζωή χωρίς ζάχαρη. Babanet. Διαθέσιμο online <<http://www.babanet.hu/terhesseg/elso-trimeszter/kobaltas-kismama-edes-elet-cukor-nelkul-1/>>. Τελευταία πρόσβαση: 17/06/2013.

- Hossain, M.A., Siddique, A.B., Rahman, M.S.M., Amzard Hossain, M., 2010. Chemical composition of the essential oils of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. Asian Journal of Traditional Medicine. Διαθέσιμο online <[http://www.asianjtm.com/qikan/manage/wenzhang/AJTM2010,5\(2\)-3.pdf](http://www.asianjtm.com/qikan/manage/wenzhang/AJTM2010,5(2)-3.pdf)>. Τελευταία πρόσβαση: 05/09/2013.
- Hossain, M.S., Alam, M.B., Asadujjaman, M., Monivul Islam, M., Rahman, M.A., Ariful Islam, M., Anwarul Islam, 2011. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic effects of different fractions of *Stevia rebaudiana* leaves in alloxan induced diabetic rats. International journal of pharmaceutical science and research. Διαθέσιμο online <[http://www.ijpsr.com/V2I7/19%20Vol.%202%20\(7\),%20IJPSR49,%202011,%20Paper%2011.pdf](http://www.ijpsr.com/V2I7/19%20Vol.%202%20(7),%20IJPSR49,%202011,%20Paper%2011.pdf)>. Τελευταία πρόσβαση: 06/11/2013.
- Iatropedia, 2011. Διάρροια. Iatropedia Beta. Διαθέσιμο online <<http://www.iatropedia.gr/medical/malady/270>>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.
- Jaitak, V., Bandna, Singh, B., Kaul, V.K., 2009. An efficient microwave-assisted extraction process of Stevioside and Rebaudioside-A from *Stevia rebaudiana* (Bertoni). US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19358287>>. Τελευταία πρόσβαση: 02/9/2013.
- Jayaraman, S., Manoharan, S.M., Illanchezian, S., 2008. *In-vitro* antimicrobial and antitumor activities of *Stevia rebaudiana* (Asteraceae) leaf extracts. AJOL, African Journal online. Διαθέσιμο online <<http://www.ajol.info/index.php/tjpr/article/view/14700>>. Τελευταία πρόσβαση: 04/11/2013.
- Kafle, G., 2011. Some studies on the physiology of *Stevia rebaudiana* (Bertoni). CQ University Australia. Διαθέσιμο online <http://acquire.cqu.edu.au:8080/vital/access/manager/Repository/cqu:7781?a_addition_time=ThisWeek>. Τελευταία πρόσβαση: 21/6/2013.
- Kedik, S., Yartzev, E., Stanishevskaya, I., 2009. Antiviral activity of dried leaf extract of *Stevia*. Διαθέσιμο online <<http://www.deepdyve.com/lp/springer-journal/antiviral-activity-of-dried-extract-of-stevia-OunGJSMFCC/2>>. Τελευταία πρόσβαση: 05/11/2013.
- Kolb, N., Herrera, J.L., Ferreyra, D.J., Uliana, R.F., 2001. Analysis of sweet diterpene glycosides from *Stevia rebaudiana*: improved HPLC method. US national library of

- medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11599985>>. Τελευταία πρόσβαση: 2/9/2013.
- Koyama, E., Kitazawa, K., Ohori, Y., Izawa, O., Karegawa, K., Fujino, A., Ui, M., 2002. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12504168>>. Τελευταία πρόσβαση: 4/10/2013.
- Kroyer, G., 2010. Stevioside and Stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. Journal of Consumer Protection and Food Safety. Διαθέσιμο online <http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_190293.pdf>. Τελευταία πρόσβαση: 10/10/2013.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Zura-Bravo, L., Ah-Hen, K., 2011. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611017559>>. Τελευταία πρόσβαση: 06/11/2013.
- Madan, S., Ahmad, S., Singh, G.N., Kohli, K., Kumar, Y., Singh, R., Garg, M., 2009. Stevia rebaudiana Bertoni: A review. Indian Journal of Natural Products and Resources. Διαθέσιμο online <[http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/10287/1/IJNPR%201\(3\)%20267-286.pdf](http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/10287/1/IJNPR%201(3)%20267-286.pdf)>. Τελευταία πρόσβαση: 11/08/2013.
- Maps of word, 2013. Greece Latitude and Longitude Map. Maps of world. Διαθέσιμο online <http://www.mapsofworld.com/lat_long/greece-lat-long.html>. Τελευταία πρόσβαση: 23/07/2013.
- Maps of word, 2013. Paraguay Latitude and Longitude Map. Maps of world. Διαθέσιμο online <http://www.mapsofworld.com/lat_long/paraguay-lat-long.html>. Τελευταία πρόσβαση: 23/07/2013.
- Martelli, A., Frattini, C., Chialva, F., 1984. Unusual essential oils with aromatic properties-I, volatile components of Stevia rebaudiuna Bertoni. Wiley online library. Διαθέσιμο online <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ffj.2730010103/abstract>>. Τελευταία πρόσβαση: 12/09/2013.

- Michalik, A., Hollinshead, J., Jones, L., Fleet, G., Chu-Yi, Y., Xiang-Guo, H., Well, R., Horne, G., Wilson, F., Kato., A., Jenkinson, S., Nash, R., 2010. Steviamine, a new indolizidine alkaloid from *Stevia rebaudiana*. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874390010000297>>. Τελευταία πρόσβαση: 14/09/2013.
- Midmore, D., Rank, A., 2002. A new rural industry – Stevia – to replace imported chemical sweeteners. Διαθέσιμο online <<http://owndoc.com/pdf/Stevia%20new%20rural%20industry.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 25/10/2013.
- Montoro, P., Molfetta, I., Maldini, M., Ceccarini, L., Piacente, S., Pizza, C., Macchia, M., 2013. Determination of six steviol glycosides of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) from different geographical origin by LC–ESI–MS/MS. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613003440>>. Τελευταία πρόσβαση: 08/08/2013.
- Muanda, F., Soulimani, R., Diop, B., Dicko, A., 2010. Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643810004160>>. Τελευταία πρόσβαση: 21/08/2013.
- Nishiyama, P., Alvarez, M., 1992. Quantitative analysis of Stevioside in the leaves of *Stevia rebaudiana* by near infrared reflectance spectroscopy. Wiley online library. Διαθέσιμο online <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2740590302/abstract>>. Τελευταία πρόσβαση: 22/08/2013.
- Perlberg, S., 2013. Incredible presentation from wall street bank shows how sugar is destroying the world. Business insider. Διαθέσιμο online <<http://www.businessinsider.com/credit-suisse-the-global-sugar-epidemic-2013-10>>. Τελευταία πρόσβαση: 25/11/2013.
- Pieri, V., Belancic, A., 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. Διαθέσιμο online <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf104922q>>. Τελευταία πρόσβαση: 16/09/2013.

- Pubchem compounds, 2013. AC1MJ479 - Compound Summary. Pub chem. Διαθέσιμο online <<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=3085268>>. Τελευταία πρόσβαση: 20/09/2013.
- Rai, N., 2013. Zero-calorie sweetener Stevia stealing market from sugar. The wall street journal. Διαθέσιμο online <<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424127887323394504578606041227349584>>. Τελευταία πρόσβαση: 21/11/2013.
- Savita, S.M., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A.G., Ramakrishna, P., 2004. Stevia rebaudiana – A functional component for food industry. Διαθέσιμο online <<http://www.krepublishers.com/02-Journals/JHE/JHE-15-0-000-000-2004-Web/JHE-15-4-237-304-2004-Abst-PDF/JHE-15-4-261-264-2004-Savita/JHE-15-4-261-264-2004-Savita.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 06/08/2013.
- Shankar, P., Ahuja, S., Sriram, K., 2012. Non-nutritive sweeteners: Review and update. Nutrition. Διαθέσιμο online <[http://www.nutritionjrn.com/article/S0899-9007\(13\)00219-0/abstract](http://www.nutritionjrn.com/article/S0899-9007(13)00219-0/abstract)>. Τελευταία πρόσβαση: 28/11/2013.
- Shukla, S., Mehta, A., Bajpai, V., 2012. Phytochemical screening and anthelmintic and antifungal activities of leaf extracts of Stevia rebaudiana. Journal of Biologically Active Products from Nature. Διαθέσιμο online <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/22311866.2013.782695#.UpulysS-2m4>>. Τελευταία πρόσβαση: 05/11/2013.
- Sharma, P., 2012. Our products gallery. Stevia cultivation. Διαθέσιμο online <<http://stevia.blogspot.gr/p/gallery.html>>. Τελευταία πρόσβαση: 25/7/2013.
- Shukla, S., Mehta, A., Bajpai, V., Shukla, S., 2009. In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of Stevia rebaudiana Bert. US national library of medicine, National institute of health. Διαθέσιμο online <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19540900>>. Τελευταία πρόσβαση: 4/10/2013.
- Steviola.gr, 2012. Stevia rebaudiana Bertoni. Steviola[®]. Διαθέσιμο online <http://www.steviola.gr/stevia_plant.html>. Τελευταία πρόσβαση: 26/07/2013.
- Steviaplante.gr, 2010. Διαθέσιμο online <<http://www.drfranklipman.com/wp-content/themes/franklipman/search.php?cx=006004301922885459310%3Aaiaioqikhi6g&cof=FORID%3A10&ie=UTF-8&q=stevia&sa.x=-1150&sa.y=-392&sa=go>>.

Τελευταία πρόσβαση: 06/08/2013.

Suk Kim, I., Yang, M., Lee, O., Nam Kang, S., 2010. The antioxidant activity and the bioactive compound content of Stevia rebaudiana water extracts. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643810004172>>. Τελευταία πρόσβαση: 22/10/2013.

Soulme.gr, 2013. Στέβια-χλόη μελιού!. Soulme.gr. Διαθέσιμο online <<http://www.soulme.gr/category-3-%CE%B4%CE%B1%CE%B9%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%B7%CF%83%CF%84%CE%AD%CE%B2%CE%B9%CE%B1-%CF%87%CE%BB%CF%8C%CE%B7-%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%8D/>>. Τελευταία πρόσβαση: 25/11/2013.

Tadhani, M.B., Subhash, R., 2006. In vitro antimicrobial activity of Stevia rebaudiana Bertoni leaves. African journal online. Διαθέσιμο online <<http://www.ajol.info/index.php/tjpr/article/view/14633>>. Τελευταία πρόσβαση: 09/10/2013.

Tadhani, M.B., Patel, V.H., Subhash, R., 2006. In vitro antioxidant activities of Stevia rebaudiana leaves and callus. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157506001827>>. Τελευταία πρόσβαση: 02/11/2013.

Tadhani, M., Subhash, R., 2006. Preliminary studies on Stevia rebaudiana leaves: proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. Διαθέσιμο online <<http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/jms/2006/321-326.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 06/11/2013.

Takahashia, A., Matsudab, M., Ohashia, K., Taniguchic, K., Nakagomid, O., Abea, Y., Moria, S., Satoe, N., Okutanib, K., Shigetaa, S., 2001. Analysis of anti-rotavirus activity of extract from Stevia rebaudiana. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166354200001340>>. Τελευταία πρόσβαση: 12/11/2013.

Thomas, J., 2012. Stevia-analysing the market's potential. Just Food. Διαθέσιμο online

<http://www.just-food.com/management-briefing/stevia-analysing-the-markets-potential_id118750.aspx>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.

Thomas, J.E., Glade, M.J., 2010. Stevia: It's Not Just About Calories. The Open Obesity Journal. Διαθέσιμο online <<http://www.benthamscience.com/open/toobesj/articles/V002/101TOOBESJ.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 16/09/2013.

Tosum, J., 2013. Risk Regulation in Europe. Assessing the Application of the Precautionary Principle. Διαθέσιμο online <http://www.google.gr/books?hl=el&lr=lang_en&id=K6OqfTE7IvgC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Risk+Regulation+in+Europe+Assessing+the+Application+of+the+Precautionary+Principle&ots=M2u4IqVzup&sig=PXrQVeGhOm--QrO5wTrshdix0F8&redir_esc=y#v=onepage&q=Risk%20Regulation%20in%20Europe%20Assessing%20the%20Application%20of%20the%20Precautionary%20Principle&f=false>. Τελευταία πρόσβαση: 03/08/2013.

Toyoda, K., Matsui, H., Shoda, T., Uneyama, C., Takada, K., Takahashi, M., 1996. Assessment of the Carcinogenicity of Stevioside in F344 Rats. Science direct. Διαθέσιμο online <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691597000239>>. Τελευταία πρόσβαση: 03/10/2013.

Wikimedia, 2007. File:Un-paraguay.png. Wikimedia commons. Διαθέσιμο online <<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Un-paraguay.png>>. Τελευταία πρόσβαση: 25/06/2013.

Wikipedia, 2013. Bovine herpesvirus 1. Wikipedia.org. Διαθέσιμο online <http://en.wikipedia.org/wiki/Bovine_herpesvirus_1>. Τελευταία πρόσβαση: 13/11/2013.

Wikipedia, 2013. Coronavirus. Wikipedia.org. Διαθέσιμο online <<http://translate.google.gr/translate?hl=el&sl=el&tl=en&u=http%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FCoronavirus>>. Τελευταία πρόσβαση: 12/11/2013.

Wikipedia, 2013. Steviol glycoside. Wikipedia.org. Διαθέσιμο online <http://en.wikipedia.org/wiki/Steviol_glycoside>. Τελευταία πρόσβαση: 26/07/2013.

Wikipedia, 2013. Teschovirus. Wikipedia.org. Διαθέσιμο online

<<http://translate.google.gr/translate?hl=el&sl=el&tl=en&u=http%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FTeschovirus&sandbox=1>>. Τελευταία πρόσβαση: 11/11/2013.

Wikipedia, 2013. Hyperlipidemia. Wikipedia.org. Διαθέσιμο online <<http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperlipidemia>>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.

Zimmermann, B.F., Wölwer-Rieck, U., 2010. HILIC Columns for the Analysis of Steviol Glycosides. Διαθέσιμο online <http://www.eustas.org/symposium/2011/presentations/11_zimmermann.pdf>. Τελευταία πρόσβαση: 25/09/2013.

Βαλαβανίδης, Θ., Ευσταθίου, Κ., 2008. Η χημική ένωση του μήνα. Διαθέσιμο online <http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_steviol.htm>. Τελευταία πρόσβαση: 25/08/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Αρτηριακή υπέρταση. Διαθέσιμο online <http://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>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Διαβήτης (ασθένεια). Διαθέσιμο online <[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B2%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82_\(%CE%B1%CF%83%CE%B8%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1\)](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B2%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82_(%CE%B1%CF%83%CE%B8%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1))>. Τελευταία πρόσβαση: 18/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. IL1A. Διαθέσιμο online <<http://en.wikipedia.org/wiki/IL1A>>. Τελευταία πρόσβαση: 22/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Ιός Ρότα. Διαθέσιμο online <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%99%CF%8C%CF%82_%CE%A1%CF%8C%CF%84%CE%B1>. Τελευταία πρόσβαση: 02/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Οξειδωτικό στρες. Διαθέσιμο online <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B5%CF%82>. Τελευταία πρόσβαση: 01/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Τερηδόνα. Διαθέσιμο online <<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%81%CE%B7%CE%B4%CF%8C%CE%BD%CE%B1>>. Τελευταία πρόσβαση: 26/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. THP1 cell line. Διαθέσιμο online <http://en.wikipedia.org/wiki/THP1_cell_line>. Τελευταία πρόσβαση: 12/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Tumor necrosis factor receptor. Διαθέσιμο online <http://en.wikipedia.org/wiki/Tumor_necrosis_factor_receptor>. Τελευταία πρόσβαση: 12/11/2013.

Βικιπαιδεία, 2013. Φλεγμονή. Διαθέσιμο online <<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%AE>>. Τελευταία πρόσβαση: 20/11/2013.

Επίσημη εφημερίδα ΕΕ, 2011. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1131/2011 της επιτροπής της 11ης Νοεμβρίου 2011 για την τροποποίηση του παραρτήματος II του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1333/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους γλυκοζίτες στεβιόλης. Διαθέσιμο online <<http://www.steviola.gr/files/lexuriserv.pdf>>. Τελευταία πρόσβαση: 08/08/2013.

Καπόγλου, Π., 2008. Η επιχειρηματική καλλιέργεια της Στέβιας. Εκδόσεις Καπόγλου, Θεσσαλονίκη. Σελ:17-26, 31-78, 81-120, 126-139, 143-162, 166-168.

ΥΠΑΑΤ, 2011. Στέβια. Υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης & τροφίμων, Γενική διεύθυνση φυτικής παραγωγής. Τελευταία πρόσβαση: 15/06/2013.