



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΤ & Δ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ
ΣΤΕΒΙΑΣ**

**(Evaluation of irrigation and fertilizer effects on
the yield of two stevia varieties)**

Πτυχιακή διατριβή

**Οικονόμου Πέτρος
Παπαχρήστος Ευάγγελος**

**Επιβλέπων καθηγητής
Δρ. Ιωάννης Βασιλάκογλου**

Λάρισα 2014

Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	2
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	3
1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	3
1.3.1. Απαιτήσεις σε κλίμα- έδαφος.....	4
1.3.2. Πολλαπλασιασμός.....	4
1.3.3. Έδαφος – Λίπανση.....	5
1.3.4. Άρδευση- Συγκομιδή.....	5
1.3.5. Ξήρανση.....	6
1.3.6. Εχθροί- Ασθένειες- Ζιζανιοκτονία.....	6
1.4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ.....	7
1.5. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	8
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	10
2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	10
2.1.1. Πειραματικό Σχέδιο και Καλλιεργητικές Φροντίδες.....	11
2.1.2. Συλλογή Δεδομένων.....	12
2.1.3. Προσδιορισμός μαθηματικού μοντέλου.....	13
2.1.4. Στατιστική ανάλυση.....	13
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	15
3.1. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΒΙΟΜΑΖΑ.....	15
3.2. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΣΤΕΒΙΟΛΕΣ.....	19
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	21
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	22
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	23
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	25

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η στέβια(*Stevia rebaudiana* Bertoni) είναι ένα πολυετές, ποώδες και πολύκλαδο φυτό, που προέρχεται από τα υψίπεδα της Παραγουάης στα σύνορα με τη Βραζιλία. Αναπτύσσεται ή καλλιεργείται, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες κυρίως τις θερμοκρασίες κατά την χειμερινή περίοδο, είτε ως ετήσιο είτε ως πολυετές φυτό.

Το φυτό είναι ένα από τα 154 μέλη του γένους *Stevia* και το ένα από τα δύο που παράγουν γλυκοζίτες με γλυκιά γεύση (Brandle, Starrat and Gijzen, 1998). Το μοναδικό του αυτό γνώρισμα έχει κάνει την παγκόσμια κοινότητα να το χαρακτηρίσει ως το φυτό της νέας χιλιετίας και τη στεβιοζάχαρη ως τη «ζάχαρη του μέλλοντος».

Η στέβια χρησιμοποιούνταν από τις τοπικές φυλές των ινδιάνων, ως ισχυρό, θεραπευτικό και 'μαγικό' βότανο για πάρα πολλά χρόνια πριν την ανακάλυψη της Αμερικής. Σήμερα η κύρια χρήση της στέβιας είναι οι φυσικές γλυκαντικές ουσίες όπως στεβιοσίδη, ρεμπαουδιοσίδη, οι οποίες εξάγονται από τα φύλλα της, χλωρά ή ξηρά. Οι ουσίες αυτές μόνες τους ή μαζί (στεβιόλες) είναι μια λευκή, μικροκρυσταλλική ουσία όπως η κοινή ζάχαρη, αλλά με μηδέν θερμίδες και 200-450 φορές πιο γλυκιά, ανάλογα με την ποσότητα της κάθε μιας από της γλυκαντικές ουσίες.

Τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως χλωρά, ξηρά τριμμένα ή αλεσμένα ή ακόμη το εκχύλισμά τους. Τα στελέχη και τα υπολείμματα των φύλλων μετά την εξαγωγή της ζάχαρης αποτελούν ζωτροφία.

1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η *Stevia rebaudiana bertonii* είναι ένα βότανο της οικογένειας των Asteraceae (πρώην Compositae). Πήρε το όνομα του από τον Moises Santiago Bertoni που το ανακάλυψε το 1887 (Λόλας, 2009; Κωστοπούλου, 2011).

Είναι πολυετές ποώδες φυτό ύψους 0,6 μέτρων όταν είναι αυτοφυές (στα τροπικά θερμά κλίματα). Καλλιεργείται ως ετήσιο σε πιο ψυχρές περιοχές του κόσμου.

Τα φύλλα είναι μικρά, σχεδόν άμισχα, μήκους 2-3 έως 5-8 εκ. και πλάτος 1-2 έως 3-4 εκ. ανάλογα με το βιότυπο, αν και υπάρχουν και μεγαλόφυλλες ποικιλίες. Στο βλαστό φύονται σταυρωτά.

Τα άνθη αναπτύσσονται σε ταξιανθίες (κορύμβους) χρώματος λευκού, είναι σωληνοειδή και ανά 5 σε κάθε κεφαλή. Είναι ερμαφρόδιτα και γονιμοποιούνται με σταυρεπικονίαση με την βοήθεια των εντόμων. Η άνθιση του φυτού γίνεται το φθινόπωρο.

Οι βλαστοί είναι τρυφεροί αρχικά και στη συνέχεια στο στάδιο της συλλογής γίνονται ημιξυλώδεις με ύψος 50- 60 εκατοστά.

Το ριζικό του σύστημα είναι επιφανειακό κυρίως τα πρώτα έτη, γεγονός που κάνει το φυτό μη ανθεκτικό στην έλλειψη νερού και στους ισχυρούς ανέμους.

Τέλος, ο σπόρος είναι μικρός, κυλινδρικός όπως στο χαμομήλι και χρώματος μαύρου όταν είναι σε καλή κατάσταση.

1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Η παραγωγή της στέβιας μοιάζει πολύ με την παραγωγή του καπνού, τόσο προς τις εδαφοκλιματικές συνθήκες όσο και προς την περίοδο καλλιέργειας (πρώτα στα σπορεία και μετά στο χωράφι). Αναλυτικότερα (Λόλας, 2009; Κωστοπούλου, 2011):

1.3.1. Απαιτήσεις σε κλίμα- έδαφος

Τα κατάλληλα κλίματα ανάπτυξης είναι τα υποτροπικά υγρά με ύψος βροχής πάνω από 700-800 mm το έτος, τα καλά αποστραγγιζόμενα αμμώδη ή αμμοαργιλώδη εδάφη.

Το φυτό δεν αναπτύσσεται σε αλατούχα εδάφη ενώ σε αλκαλικά εδάφη ($pH \geq 8$) η ανάπτυξή του είναι περιορισμένη και αργή. Προτιμούνται τα ελαφρώς όξινα εδάφη.

Αναπτύσσεται σε θερμοκρασία από $15^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$ με μέγιστη θερμοκρασία τους $41^{\circ}C$., δηλαδή σε κλίματα που κυμαίνονται από εύκρατα ως τροπικά και δεν αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από τους $-6^{\circ}C$). Για το λόγο αυτό στη χώρα μας, η σπορεία θα πρέπει να γίνεται νωρίς την άνοιξη και η μεταφύτευση μετά την παρέλευση των τελευταίων αναμενόμενων παγετών.

1.3.2. Πολλαπλασιασμός

Ο ιδανικός τρόπος πολλαπλασιασμού του φυτού είναι αγενώς με τη χρήση μοσχευμάτων στελεχών ή φύλλων του φυτού. Δυστυχώς το κόστος είναι απαγορευτικό. Για το λόγο αυτό προτιμάται ο πολλαπλασιασμός με σπόρο σε θερμοκήπιο για 8-10 εβδομάδες για την παραγωγή φυταρίων σε θερμοκρασία $24-25^{\circ}C$. Στην περίπτωση καλλιέργειας για την παραγωγή φύλλων, είναι απαραίτητος ο συνεχής φωτισμός ώστε να αποφευχθεί η πρώιμη άνθιση.

Η μεταφύτευση γίνεται στην άνοιξη ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, π.χ. στον Καναδά γίνεται τον Μάιο ενώ στη χώρα μας μπορεί να γίνει πιο νωρίς λόγω θερμότερου κλίματος. Σπέρνεται σε αποστάσεις 50 έως 70 εκατοστά μεταξύ των γραμμών με συνολική πυκνότητα φυτείας 4.500 - 6.000 φυτών/στρ. η οποία θεωρείται και ιδανική.

1.3.3. Έδαφος - Λίπανση

Πριν τη φύτευση γίνεται όργωμα και ακολουθούν 1-2 κατεργασίες με δισκοσβάρνα ή φρέζα για να προετοιμαστεί κατάλληλα το έδαφος.

Το φυτό έχει μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, καλό όμως είναι να διενεργείται έλεγχος της σύστασης του εδάφους. Σε πειράματα στον Καναδά διαπιστώθηκε ότι η χρήση του λιπάσματος 6-24-24 σε ποσότητα 10 κιλά/στρ. πριν από τη μεταφύτευση και η χρήση 14 κιλών/στρ. λιπάσματος με ουρία μετά τη μεταφύτευση είναι ικανοποιητική. Για τη χώρα μας καλύτερη απόδοση της στέβιας παρατηρείται με την ενσωμάτωση κοπριάς στο έδαφος πριν την μεταφύτευση και λίπανση ανάλογα με τις ανάγκες των κατά τόπους περιοχών καλλιέργειας. Γενικά το άζωτο είναι το σημαντικότερο θρεπτικό στοιχείο για την στέβια καθώς σχετίζεται με την ανάπτυξη του φυλλώματος της.

1.3.4. Άρδευση- Συγκομιδή

Σε τροπικές περιοχές δεν είναι απαραίτητη η άρδευση. Σε περιοχές, όμως, όπως η Ελλάδα, απαιτείται συχνή και επιφανειακή άρδευση για καλύτερες αποδόσεις. Σε γενικές γραμμές, η άρδευση είναι απαραίτητη όταν οι άκρες των βλαστών αρχίσουν να γέρνουν. Η καταλληλότερη μέθοδος θεωρείται η στάγδην.

Η συγκομιδή γίνεται είτε ολόκληρου του φυτού είτε των φύλλων μόνο, πριν την άνθιση, με τα χέρια ή με μηχανικά μέσα. Ο χρόνος συγκομιδής εξαρτάται από την ποικιλία, το γεωγραφικό πλάτος και την καλλιεργητική περίοδο. Γενικά προτιμάται το φθινόπωρο, όταν τα φυτά είναι 40-60 εκατοστά σε ύψος. Στην Ελλάδα διαπιστώθηκε ότι μπορεί να φτάσει και τα 500 κιλά/στρ. ενώ σε χώρες όπως η Βραζιλία και η Ινδία τα 700 κιλά/στρ. ως αρδευόμενη.

Η βέλτιστη απόδοση καθώς και η καλύτερη ποιότητα και ποσότητα στεβιοσίδης επιτυγχάνονται λίγο πριν την άνθιση.

1.3.5. Ξήρανση

Στην περίπτωση κατά την οποία μετά την συλλογή δεν μεταφερθεί σε εργοστάσιο εξαγωγής της στεβιοζάχαρης, τότε πρέπει να γίνει ξήρανση της στέβιας σε σκιά, κλίβανο ή στον ήλιο οπότε επιτυγχάνεται και καλύτερη ποιότητα. Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την πυκνότητα φόρτωσης, συνήθως απαιτούνται 24-48 ώρες σε θερμοκρασία 40°C-50°C. Εκτιμάται ότι μια ποσότητα χλωρής μάζας 2.150 κιλών/στρ. αποδίδει έως 900 κιλά/στρ. ξηρού βάρους.

Αμέσως μετά, ένας ειδικά σχεδιασμένος αλωνιστής/ διαχωριστής είναι απαραίτητος για τον διαχωρισμό των ξερών φύλλων από το μίσχο. Τα ξερά φύλλα αποθηκεύονται σε χάρτινα κιβώτια με επένδυση πολυαιθυλενίου.

1.3.6. Εχθροί- Ασθένειες- Ζιζανιοκτονία

Τα έντομα που συνήθως προσβάλλουν τη στέβια είναι τα λεπιδόπτερα. Προβλήματα μπορεί να προκαλέσουν οι μύκητες του γένους *Septoria* (όπως το *Septoria steviae*), *Sclerotinia* (όπως το

Sclerotinia sclerotiorum), καθώς και οι παγετοί και οι δυνατοί άνεμοι. Επίσης ορισμένα είδη ζώων όπως τα κουνέλια και οι λαγοί μπορεί να προκαλέσουν ζημιά διότι έχει παρατηρηθεί ότι προτιμούν τα γλυκά φύλλα του φυτού.

Η ζιζανιοκτονία συνίσταται να γίνεται επαναλαμβανόμενα με τη χρήση μηχανικών μέσων. Μπορεί να απαιτηθεί και συμπληρωματική καταπολέμηση με βοτάνισμα και ζιζανιοκτόνα.

1.4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ

Η κύρια χρήση της στέβιας είναι οι φυσικές γλυκαντικές ουσίες στεβιοσίδη, ρεμπαουδιοσίδη Α, οι οποίες εξάγονται από τα φύλλα της, χλωρά ή ξερά. Έχουν τη μορφή λευκής κρυσταλλικής ουσίας, αλλά δίχως θερμίδες και πολύ γλυκιά γεύση (www.stevia.gr).

Μπορούν να αντικαταστήσουν την κοινή ζάχαρη σε οποιαδήποτε χρήση της έχοντας πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα από τη γνωστή μας ζάχαρη και τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες. Το πιο βασικό πλεονέκτημα της κρυσταλλικής, γλυκιάς ουσίας της στέβια είναι το γεγονός ότι είναι σταθερή σε θερμοκρασία ως και 200°C, ιδιότητα που επιτρέπει τη χρήση της στην μαγειρική σε αντίθεση με την συνθετική ασπαρτάμη.

Οι μεγαλύτεροι χρήστες της στεβιοσίδης είναι η βιομηχανία τροφίμων – ποτών και ζαχαροπλαστικής, αφού αντικαθιστά τη ζάχαρη και την πράσινη χρωστική, καθώς και η Ιατρική λόγω των ιδιοτήτων της στέβιας. Συγκεκριμένα, έχει θαυμάσιες αντιδιαβητικές, αντιυπογλυκαιμικές, αντιυπερτασικές, επουλωτικές αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριδιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Ενισχύει την άμυνα

του οργανισμού, έχει αντιγηραντική δράση στο δέρμα, ωφελεί στην υγιεινή του στόματος και προστατεύει από την ουλίτιδα, ενώ έχει προληπτική δράση κατά της πλάκας και τερηδόνας. Στην Κίνα, τσάι από φύλλα στέβιας συνίσταται ως ορεκτικό, ως χωνευτικό, για απώλεια βάρους ή και για μείωση της επιθυμίας για ποτό και κάπνισμα (www.fytokomia.gr).

Μερικές άλλες χρήσιμες ουσίες της στέβιας είναι οι φυτοστερόλες, η γιββερελίνη (φυτοορμόνη), χλωροφύλλη (πράσινη χρωστική).

Η στέβια χρησιμοποιείται στις διάφορες μορφές της σε περισσότερες από 20 χώρες ως υποκατάστατο της ζάχαρης, ως συμπλήρωμα διατροφής και ως συμπλήρωμα διαίτας. Στην Ιαπωνία και σε άλλες ασιατικές χώρες από τα μέσα της δεκαετίας του 70.

Τον Μάρτιο του 2010 η Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA) γνωμοδότησε ότι η στέβια και τα προϊόντα της δεν είναι καρκινογόνα, δεν είναι τοξικά και δεν είναι επικίνδυνα στην ανθρώπινη αναπαραγωγή. Από το Νοέμβριο του 2011 η Ε.Ε. επιτρέπει της χρήση στεβιοζάχαρης ως γλυκαντικής ουσίας και ως υποκατάστατο της ζάχαρης σε τρόφιμα και αναψυκτικά και ποτά.

Η Ε.Ε. και ο FAO έχουν ορίσει Ημερήσια Αποδεκτή λήψη τα 4mg/kg ισοδύναμο στεβιόλης ανά kg ζώντος βάρους (www.foof-net.org).

1.5. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η καλλιέργεια της στέβιας μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση για τις πρώην καπνοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας, αφού απαιτεί παρόμοιους χειρισμούς με την καλλιέργεια του καπνού. Δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό, το κόστος παραγωγής είναι μικρό και

οι γεωκλιματολογικές συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξή του. Εντούτοις, δεν υφίστανται πολλά πειραματικά δεδομένα που να επιβεβαιώνουν την πιθανότητα αυτή. Για το σκοπό αυτό, εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Τ.Ε.Ι.) Λάρισας ένα πείραμα καλλιέργειας στέβιας για να διερευνηθεί η επίδραση της άρδευσης και της λίπανσης στην απόδοση δύο ποικιλιών στέβιας.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλίας την καλλιεργητική περίοδο του 2013. Η φυτεία της στέβιας ήταν ήδη εγκαταστημένη στον αγρό από τον Ιούνιο του 2012. Ειδικότερα:

Σπόροι δύο ποικιλιών στέβιας ('Morita' με προέλευση την Παραγουάη, Λατινική Αμερική και 'Candy Stevia' με προέλευση το Ισραήλ, Ασία) φυτεύτηκαν σε σπορείο το Μάρτιο 2012, προκειμένου να δημιουργηθούν τα φυτάρια των δύο ποικιλιών στέβιας. Τα φυτά αυτά αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο ζιανιολογίας μέχρι το τέλος της άνοιξης, μέχρι να αποκτήσουν ύψος 8 – 12 cm. Στη συνέχεια τα φυτά μεταφυτεύθηκαν στον αγρό του Αγροκτήματος του Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας.

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους ήταν άμμος 50,9 %, άργιλος 29,1%, ίλυς 20%, pH 7,5 και οργανική ουσία 1,2%. Ο πειραματικός αγρός ήταν φυσικά μολυσμένος από περιπλοκάδα (*Convolvulus arvensis* L.), άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) και παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.), όπως επιβεβαιώνεται από οπτικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά την προηγούμενη της εγκατάστασης καλλιεργητική περίοδο. Η απομάκρυνση των ζιζανίων από τα πειραματικά τεμάχια της στέβιας γίνονταν με το χέρι (βοτάνισμα) σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Το κλίμα στην κεντρική Ελλάδα χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό με κρύους χειμώνες, θερμά καλοκαίρια και άνοιξη με λίγες βροχοπτώσεις.

2.1.1. Πειραματικό Σχέδιο και Καλλιεργητικές Φροντίδες

Τα φυτά που δημιουργήθηκαν στο σπορείο του θερμοκηπίου μεταφτεύτηκαν με το χέρι σε αποστάσεις 60 cm μεταξύ των γραμμών και 40 cm μεταξύ των φυτών στη γραμμή, προκειμένου να επιτευχθεί πυκνότητα 4150 φυτών ανά στρέμμα. Η μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε στις 5 Ιουνίου του 2012.

Πριν την τοποθέτηση των φυτών το έδαφος είχε προετοιμαστεί με όργωμα, ενώ το ψιλοχωμάτισμα έγινε με φρέζα. Ταυτόχρονα με την φύτευση εφαρμόστηκε κοκκώδης εντομοκτόνο chlorpyrifos σε δόση 3kg/στρέμμα, ώστε να αποφευχθούν προσβολές από έντομα εδάφους.

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των υπο-υποδιαιρεμένων ομάδων, με ένα πλήρες τυχαίοποιημένο σχεδιασμό τεμαχίων με τέσσερις επαναλήψεις. Τα κύρια τεμάχια αποτελούνταν από 2 επίπεδα άρδευσης [αρδευόμενα με το 75% της εξατμισοδιαπνοής (280 mm) και το 100% της εξατμισοδιαπνοής (370 mm) κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου]. Κάθε κύριο τεμάχιο είχε έκταση $30\text{ m} \times 6\text{ m} = 180\text{ m}^2$. Η στάγδην άρδευση εφαρμόστηκε σε σειρές που απείχαν μεταξύ τους 1,2 m, ενώ οι σταλάκτες απείχαν 0,5 m επάνω στο σωλήνα, ώστε να επιτευχθεί παροχή 5,7 mm νερού κάθε ώρα. Όλα τα κύρια τεμάχια χωριζόταν με διάδρομο 2 m.

Κάθε κύριο τεμάχιο ήταν χωρισμένο σε δύο υποτεμάχια μεγέθους $14\text{ m} \times 6\text{ m} = 84\text{ m}^2$, με 8 σειρές στέβιας το καθένα. Το κάθε υποτεμάχιο αντιστοιχούσε στις δύο ποικιλίες στέβιας ('Morita' και 'Candy-Stevia'). Τα υποτεμάχια ήταν χωρισμένα μεταξύ τους με διάδρομο 2 m.

Κάθε υποτεμάχιο ήταν κι αυτό διαιρεμένο σε δύο υπο-υποτεμάχια έκτασης $6\text{ m} \times 2\text{ m} = 12\text{ m}^2$, που το καθένα είχε 4 σειρές στέβιας. Το ένα

υπο-υποτεμάχιο δέχθηκε λίπανση N-P-K σε αναλογία 1-1-1, ενώ το άλλο δέχθηκε λίπανση σε αναλογία 1-1,5-1,5.

2.1.2. Συλλογή Δεδομένων

Κατά τη συγκομιδή, αξιολογήθηκε η συνολική νωπή βιομάζα, ο αριθμός βλαστών, η συνολική ξηρή βιομάζα και το βάρος των ξηρών φύλλων. Επιπλέον, στα ξηρά φύλλα προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις των κυριότερων γλυκοζιτών, δηλαδή της στεβιοσίδης και της ρεμπαοθδιοσίδης Α, ώστε να υπολογιστεί η συνολική απόδοση των δύο ποικιλιών σε αυτές τις στεβιόλες.

Η συγκομιδή των φυτών στέβιας έγινε με το χέρι σε μία από τις κεντρικές γραμμές μήκους 5 m κάθε υποτεμαχίου. Έγιναν συνολικά δύο κοπές. Η πρώτη τον Ιούλιο του 2013 και η δεύτερη το Σεπτέμβριο του 2013. Μετά από κάθε συγκομιδή, η αποξήρανση των κομμένων βλαστών στέβιας έγινε για 5 μέρες σε ανοικτό (πλήρως αεριζόμενο) θερμοκήπιο και υπό θερμοκρασία ημέρας περίπου στους 29 °C, μέχρι να επιτευχθεί ένα ομοιόμορφο επίπεδο υγρασίας. Στη συνέχεια, διαχωρίστηκαν με το χέρι τα φύλλα από τους βλαστούς της στέβιας και τα φύλλα αλέστηκαν σε μύλο 2 mm, ώστε να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των γλυκοζιτών.

Η συγκέντρωση των γλυκοζιτών σε 24 δείγματα που πάρθηκαν στην πρώτη συγκομιδή του 2012 προσδιορίστηκε με τη χημική μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας (LPLC/DAD) (Ahamed και Doberstein, 1982) στο Εργαστήριο Φυσικοχημικών Αναλύσεων του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων (ΙΤΕΓΕΠ, Λυκόβρυση Αττικής). Τα δείγματα αυτά αλέστηκαν σε μύλο 2 mm και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν για την παραλαβή των φασμάτων (Hearn και Subedi,

2009) τους σε αναλυτή πλησίον του υπέρυθρου ακτινοβολίας (NIR) (Model SpectraAlyzer, ZEUTEC OPTO-ELEKTRONIK GmbH, Rendsburg).

2.1.3. Προσδιορισμός μαθηματικού μοντέλου

Για τον υπολογισμό της καταλληλότερης μαθηματικής εξίσωσης που περιγράφει τη σχέση μεταξύ των φασμάτων των ξηρών φύλλων στέβιας και των συγκεντρώσεων στεβιοσίδης και ρεμπαουδιοσίδης σε αυτά τα φύλλα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Application Worx 2.1.5 της ZEUTEC (Germany).

Για κάθε γλυκοζίτη (στεβιοσίδη και ρεμπαουδιοσίδη) χρησιμοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν ως προς την ακρίβεια και επαναληψιμότητά τους δύο μοντέλα εξισώσεων: το MLR (Multi Linear Regression model) και το PLSR (Partial Least Squares Regression model).

Η απόδοση σε στεβιόλες της στέβιας υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την στρεμματική απόδοση σε ξηρά φύλλα με την αντίστοιχη συγκέντρωση των ξηρών φύλλων σε στεβιοσίδη ή ρεμπαουδιοσίδη.

2.1.4. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα των συστατικών απόδοσης της στέβια (ολικό νωπό βάρος, αριθμός βλαστών, ολικό ξηρό βάρος, ξηρό βάρος φύλλων, συγκέντρωση στεβιολών) αναλυθήκαν χρησιμοποιώντας παραγοντική ανάλυση υπο-υποδιαιρεμένων τεμαχίων (επίπεδα άρδευσης x επίπεδα λίπανσης x ποικιλίες στέβιας). Η ομοιογένεια των διακυμάνσεων ελέγχθηκε με το Bartlett's test.

Το στατιστικό πρόγραμμα MSTAT (MSTAT-C, 1998) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Το κριτήριο Tukey's

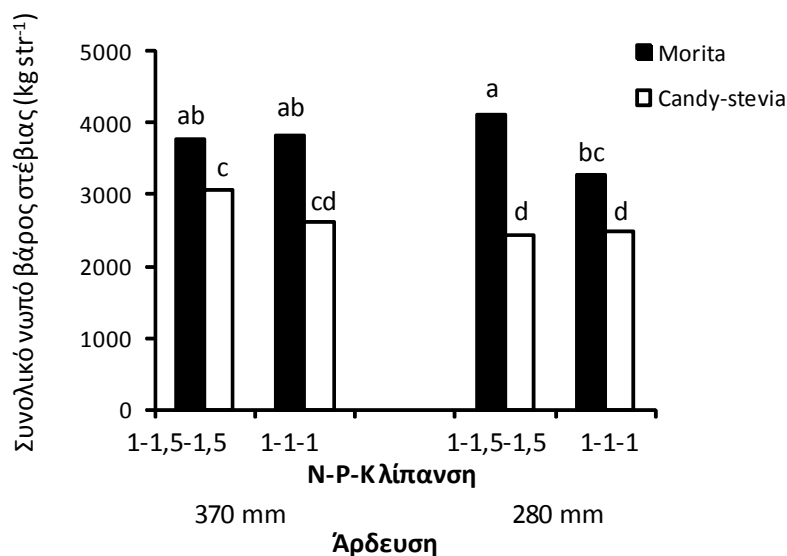
Honestly Significant Difference test χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση στατιστικώς σημαντικών διαφορών σε επίπεδο σημαντικότητας $P = 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΒΙΟΜΑΖΑ

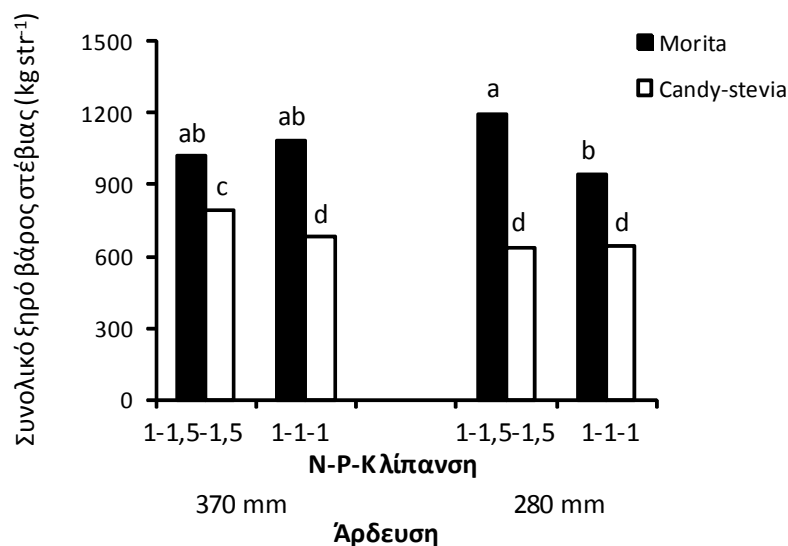
Τα αποτελέσματα των συστατικών απόδοσης της στέβιας έδειξαν ότι στην πρώτη κοπή (Ιούλιος 2013) και οι δύο ποικιλίες έδωσαν μεγαλύτερη απόδοση σε ξηρά φύλλα και στεβιόλες από ό,τι στη δεύτερη κοπή (Σεπτέμβριος 2013). Εντούτοις, τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται παρακάτω αποτελούν το άθροισμα των δύο κοπών του 2013.

Τα αποτελέσματα του συνολικού νωπού βάρους έδειξαν ότι τη μεγαλύτερη βιομάζα παρήγαγε η ποικιλία 'Morita' (Σχήμα 1). Η λίπανση επηρέασε την απόδοση σε νωπό βάρος μόνο εκεί όπου εφαρμόστηκε το 75% της εξατμισοδιαπνοής. Ειδικότερα, ήταν μικρότερη στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε η αναλογία 1-1-1 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Η ποικιλία 'Candy-stevia' έδειξε τη μεγαλύτερη απόδοση όταν αρδεύτηκε με το 100% της εξατμισοδιαπνοής και λιπάνθηκε με την αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Στα πειραματικά που αρδεύτηκαν με το 75% της εξατμισοδιαπνοής, η αναλογία των λιπαντικών στοιχείων δεν επηρέασε την απόδοση της ποικιλίας αυτής σε συνολικό νωπό βάρος, αλλά ήταν ελαφρώς μικρότερη από εκείνη των φυτών που αρδεύτηκαν με το 100% της εξατμισοδιαπνοής.



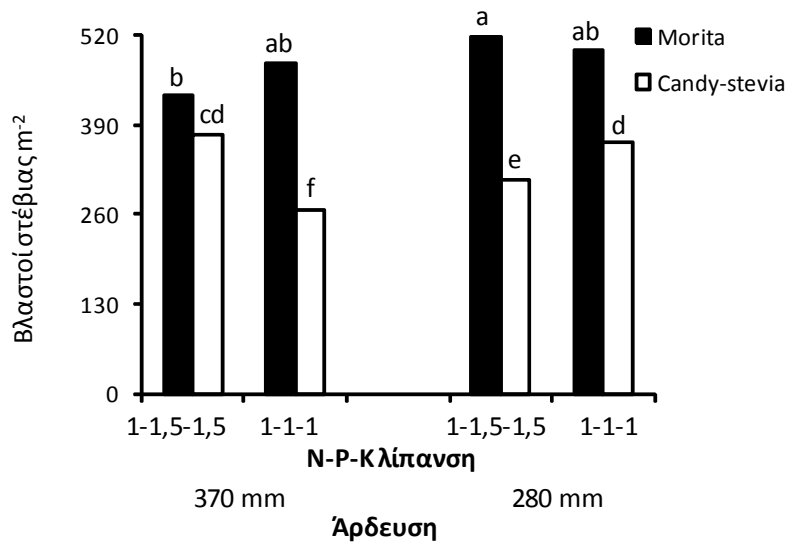
Σχήμα 1. Επίδραση της άρδευσης και της αναλογίας λιπαντικών στοιχείων N, P και K στο συνολικό νωπό βάρος δύο ποικιλιών στέβιας, κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειάς τους στη Λάρισα.

Τα αποτελέσματα του συνολικού ξηρού βάρους έδειξαν ότι τη μεγαλύτερη βιομάζα παράγαγε η ποικιλία 'Morita' (Σχήμα 2). Η λίπανση επηρέασε την απόδοση σε ξηρό βάρος μόνο εκεί όπου εφαρμόστηκε το 75% της εξατμισοδιαπνοής. Ειδικότερα, ήταν μικρότερη στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε η αναλογία 1-1-1 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Η ποικιλία 'Candy-stevia' έδειξε τη μεγαλύτερη απόδοση όταν αρδεύτηκε με το 100% της εξατμισοδιαπνοής και λιπάνθηκε με την αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Στα πειραματικά που αρδεύτηκαν με το 75% της εξατμισοδιαπνοής, η αναλογία των λιπαντικών στοιχείων δεν επηρέασε την απόδοση της ποικιλίας αυτής σε συνολικό ξηρό βάρος, αλλά ήταν ελαφρώς μικρότερη από εκείνη των φυτών που αρδεύτηκαν με το 100% της εξατμισοδιαπνοής.



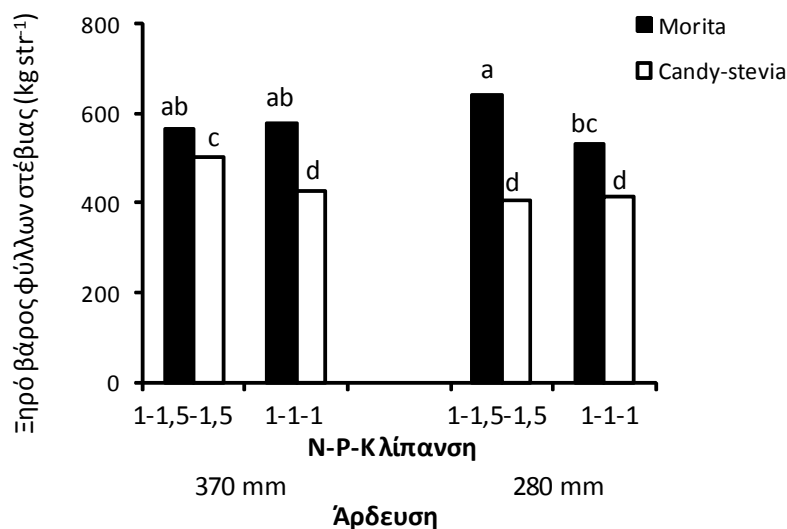
Σχήμα 2. Επίδραση της άρδευσης και της αναλογίας λιπαντικών στοιχείων N, P και K στο συνολικό ξηρό βάρος δύο ποικιλιών στέβιας, κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειάς τους στη Λάρισα.

Τα αποτελέσματα του αριθμού βλαστών έδειξαν ότι η ποικιλία 'Morita' παρήγαγε περισσότερους βλαστούς από ό,τι η ποικιλία 'Candy-stevia' (Σχήμα 3). Η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά τον αριθμό βλαστών της ποικιλίας 'Morita', αλλά επηρέασε τον αριθμό βλαστών της ποικιλίας 'Candy-stevia'. Ειδικότερα, η ποικιλία αυτή όταν αρδεύτηκε με το 100% της εξατμισοδιαπνοής έδειξε μεγαλύτερο αριθμό βλαστών όταν λιπάνθηκε με την αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Αντίθετα, όταν αρδεύτηκε με το 75% της εξατμισοδιαπνοής έδειξε μεγαλύτερο αριθμό βλαστών όταν λιπάνθηκε με την αναλογία 1-1-1 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K.



Σχήμα 3. Επίδραση της άρδευσης και της αναλογίας λιπαντικών στοιχείων N, P και K στον αριθμό βλαστών δύο ποικιλιών στέβιας κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειάς τους στη Λάρισα.

Τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους φύλλων έδειξαν ότι τη μεγαλύτερη βιομάζα παρήγαγε η ποικιλία 'Morita' (Σχήμα 4). Η λίπανση επηρέασε την απόδοση σε νωπό βάρος μόνο εκεί όπου εφαρμόστηκε το 75% της εξατμισοδιαπνοής. Ειδικότερα, ήταν μικρότερη στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε η αναλογία 1-1-1 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Η ποικιλία 'Candy-stevia' έδειξε τη μεγαλύτερη απόδοση όταν αρδεύτηκε με το 100% της εξατμισοδιαπνοής και λιπάνθηκε με την αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Στα πειραματικά που αρδεύτηκαν με το 75% της εξατμισοδιαπνοής, η αναλογία των λιπαντικών στοιχείων δεν επηρέασε την απόδοση της ποικιλίας αυτής σε ξηρό βάρος φύλλων, αλλά ήταν ελαφρώς μικρότερη από εκείνη των φυτών που αρδεύτηκαν με το 100% της εξατμισοδιαπνοής.



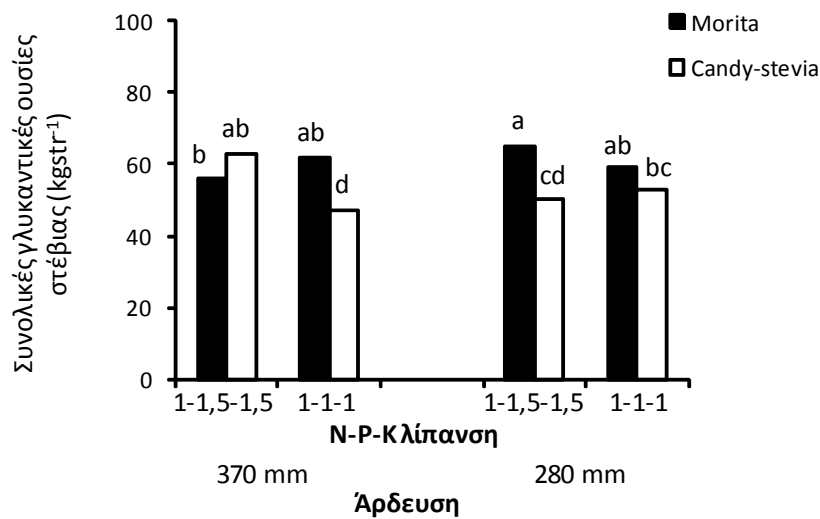
Σχήμα 4. Επίδραση της άρδευσης και της αναλογίας λιπαντικών στοιχείων N, P και K στο συνολικό ξηρό βάρος των φύλλων δύο ποικιλιών στέβιας κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειάς τους στη Λάρισα.

3.2. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΣΕ ΣΤΕΒΙΟΛΕΣ

Οι συγκεντρώσεις των γλυκοζιτών στεβιοσίδη και ρεμπαουδιοσίδη A στα ξηρά φύλλα της ποικιλίας ‘Morita’ κυμάνθηκαν από 5,56% έως 6,07% και από 3,40 έως 3,94, αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις στα ξηρά φύλλα της ποικιλίας ‘Candy-stevia’ κυμάνθηκαν από 7,15% έως 7,91% και από 3,78% έως 4,22% (τα δεδομένα αυτά δε παρουσιάζονται).

Τα αποτελέσματα της απόδοσης σε στεβιόλες (στεβιοσίδη και ρεμπαουδιοσίδη A) των ξηρών φύλλων στέβιας έδειξαν ότι η ποικιλία ‘Morita’ παρήγαγε, στις περισσότερες περιπτώσεις, μεγαλύτερη

ποσότητα στεβιολών, από ό,τι η ποικιλία 'Candy-stevia' (Σχήμα 5). Η λίπανση επηρέασε, σε ορισμένες περιπτώσεις, την απόδοση σε στεβιόλες. Ειδικότερα, η ποικιλία 'Candy-stevia' όταν αρδεύτηκε με το 100% της εξατμισοδιαπνοής έδειξε μεγαλύτερη απόδοση σε στεβιόλες όταν λιπάνθηκε με αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K. Αντίθετα, όταν οι δύο ποικιλίες αρδεύτηκαν με το 75% της εξατμισοδιαπνοής, η αναλογία των τριών λιπαντικών στοιχείων δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση σε στεβιόλες.



Σχήμα 5. Επίδραση της άρδευσης και της αναλογίας λιπαντικών στοιχείων N, P και K στο συνολικό βάρος γλυκαντικών ουσιών (στεβιοσίδη και ρεμπαουδιοσίδη A) δύο ποικιλιών στέβιας κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειάς τους στη Λάρισα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η απόδοση σε ξηρά φύλλα της ποικιλίας 'Morita' ξεπέρασε σε ορισμένες περιπτώσεις τα 600 kg/στρ. Και ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της ποικιλίας 'Candy stevia' κατά το δεύτερο έτος καλλιέργειας στην περιοχή της Λάρισας. Η ποικιλία 'Morita' είναι η περισσότερο διαδεδομένη ποικιλία στον κόσμο, ενώ η ποικιλία 'Candy stevia' είναι σχετικά νεότερη. Εντούτοις, δεδομένα απόδοσης σε Ελληνικές συνθήκες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στη βιβλιογραφία. Προσέτι, οι αποδόσεις των δύο ποικιλιών σε στεβιόλες ήταν παρόμοιες και ξεπερνούσαν στις περισσότερες περιπτώσεις το 10%. Παρόμοιες αποδόσεις στέβιας σε ξηρά φύλλα και στεβιόλες αναφέρονται και από τον Brandle κ.ά. (1998).

Η αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K έδειξε ότι επηρεάζει θετικά την απόδοση της στέβιας σε βιομάζα και στεβιόλες. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην μεγαλύτερη ποσότητα καλίου που απομακρύνεται με τα φύλλα από το έδαφος, σε σύγκριση με το άζωτο (Kumar κ.ά., 2013).

Οι απαιτήσεις της στέβιας σε άρδευση είναι σχετικά υψηλές και πρέπει να εξασφαλίζεται με αυτή τουλάχιστον το 100% της εξατμισοδιαπνοής. Για την περιοχή της Λάρισας αυτή η ποσότητα αντιστοιχεί περίπου σε 350-370 mm νερού κατά την καλλιεργητική περίοδο. Εντούτοις, τα τελευταία έτη γίνονται προσπάθειες δημιουργίας γενότυπων στέβιας με αντοχή σε συνθήκες μειωμένης εδαφικής υγρασίας (Yadav κ.ά., 2011).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα παραπάνω αποτελέσματα επιτρέπουν την εξαγωγή των κάτωθι συμπερασμάτων:

1. Η καλλιέργεια της στέβιας στη Θεσσαλία είναι εφικτή εκεί όπου υπάρχει επάρκεια νερού άρδευσης και δυνατότητα για εφαρμογή συχνών αρδεύσεων.
2. Καθοριστικός παράγοντας για την επίτευξη μεγάλων αποδόσεων είναι η επιβίωση των φυτών από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, ώστε να πραγματοποιηθούν τουλάχιστον δύο κοπές.
3. Η ποικιλία 'Morita' δίνει μεγαλύτερη απόδοση σε βιομάζα, αλλά περιέχει μικρότερο ποσοστό στεβιολών από ό,τι η ποικιλία 'Candy-stevia'.
4. Η αναλογία 1-1,5-1,5 των λιπαντικών στοιχείων N-P-K είναι καταλληλότερη, στις περισσότερες περιπτώσεις, διότι αυξάνει την απόδοση της στέβιας.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahamed, M.S. and R.H. Doberstein. 1982. High performance liquid chromatography separation and quantitation of stevioside, rebaudioside-A and rebaudioside-C. *Journal of Chromatography* 236:523-526.
- Brandle, J. E., A.N. Starrat, and Gijzen. 1998. *Stevia rebaudiana*: Its agricultural, biological, and chemical properties. *Canadian Journal of Plant Science* 78:527-536.
- Harrington, K.C., R.C. Southward, K.L. Kitchen and X.Z. He. 2011. Investigation of herbicides tolerated by *Stevia rebaudiana* crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 39:21-33.
- Hearn, L.K. and P.P. Subedi. 2009. Determining leaves of steviol glycosides in the leaves of *Stevia rebaudiana* by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis* 22:165-168.
- Kinghorn, A.D. and D.D. Soejarto. 1985. Current status of stevioside as a sweetening agent for human uses. In: *Economic and Medical Plant Research, Vol 1*. Academic Press, London. pp. 1-52.
- Kumar, R., Sharma S. and Prasad R. 2013. Yield, Nutrient Uptake, and Quality of *Stevia* as Affected by Organic Sources of Nutrient. *Communication in Soil and Plant Analysis* 44:3137-3149.
- Κωστοπούλου, Γ. 2011. ΣΤΕΒΙΑ. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, Δ/νση Παραγωγής, Αξιοποίησης Προϊόντων Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας.
- Λόλας, Π. 2009. Καλλιέργεια Στέβιας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Yadav, A.K., S. Singh, D. Dhyan, and P.S. Ahuja. 2011. A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. Canadian Journal of Plant Science 91:1-27.

Διαδικτυακές πηγές

www.fytokomia.gr

www.stevia.gr

www.food-net.org

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Φωτογραφίες από την καλλιέργεια του φυτού στέβια.





