

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Σύγχρονα Συστήματα Αγροτικής Παραγωγής στο Μεσογειακό Χώρο με
Έμφαση στην Αειφορική Παραγωγή και τη Χρησιμοποίηση Νέων
Τεχνολογιών

Μεταπτυχιακή Διατριβή
Στέβια & παρασκευή προϊόντων σοκολάτας

Τζιαστούδη Αγγελική

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ (ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ)

Επίκουρος Καθηγήτρια, Διευθύντρια Εργαστηρίου Τεχνολογίας και Ελέγχου
Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων

ΓΕΜΤΟΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ

Καθηγητής, Διευθυντής Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας

ΝΑΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Επίκουρος Καθηγητής, Διευθυντής Εργαστηρίου Βιομετρίας

Ευχαριστίες

Σαν ελάχιστο δείγμα εκτίμησης και ευγνωμοσύνης απευθύνω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα της πτυχιακής μου διατριβής κ. Γιαννούλη Περσεφόνη, Επίκουρο Καθηγήτρια, Διευθύντρια Εργαστηρίου Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την έμπρακτη υποστήριξη και βοήθεια της, το αμέριστο ενδιαφέρον της και τη συμβολή της στο σχεδιασμό και στη διεξαγωγή των πειραμάτων καθώς και στην τελική διαμόρφωση και διόρθωση του κειμένου της εργασίας, της οποίας υπήρξε εμπνευστής.

Επίσης, θα ήθελα να απευθύνω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Γέμτο Θεοφάνη, Καθηγητή Γεωργικής Μηχανολογίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις πολύτιμες διορθώσεις και την ευγενή παραχώρηση της συσκευής αναλυτή δομής Computer Controlled Electronic Tensile Tester. Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Νάκα Χρήστο, Επίκουρο Καθηγητή Βιομετρίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τα εποικοδομητικά του σχόλια στη διόρθωση της διατριβής.

Θα ήταν παράληψη μου να μην ευχαριστήσω τη φίλη μου Γεωργουδάκη Τριανταφυλλιά για τη βοήθεια της κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και την αμέριστη συμπαράσταση που μου προσέφερε.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την αγαπημένη μου ξαδέρφη Αρχοντή Δήμητρα για την πολύτιμη βοήθεια της στη συγγραφή της διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου την οικογένεια μου για την ηθική και οικονομική υποστήριξη της και την αμέριστη συμπαράσταση της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Σελ.

Περίληψη	6
Summary	7
1. Σοκολάτα	8
1.1 Ιστορική αναδρομή σοκολάτας	9
1.1.1 Η σοκολάτα στη βιομηχανική εποχή	10
1.2 Είδη σοκολάτας	12
1.2.1 Τύποι σοκολάτας	13
1.3 Συστατικά	14
1.3.1 Κόκκοι κακάο	14
1.3.1.1 Κακαόδενδρο	14
1.3.1.2 Συγκομιδή	15
1.3.1.3 Ζύμωση	17
1.3.1.4 Ξήρανση – Αποθήκευση	18
1.3.1.5 Καβούρντισμα	19
1.3.1.6 Λίχνισμα	19
1.3.1.7 Αλκαλιοποίηση	20
1.3.1.8 Λείανση-ραφινάρισμα	20
1.3.1.9 Απομάκρυνση του βούτυρο κακάο – (Κονσάρισμα)	20
1.4 Ζάχαρη και υποκατάστατα ζάχαρης	21
1.4.1 Ζάχαρη και τα προϊόντα της	21
1.4.2 Λακτόζη	22
1.4.3 Χαρούπι	22
1.4.4 Φρουκτόζη	23
1.4.4.1 Ιδιότητες	23
1.4.4.2 Χημικοί τύποι	23
1.4.5 Στέβια	24
1.4.6 Λεκιθίνη	24
1.4.7 Άλλες ουσίες	24
1.4.7.1 Ινουλίνη	24
1.5 Γάλα και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα	25
1.6 Τεχνολογία	26
1.6.1 Παρασκευάζοντας προϊόντα σοκολάτας	26
1.6.2 Σκλήρυνση	27
1.6.2.1 Αποθήκευση υγρής σοκολάτας	27
1.6.2.2 Σκλήρυνση με το χέρι	28
1.7 Χαρακτηριστικές ιδιότητες της σοκολάτας	29
2. Στέβια	31
2.1 Εισαγωγή	32
2.2 Προέλευση & Ιστορία	33
2.3 Γεωργικό αντίκτυπο & Χρήση	34
2.4 Βοτανική περιγραφή	35

2.4.1. Πρότυπο ανάπτυξης	36
2.4.2. Ριζικό σύστημα	36
2.4.3. Στέλεχος	37
2.4.4. Φύλλα	37
2.4.5. Άνθη	38
2.5 Χημική σύσταση στέβιας	38
2.6 Γλυκαντικές ουσίες στέβιας – στεβιοσίδης	38
2.7 Ιδιότητες στέβιας	42
2.8 Χρήσεις στέβιας	44
2.9 Φυσικές και συνθετικές γλυκαντικές ουσίες	46
2.9.1 Φυσικές γλυκαντικές ουσίες	47
2.9.1.1 Θαυματινή	48
2.9.1.2 Γλυκηρριζινικό οξύ	48
2.9.1.3 Διυδροχαλκόνες	48
2.9.2 Συνθετικές γλυκαντικές ύλες	48
2.9.2.1 Ασπαρτάμη	49
Σκοπός	50
3. Υλικά και Μέθοδοι	51
3.1 Μέρος Α'	52
3.2 Μέρος Β'	53
3.2.1 Παρασκευή σοκολάτας	53
3.2.2 Υλικά	53
3.2.3 Μεθοδολογία	54
3.2.3.1 Μέτρηση σκληρότητας	54
3.2.3.2 Μέτρηση χρώματος	54
3.2.3.3 Τεστ γευσιγνωσίας	55
3.2.4 Στατιστική ανάλυση	55
4. Αποτελέσματα	56
4.1 Σοκολάτες εμπορίου	57
4.1.1 Μετρήσεις δομής	57
4.1.2 Μετρήσεις χρώματος	59
4.1.3 Τεστ γευσιγνωσίας	60
4.2 Σοκολάτες εργαστηρίου	63
4.2.1 Μετρήσεις δομής	63
4.2.2 Μετρήσεις χρώματος	64
4.3 Σοκολάτες με ινουλίνη	65
4.3.1 Μετρήσεις δομής	65
4.3.2 Μετρήσεις χρώματος	68
5. Συμπεράσματα	69
6. Βιβλιογραφία	71

Περίληψη

Στη διατριβή αυτή μελετήθηκε ο ρόλος της στέβιας στην παρασκευή προϊόντων σοκολάτας. Στο πρώτο μέρος της διατριβής μελετήθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σοκολατών του εμπορίου που περιέχουν κοινή ζάχαρη ή/και άλλες γλυκαντικές ύλες. Στόχος ήταν να δούμε χαρακτηριστικά όπως η υφή, η δομή και το χρώμα και ρόλος των γλυκαντικών υλών σε αυτά. Επίσης οι σοκολάτες του εμπορίου αξιολογήθηκαν και ως προς την γεύση.

Στο δεύτερο μέρος της διατριβής μελετήθηκε ο τρόπος παρασκευής σοκολάτας στο εργαστήριο. Εκεί μελετήθηκαν τα προβλήματα παρασκευής σοκολάτας κουβερτούρας. Η παρασκευή σοκολάτας συνεχίστηκε με αντικατάσταση της ζάχαρης κυρίως με στέβια. Τέλος, πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη μεταξύ των σοκολατών του εμπορίου και των σοκολατών που παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο ως προς βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Summary

In this diploma thesis, the role of stevia has been studied in the preparation of chocolate products. In the first part of the thesis the quality characteristics of the chocolate trafficking that consists common sugar or/other sweetening additives have been studied too. Our aim was to observe characteristics like the texture, the structure, the colour and the role of the sweeteners in these. Also, the chocolate trafficking has been valuated concerning the taste.

In the second part of the thesis there has been studied the way of the chocolate preparation in the laboratory. The problems of the dark chocolate preparation have been studied too. The chocolate preparation continued with the substitution of sugar mostly to stevia. Finally, it has been carried out a comparative study between the chocolate trafficking and the chocolate that has been prepared in the laboratory as to the basic quality characteristics.

1.Σοκολάτα

1.1 Ιστορική αναδρομή σοκολάτας

Προκειμένου να μελετηθεί η ιστορία της σοκολάτας και του κακάο, πρέπει να ξεκινήσει ένα ασυνήθιστο ταξίδι μέσα στο χρόνο και το γεωγραφικό χώρο. Η ιστορία της, καλύπτει μια μεγάλη περίοδο από την μακρινή αρχαιότητα, μέχρι και σήμερα. Ιστορικά στοιχεία για τη χρήση της εμφανίζονται σε όλες τις ηπείρους και σε όλα τα κλίματα, από τροπικά δάση ως τις βόρειες παγετώδεις χώρες, από την Αφρική μέχρι και τον Ατλαντικό ωκεανό (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012)

Οι πρώτες φυτείες κακάο εγκαταστάθηκαν από τους Μάγια στα πεδινά της νότιας Γιουκατάν πριν από 2600 χρόνια (Le Rénérend et al., 2008). Δέντρα κακάο είχαν καλλιεργηθεί από τους Αζτέκους του Μεξικού και των Ίνκας του Περού, όταν οι Ευρωπαίοι ανακάλυψαν την Κεντρική Αμερική (Beckett, 2008).

Το κακάο είναι φυτικό διατροφικό προϊόν, το οποίο παράγεται μετά από επεξεργασία των καρπών του κακαόδεντρου (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Το κακάο, οφείλει την ονομασία του στους Μάγια και στους Ισπανούς. Οι ιθαγενείς ονόμαζαν το σημερινό «κακάο», «*kaj-kab*» τα οποία μεταφράζονται «βούτυρο- χυμός» αντίστοιχα. Αργότερα, όταν το κακάο έγινε γνωστό και στην Ισπανία, οι Ισπανοί για δική τους ευκολία, το μετέτρεψαν σε «*kahkah*». Οι Μάγια δίνανε στο ρόφημα, την κατάληξη «*atl*», το οποίο σημαίνει υγρό ή νερό και όλο μαζί γραφόταν «*kajkabatl*», το οποίο στα Ισπανικά έγινε «*kahkahuat*» και με την πάροδο του χρόνου για διευκόλυνση τους, έγινε *cacahuatl* ή *cacaoatl*. Τελικά η κατάληξη «*atl*» αφαιρέθηκε και επικράτησε η ονομασία *cacao*. Πλέον η διαφορά μεταξύ της λέξης *cacao* και *cocoa*, είναι ότι η πρώτη χρησιμοποιείται για το δέντρο του κακάο ή τους καρπούς του (*cacao tree*, *cacao bean*) ενώ η δεύτερη χρησιμοποιείται για τα παράγωγα του, όπως είναι η σκόνη κακάο, το βούτυρο κακάο κτλ. (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Η ιστορία του κακάο περιλαμβάνει μια σειρά συναρπαστικών γεγονότων, μύθων και ιστοριών, βασιλιάδων, ευγενών, εξερευνητών, επιστημόνων και Θεών. Το κακάο ήταν στο κέντρο της ιατρικής, της διατροφής και της θρησκείας από τα πρώτα χρόνια του ανθρώπινου πολιτισμού (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Η φυλή των Μάγια, χρησιμοποιούσε τον καρπό του κακαόδεντρου σε ιεροτελεστίες προς τιμή των Θεών και σε πολιτισμικά έθιμα, κάτι το οποίο προκύπτει από κείμενα και πληροφορίες που συνδέονται με πραγματικά κατάλοιπα σοκολάτας σε μαγειρικά σκεύη της εποχής. Χρησιμοποιούσαν τους καρπούς του κακαόδεντρου ως δυναμωτικό και θεραπευτικό ρόφημα αλλά και ως νόμισμα ή καταβολή φόρων (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Στη συνέχεια, όταν οι Αζτέκοι, γύρω στο 1300 μ.Χ. κατέλαβαν περιοχές των Μάγια, μιμήθηκαν και αρκετά από τα έθιμα τους. Αναφέρεται, ότι ο λαός των Αζτέκων, πίστευε ότι ο Θεός του χρυσού φεγγαριού και των παγωμένων νερών, Κουετσακοάτλ, ταξίδεψε στην γη πάνω στην ακτίνα φωτός του αυγερινού, φέρνοντας μαζί του από τον παράδεισο το κακαόδέντρο για να το προσφέρει στους ανθρώπους ως πολύτιμο δώρο. Ο Κουετσακοάτλ, έκανε επισκέψεις στους ιθαγενείς και τους μάθαινε πώς να καλλιεργούν και να επεξεργάζονται σωστά το κακαόδέντρο, πώς να

καβουρδίζουν και να αλέθουν τους σπόρους του και να παρασκευάζουν από αυτούς μια θρεπτική πάστα διαλυτή στο νερό που ονόμαζαν “*xocolatl*”. Το “*xocolatl*” ή «πικρό νερό», ήταν ένα αφέψημα από καβουρντισμένους και αλεσμένους κόκκους κακάο, ανακατεμένους με νερό (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Ο Χριστόφορος Κολόμβος έφερε πίσω ορισμένους κόκκους κακάο στην Ευρώπη ως περιέργεια, αλλά ήταν μόνο μετά αφού οι Ισπανοί κατέκτησαν το Μεξικό το οποίο το Don Cortez εισήγαγε το ρόφημα στην Ισπανία στη δεκαετία του 1520. Εδώ η ζάχαρη προστέθηκε για να ξεπεραστεί ορισμένες από τις πικρές, στυφές γεύσεις, αλλά το ρόφημα παρέμεινε σχεδόν άγνωστο στην υπόλοιπη Ευρώπη για σχεδόν εκατό χρόνια, ερχόμενο στην Ιταλία το 1606 και στη Γαλλία το 1657. Ήταν πολύ ακριβό και ως ένα ρόφημα για την αριστοκρατία, η εξάπλωσή του ήταν συχνά μέσω συνδέσεων μεταξύ των ισχυρών οικογενειών. Για παράδειγμα, η Ισπανίδα πριγκίπισσα Άννα της Αυστρίας το εισήγαγε στο σύζυγό της βασιλιά Λουδοβίκο XIII της Γαλλίας και στο Γαλλικό δικαστήριο περίπου το 1615. Ο Καρδινάλιος Ρισελιέ το απολάμβανε τόσο ως ρόφημα, όσο ως βοηθητικό για την πέψη του (Beckett, 2008).

Γρήγορα οι άνθρωποι εμπνεύστηκαν εναλλακτικούς τρόπους ώστε να γεύονται το κακάο και τελικά δημιούργησαν τη σοκολάτα. Σήμερα το κακάο και κυρίως η σοκολάτα καταναλώνονται ευρέως ως γλυκίσματα σε όλο τον κόσμο και διακατέχουν σημαντικό ρόλο στα έθιμα διαφόρων κρατών (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.1.1 Η σοκολάτα στη βιομηχανική εποχή

Η βιομηχανική επανάσταση τον 19ου αιώνα έφερε τεχνολογικές προόδους που άλλαξαν όχι μόνο τη πορεία της ιστορίας για τη σοκολάτα, αλλά και το ίδιο της το σχήμα. Τότε για πρώτη φορά, δημιουργήθηκαν οι γνωστές πλάκες σοκολάτας, καθώς και τα γεμιστά σοκολατάκια που όλοι γνωρίζουμε και αγαπάμε. Ωστόσο, το μεγαλύτερο επίτευγμα, ήταν η είσοδος του κακάο με την μορφή σκόνης. Μ' αυτόν τον τρόπο η σοκολάτα δεν αποτελούσε πλέον ένα δυσπρόσιτο αγαθό και ο δρόμος για σπιτικά γλυκίσματα και σοκολατένια επιδόρπια ήταν πλέον ανοιχτός.

Αρχικά η σοκολάτα ήταν διαθέσιμη μόνο ως ένα πικρό, ζεστό ρόφημα. Το ρόφημα αυτό δεν είχε την ίδια σύσταση με τη ζεστή σοκολάτα που απολαμβάνουμε σήμερα. Το 1590, υπέστη την πρώτη μεταποίηση, θέτοντας τα θεμέλια για την αγαπημένη γλυκιά συνταγή σοκολάτας που είναι ευρέως γνωστή σήμερα. Αυτό συνέβη, όταν Ισπανοί μοναχοί πρόσθεσαν μέλι, βανίλια και ζάχαρη στο ρόφημα προσαρμόζοντας το στις ευρωπαϊκές προτιμήσεις.

Ακόμη και μετά την προσθήκη γλυκαντικών, το ρόφημα δεν είχε την ίδια σύσταση με τη ζεστή σοκολάτα που απολαμβάνουμε σήμερα, κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε βούτυρο κακάο, το οποίο επέπλεε στην επιφάνειά του σχηματίζοντας κηλίδες. Μία από τις πιο συχνές μεθόδους αφαίρεσης του, ήταν η προσθήκη αμυλωδών ουσιών στο ρόφημα, (όπως σκόνη αραβοσίτου) οι οποίες απορροφούσαν το λίπος, αλλοίωναν όμως τη γεύση της σοκολάτας.

Ο δρόμος για τη μαζική παραγωγή και τη σημερινή συνταγή σοκολάτας, άνοιξε όταν το 1728, το βρετανικό εργοστάσιο British Fry, χρησιμοποίησε υδραυλικό εξοπλισμό για την άλεση των κόκκων κακάο. Ωστόσο το πρώτο εργοστάσιο

σοκολάτας, ιδρύθηκε μερικές δεκαετίες αργότερα, από τον Τζέιμς Μπέικερ έξω από τη Βοστώνη και το 1778 ο Γάλλος Ντορέτ, κατασκεύασε την πρώτη αυτόματη μηχανή άλεσης κακαοβάλανων.

Το 1828, η εφεύρεση του Ολλανδού φαρμακοποιού, Βαν Χούτεν (*Coenraad Van Houten*), έφερε την επανάσταση στην παραγωγή των προϊόντων κακάο και σοκολάτας. Ο Ολλανδός, εφηύρε την πρέσα κακάο, η οποία διαχώρισε επιτυχώς το μεγαλύτερο μέρος βουτύρου κακάο, από το επεξεργασμένο κακάο. Μέχρι τότε η επεξεργασία του κακάο και η άλεσή του, γινόταν χειρονακτικά με πέτρες «αλέσματος» που τις εισάγανε στην Ευρώπη από την Αμερική. Αυτή η επεξεργασμένη κακαομάζα, περιείχε 53% βούτυρο κακάο, ενώ η υδραυλική πρέσα, μείωσε το βούτυρο κακάο στο 27%. Το αποτέλεσμα, ήταν η δημιουργία μιας λεπτόκοκκης σκόνης κακάο, η οποία πολύ πιο εύκολα διαλύεται στο νερό και σε άλλα υγρά. Για την καλύτερη ανάμιξη της σκόνης με υγρά και για να κάνει πιο ήπια τη γεύση του κακάο, ο Βαν Χούτεν, πρόσθεσε στη σκόνη αλκαλικά άλατα (όπως μαγειρική σόδα), μια διαδικασία παγκοσμίως γνωστή ως «*dutching*». Με την προσθήκη της σκόνης κακάο στο εμπόριο, η δημιουργία μαλακών και εύπλαστων προϊόντων είναι πλέον γεγονός διαμορφώνοντας σταδιακά τις πρώτες πλάκες σοκολάτας και αργότερα ακόμη πιο περίπλοκα γλυκίσματα (Cidell and Alberts, 2006)

Το 1847 οι αδερφοί Φράι, έχοντας παράδοση στην παρασκευή σοκολάτας από τα μέσα του 18ου αιώνα, συνέβαλαν στη δημιουργία της πρώτης μπάρας σοκολάτας σε στερεή μορφή. Ένας από τους δύο αδερφούς Φράι, βρήκε ένα τρόπο να διαχωρίζει τη σκόνη κακάο και στη συνέχεια με επαναπρόσμιξή της, με βούτυρο κακάο και ζάχαρη, δημιούργησε μία «πάστα» η οποία μπορούσε να πάρει το σχήμα μπάρας. Μέχρι τότε, η σκόνη του κακάο αναμειγνυόταν με νερό, κάτι που την καθιστούσε ιδιαίτερα σκληρή και επομένως έκανε τη διαχείρισή της πιο δύσκολη. Με την ανακάλυψη αυτή και με την προσθήκη περισσότερου βουτύρου κακάο κατά τη διαδικασία παρασκευής, δημιουργήθηκαν οι πρώτες πλάκες σοκολάτας. Οι Φράι, ονόμασαν τις πλάκες αυτές «νόστιμη σοκολάτα» στα γαλλικά “*Chocolat Délicieux à Manger*”. Μετά απ’ αυτή την ανακάλυψη, η Φράι, έγινε σύντομα η μεγαλύτερη σοκολατοβιομηχανία στον κόσμο.

Από τους Βρετανούς, η σκυτάλη πέρασε στην Ελβετία, η οποία εκείνη την περίοδο άρχισε να εδραιώνει τη φήμη της ως μία από τις καλύτερες χώρες-παραγωγούς σοκολάτας στον κόσμο. Οι εφευρέσεις και ανακαλύψεις μηχανών και τεχνικών αντίστοιχα, επέφεραν στη χώρα την τελειοποίηση της παρασκευής της σοκολάτας. Ο Φιλίπε Σουσάρντ (Philippe Suchard) εφηύρε την πρώτη μηχανή ανάδευσης και λείανσης σοκολάτας, (*Cocoa Melangeur*) η οποία αρχικά λείανε τους κόκκους κακάο και στη συνέχεια ανακάτευε το κακάο με τη ζάχαρη και δημιουργώντας ένα ομοιογενές μείγμα. Ο χημικός Χένρι Νεστλέ, σε συνεργασία με τον σοκολατοπαραγωγό Ντανιέλ Πήτερ, το 1876, συνδύασαν το γάλα σε σκόνη (εφεύρεση του Νεστλέ μια δεκαετία περίπου νωρίτερα) με την πάστα σοκολάτας δημιουργώντας έτσι, την πρώτη σοκολάτα γάλακτος.

Λίγο αργότερα, το 1880 ο Ροδόλφος Λιντ, εφηύρε μία μηχανή η οποία παρασκεύαζε, σοκολάτα με λεπτή γεύση και κρεμώδη υφή. Η παγκόσμια ονομασία της μηχανής αυτής είναι «*conching machine*». Οι τεχνικές και τεχνολογικές αυτές

πρόοδοι, έκαναν την Ελβετία πρωτοπόρο στην παρασκευή σοκολάτας και κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα, παρήγαγε ετησίως περισσότερα από 5.400 κιλά σοκολάτας ανά Ελβετό πολίτη, αν και τα περισσότερα από αυτά προοριζόταν για εξαγωγή.

Από τη δεκαετία του 1930 μέχρι το 1940, νέες και φθηνότερες προμήθειες πρώτων υλών και πιο αποτελεσματικές διαδικασίες παραγωγής είχαν αναδειχθεί. Καινοτομίες, γρήγορες τεχνολογίες κατασκευής και νέες τεχνικές μάρκετινγκ μέσω της έρευνας και ανάπτυξης από πολλές εταιρείες στην Ευρώπη και ΗΠΑ, καθιστούν τη σοκολάτα προσιτή για το ευρύ κοινό. Η σοκολάτα είναι πανταχού παρούσα στη ζαχαροπλαστική, με κατανάλωση κατά μέσο όρο 8,0 κιλά/ άτομο ετησίως σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες.

Η συνταγή πραλίνας σοκολάτας, ανήκει στους Βέλγους, και συγκεκριμένα στον Ελβετό Τζιν Ναυς, (Jean Neuhaus), ιδρυτή της διάσημης σοκολατερί «*Neuhaus and Godiva*» το 1912 στο Βέλγιο, καθώς επίσης και τα κοχύλια σοκολάτας, γεμιστά με κρέμα και πάστα ξηρών καρπών (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.2 Είδη σοκολάτας

Υπάρχουν πολλά είδη σοκολάτας που διατίθενται στην αγορά στην οποία η ζάχαρη (σακχαρόζη) έχει αντικατασταθεί από αλκοόλες ζάχαρης ή πολυδεξτρόζη. Αυτή μειώνει τις θερμίδες και με ορισμένα υποκατάστατα ζάχαρης, όπως ξυλιτόλη, μπορούν να έχουν ακόμη και ένα ευεργετικό αποτέλεσμα επί των δοντιών. Έχει παρόμοια γεύση και υφή με την κανονική σοκολάτα.

Χαμηλές σε θερμίδες. Ο ισχυρισμός αυτός διαφέρει από χώρα σε χώρα, αλλά στο Ηνωμένο Βασίλειο σημαίνει ότι έχει 30% λιγότερες θερμίδες από την κανονική σοκολάτα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με τη μείωση μερικού λίπους (το οποίο έχει σχετικά υψηλή θερμιδική περιεκτικότητα), μαζί με τη χρήση αλκοολών ζάχαρης και πολυδεξτρόζη.

Χωρίς προσθήκη ζάχαρης. Εδώ, η σακχαρόζη έχει αντικατασταθεί από κάποια άλλα γλυκά συστατικά.

Sugar Free. Επειδή υπάρχει λακτόζη στο γάλα αυτό πρέπει να αντικαθίσταται καθώς και η σακχαρόζη. Ειδική σκόνες "γάλακτος" χωρίς λακτόζη είναι εμπορικά διαθέσιμα.

Μειωμένα / χαμηλά σε λιπαρά. Η σημερινή διατροφή της ΕΕ και η κατάσταση υγείας υποστηρίζει τους κανονισμούς για μειωμένη περιεκτικότητα σε λιπαρά. Τα προϊόντα πρέπει να έχουν 30% λιγότερα λιπαρά από την κανονική σοκολάτα. Το λίπος παρέχει ωστόσο στη σοκολάτα με την υφή του και την τήξη του, οπότε είναι πολύ δύσκολο να αφαιρεθεί το ποσό αυτό και ακόμα να διατηρηθούν καλές ιδιότητες στο φαγητό.

Κατάλληλη για διαβητικούς και χαμηλή σε υδατάνθρακες. Για άλλη μια φορά αυτές περιλαμβάνουν συχνά τη χρήση υποκατάστατων σακχαρόζης και υδατανθράκων όπως αλκοόλες ζάχαρης και πολυδεξτρόζη.

Υψηλή περιεκτικότητα σε κακάο. Αυτές προφανώς περιέχουν ένα υψηλό επίπεδο κόκκους κακάο. Συχνά, αυτό είναι από μια συγκεκριμένη χώρα. Θα πρέπει να

υπενθυμίσουμε ότι ο όρος "κακάο" περιλαμβάνει βούτυρο κακάο. Αυτό σημαίνει ότι σοκολάτες με υψηλή περιεκτικότητα κακάο έχουν επίσης υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος (Beckett, 2008).

1.2.1 Εμπορικοί τύποι σοκολάτας

Εκατοντάδες σοκολάτες διατίθενται σήμερα στο εμπόριο με διαφορετικά γευστικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο οι κύριες κατηγορίες σοκολάτας είναι τρεις, η σοκολάτα γάλακτος, σοκολάτα υγείας ή μαύρη και η λευκή σοκολάτα. Η διάκριση αυτή, γίνεται με βάση την περιεκτικότητά τους σε σκόνη κακάο, βούτυρο κακάο και γάλα αν περιέχεται. Ανάμεσα στα είδη σοκολάτας, παρουσιάζονται διαφορές στη θρεπτική τους αξία, η οποία εξαρτάται από τα συστατικά και το ποσό που περιέχει κάθε είδος.

Οι βιομηχανίες παραγωγής σοκολάτας εκτός από μπάρες σοκολάτας, παράγουν μια μεγάλη γκάμα άλλων γλυκισμάτων που έχουν ως κύριο συστατικό τους το κακάο. Μερικά από αυτά είναι: μπισκότα σοκολάτας, σοκοφρέτες, κέικ, σοκολατάκια, πασχαλινά αυγά σοκολάτας ή λαγουδάκια, ροφήματα σοκολάτας απλά ή με γεύσεις φρούτων και πολλά ακόμη προϊόντα. Επίσης, άλλα τμήματα του καρπού του κακαόδεντρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή άλλων προϊόντων, όπως μαρμελάδα λόγω της πηκτικής που περιέχεται στο καρπό του κακάο.

Παρακάτω παρατίθενται τα είδη σοκολάτας και τα χαρακτηριστικά τους:

Κουβερτούρα: Η διαφορά ανάμεσα στην κουβερτούρα και την κοινή σοκολάτα, έγκειται στην περιεκτικότητα σε βούτυρο κακάο, η οποία είναι πολύ υψηλή. Αυτό την κάνει πιο ρευστή και κατάλληλη για τη ζαχαροπλαστική. Η άριστη σοκολάτα κουβερτούρα αποτελείται από 60% κακάο, 40% ζάχαρη και 38% βούτυρο κακάο. Για την κουβερτούρα γάλακτος, η μέση περιεκτικότητα είναι κακάο 36%, 42% ζάχαρη και 38% βούτυρο κακάο.

Μαύρη ή σοκολάτα υγείας: Περιέχει υψηλό ποσοστό κακάο που ξεκινά από 50 – 60% και μπορεί να φτάσει ακόμα και 99%. Όσο πιο υψηλή είναι η περιεκτικότητα σε κακάο τόσο πιο καλή είναι η ποιότητα της σοκολάτας. Έχει έντονη και ξηρή γεύση, χρησιμοποιείται πολύ στη ζαχαροπλαστική και τη λατρεύουν οι γευσιγνώστες. Τα κύρια συστατικά της είναι το κακάο (υγρό), το βούτυρο κακάο περίπου 38% και ζάχαρη περίπου 30%. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε κακάο τόσο μικρότερη είναι η ποσότητα της ζάχαρης στη σοκολάτα.

Λευκή σοκολάτα: Δεν περιέχει καθόλου κακαόμαζα, γι' αυτό και το χρώμα της είναι υπόλευκο. Τα κύρια συστατικά της είναι περίπου 24% βούτυρο κακάο, 55% ζάχαρη, γάλα σε σκόνη 14% περίπου και βανίλια, έτσι είναι κρεμώδης και γλυκιά. Σε ορισμένες χώρες λόγω απουσίας σκόνης κακάο, δεν είναι δεκτή η ονομασία «σοκολάτα».

Σοκολάτα γάλακτος: Είναι ένα προϊόν στο οποίο έχει προστεθεί ζάχαρη και γάλα κατά τη διάρκεια του κονσαρίσματος. Η γεύση της είναι γλυκιά και κρεμώδης. Περιέχει, 13,5% κακαόμαζα, 53,3% ζάχαρη και 32% γάλα ή σκόνη γάλακτος (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).



Εικ. 1.1. Τα τρία βασικά είδη σοκολάτας (μαύρη, γάλακτος και λευκή σοκολάτα) (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012)

1.3 Σύσταση και μέθοδοι επεξεργασίας

Μια τυπική συνταγή σοκολάτας περιέχει τα εξής:

Συστατικά	Ποσοστά συστατικών		
	Σοκολάτα γάλακτος	Μαύρη σοκολάτα	Γλυκόπικρη σοκολάτα
Μάζα κακάο	11.8	39.6	60.7
Προσθήκη βούτυρο κακάο	20.0	11.8	2.6
Ζάχαρη	48.7	48.1	36.3
Λεκιθίνη	0.4	0.4	0.3
Αρωματικές ενώσεις	0.1	0.1	0.2
Πλήρες γάλα σε σκόνη	19.1		
Συνολικά λίπη	31.5	36.4	35.4

1.3.1 Κόκκοι κακάο

1.3.1.1 Κακαόδενδρο

Το κακαόδενδρο (*Theobroma cacao* L.) προέρχεται από την Νότια και Κεντρική Αμερική, αλλά τώρα καλλιεργείται για εμπορικούς σκοπούς σε κατάλληλα περιβάλλοντα. Αυτές οι περιοχές έχουν υψηλή μέση θερμοκρασία (>27 °C) όλο το χρόνο και μια σταθερή υψηλή υγρασία, που προκύπτει από ένα ύψος βροχοπτώσεων (1500-2500 mm). Το χώμα πρέπει να είναι πλούσιο, βαθύ και καλά στραγγισμένο και απαντάται σε υψόμετρα 200-400 μέτρα (Beckett, 2008, Βασιλακάκης, 2004, Cidell and Alberts, 2006).

Τα δέντρα είναι σχετικά μικρά και αναπτύσσονται φυσιολογικά στο χαμηλότερο επίπεδο του αειθαλές τροπικού δάσους. Στις εμπορικές φυτείες συχνά προστατεύονται από ενδιάμεσα δέντρα, όπως καρύδες και μπανάνες. Τα φύλλα του

είναι αρχικά χρώματος ροζ-κόκκινα και μετά καθώς αυτά μεγαλώνουν γίνονται πράσινα. Τα δέντρα αρχίζουν να φέρουν καρπούς μετά από 2-3 χρόνια, αλλά είναι 6 ή 7 έτη προτού να δώσουν μια πλήρη παραγωγή (Beckett, 2008, Βασιλακάκης, 2004).



Εικ. 1.2. Ωριμο κακαόδενδρο.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι ποικιλιών κακάου. Η **Criollo** παράγει ερυθρό, μαλακό καρπό με 20-30 σπέρματα/καρπό. Το χρώμα των κοτυληδόνων είναι λευκό. Έχει πικρή στυφή και ελαφρώς όξινη γεύση. Δίνει την καλύτερη ποιότητα κακάο, ωστόσο έχει σχετικά χαμηλή παραγωγή. Το 95% της παγκόσμιας παραγωγής ανήκει στην ποικιλία **Forastero**. Σχηματίζει ερυθρό, σκληρό καρπό με 30 ή περισσότερα σπέρματα/καρπό και χρώμα κοτυληδόνων χλωμό έως βαθύ ιώδες. Η γεύση της είναι ελαφρώς πιο ήπια και γλυκιά συγκριτικά με την ποικιλία **Criollo**. Η τρίτη ποικιλία **Trinitario** είναι υβρίδιο μεταξύ *Forastero* × *Criollo*. Σχηματίζει σκληρό καρπό με ποικίλα χρώματα, 30 ή περισσότερα σπέρματα/καρπό και κοτυληδόνες διαφόρων χρωμάτων. Η τέταρτη ποικιλία **Nacional** καλλιεργείται αποκλειστικά στο Εκουαδόρ και πιθανότατα προέρχεται από την περιοχή του Αμαζονίου του Εκουαδόρ. Η Nacional παράγει καρπούς με γεμάτη γεύση και οι καρποί της θεωρούνται από τους καλύτερους στον κόσμο (Beckett, 2008, Βασιλακάκης, 2004, Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.3.1.2 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των καρπών γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Είναι μια δύσκολη διαδικασία, καθώς το κακαόδεντρο είναι λεπτεπίλεπτο, γεγονός που δεν επιτρέπει να σκαρφαλώσει κάποιος στον κορμό του. Αντ' αυτού χρησιμοποιείται ένα μακρύ κοντάρι με λεπίδα στο τελειώμα του για την αποκοπή του καρπού από το δέντρο. Οι καρποί κόβονται και ανοίγονται για να αποκαλυφθούν στο εσωτερικό τους οι φρέσκοι κόκκοι κακάο, ή κακαοβάλανοι όπως ονομάζονται, τυλιγμένοι σε ένα παχύρρευστο, λευκό πολτό που αποτελείται κυρίως από σάκχαρα. Σε κάποιες χώρες

υπάρχουν δύο περίοδοι συγκομιδής, από το Νοέμβριο μέχρι τον Ιανουάριο και από το Μάιο μέχρι τον Ιούλιο (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).



Εικ. 1.3. Οι καρποί κακάο συγκομίζονται με μακρύ κοντάρι (Beckett, 2008).

Μετά την αφαίρεση τους από τα δέντρα, οι καρποί συγκεντρώνονται σε σωρούς και ανοίγονται αμέσως ή τους αφήνουν για λίγες μέρες πριν από το άνοιγμα, μια τεχνική που είναι γνωστή ως αποθήκευση καρπών. Η αποθήκευση, έχει αναφερθεί ότι έχει σημαντικές θετικές επιδράσεις στη γεύση την οξύτητα και στα θρεπτικά συστατικά των κόκκων κακάο, κατά τη διάρκεια της μετέπειτα ζύμωσης κατά την επεξεργασία τους. Ωστόσο η αποθήκευση πρέπει να γίνει κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ώστε να μην δημιουργηθούν μύκητες και παράσιτα (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Οι καρποί μετά από τη συγκομιδή τους είναι απαραίτητο να υποστούν ζύμωση πριν ψηθούν και αρχίσει η μετέπειτα επεξεργασία τους με σκοπό την παρασκευή σκόνης κακάο και σοκολάτας (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).



Εικ. 1.4. Σωροί από καρπούς κακάο μετά από τη συγκομιδή.

1.3.1.3 Ζύμωση

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, πραγματοποιούνται χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις, οι οποίες τελικά οδηγούν στον αποχωρισμό των κόκκων κακάο από τον πολτό που τους περιβάλλει και τελικά μένουν οι πυρήνες των κόκκων που ονομάζονται «μύτες κακάο». Οι κόκκοι κακάο αλλάζουν χρώμα από γκρι σε καφέ, λόγω της ενζυμικής οξειδωσης των πολυφαινόλων και αρχίζει να παράγεται η χαρακτηριστική γεύση και άρωμα του κακάο (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Η διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ζύμωσης, διαφέρει ανάλογα με το γενότυπο της κάθε ποικιλίας κακάο και τις κλιματολογικές συνθήκες. Η διάρκεια κυμαίνεται από 1,5 έως 10 ημέρες. Παράδειγμα, η ποικιλία **Criollo** απαιτεί περίπου δύο με τρεις ημέρες για την ολοκλήρωση της ζύμωσης, ενώ στην ποικιλία **Forastero** απαιτείται περισσότερος χρόνος, από πέντε έως επτά ημέρες. Επομένως, πρέπει να αποφεύγεται η ανάμειξη διαφορετικών ποικιλιών κακάο. Ακόμη, οι μέθοδοι της ζύμωσης διαφέρουν σημαντικά από χώρα σε χώρα, αλλά υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι: 1) ζύμωση σε σωρούς και 2) ζύμωση σε κουτιά (Beckett, 2008, Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Στη Δυτική Αφρική, η ζύμωση σε σωρούς χρησιμοποιείται ευρέως. Μεταξύ 25 και 2500 kg νωπών κόκκων, μαζί με μια μικρή ποσότητα του λευκού πολτού - πούλπας, τοποθετείται σε ένα σωρό και στη συνέχεια καλύπτονται με φύλλα μπανάνας (Εικόνα 1.5). Ο σκοπός της σωρού είναι να δημιουργηθούν συνθήκες κατάλληλες για διατήρηση και αύξηση της θερμοκρασίας για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Από την πρώτη ημέρα της ζύμωσης, ο πολτός που βρίσκεται προσκολλημένος πάνω στους κόκκους του κακάο αρχίζει να ρευστοποιείται και αποβάλλεται με σταθερή αύξηση της θερμοκρασίας. Κάτω από αναερόβιες συνθήκες, μικροοργανισμοί παράγουν οξικό οξύ και αιθανόλη, που συμβάλλουν στις αλλαγές που πραγματοποιούνται μεταξύ της δεύτερης και τρίτης ημέρας της ζύμωσης. Την τρίτη μέρα η θερμοκρασία των κόκκων φτάνει στους 45 °C περίπου και παραμένει στους 45-50 °C για όλη την υπόλοιπη διάρκεια της ζύμωσης. Η διαδικασία διαρκεί συνήθως 5-6 ημέρες. Οι μικρότεροι σωροί παράγουν συχνά τις καλύτερες γεύσεις (Beckett, 2008, Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).



Εικ. 1.5. Κόκκοι κακάο υπόκεινται σε ζύμωση με φύλλα μπανάνας (Beckett, 2008).

Οι μεγαλύτερες φυτείες, κυρίως στην Ασία χρησιμοποιούν την τεχνική της ζύμωσης κουτί. Τα ξύλινα κιβώτια μπορεί να έχουν μεταξύ 1 τόνου και 2 τόνους κόκκους, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι με οπές εξόδου ή σχισμές, συνήθως στη βάση (Σχήμα 1.6). Αυτά παρέχουν αερισμό και επιτρέπουν το νερό που βγαίνει από τους



κόκκους και τον πολτό να αποβληθούν. Κάθε κουτί χωράει περίπου ένα τόνο κακαοβάλανων. Αυτή η διαδικασία διαρκεί 6-8 ημέρες κατά την οποία οι κακαοβάλανοι αναμειγνύονται δύο φορές. Αν και η μέθοδος αυτή είναι βολική για μεγάλες ποσότητες κακάο, επηρεάζεται σημαντικά η ποιότητα των κακαοβάλανων λόγω ανεπαρκούς αερισμού κατά τη ζύμωση, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η οξύτητα των κόκκων και να μειώνεται η θρεπτική τους αξία. Η μέση οξύτητα των κόκκων πρέπει να έχει pH 5,3 έως 5,5 ενώ με τη μέθοδο αυτή μπορεί να φτάσει pH 4,4 έως 4,7 αυξάνοντας την οξύτητα των κόκκων (Beckett, 2008, Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Εικ. 1.6. Κόκκοι κακάο ζυμώνονται σε κουτιά (Beckett, 2008).

1.3.1.4 Ξήρανση – Αποθήκευση

Μετά την ζύμωση, οι κόκκοι πρέπει να ξηραθούν πριν μεταφερθούν στο εργοστάσιο σοκολάτας. Η αποτυχία αυτού θα οδηγήσει σε μούχλα που θα αναπτυχθεί στους κόκκους. Αυτό δίνει στη σοκολάτα μια ισχυρή, δυσάρεστη γεύση και έτσι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Οι κόκκοι επίσης δεν πρέπει να υπερξηραίνονται. Εκείνοι με περιεκτικότητα σε υγρασία μικρότερη από 6% γίνονται πολύ εύθραστοι. Η ξήρανση πρέπει να γίνεται αργά, διότι εάν οι κόκκοι ξηραθούν γρήγορα, ορισμένες χημικές αντιδράσεις που ξεκίνησαν κατά τη διαδικασία της ζύμωσης, δεν μπορούν να ολοκληρωθούν, με αποτέλεσμα να είναι όξινοι και με πικρή γεύση (Beckett, 2008).

Όταν ο καιρός το επιτρέπει, οι κόκκοι ξηραίνονται στον ήλιο. Απλώνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας σε στρώσεις πάχους περίπου 100 mm σε δίσκους ματ ή ψάθες και αναδεύονται ανά δύο μέρες, ώστε να εξασφαλιστεί ομοιόμορφη ξήρανση. Προστατεύονται τη νύχτα ή όταν βρέχει. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στην Δυτική Αφρική και Δυτική Ινδία όπου επικρατεί ηλιοφάνεια και διαρκεί περίπου 12-20 ημέρες. Η μέθοδος αυτή προτιμάται διότι δεν αλλοιώνεται το άρωμα και η γεύση του κακάο (Beckett, 2008, Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Στην Κεντρική και Νότια Αμερική μια στέγη πάνω σε τροχούς χρησιμοποιείται για να καλύψει τους κόκκους, οι οποίοι κείτονται στο πάτωμα. Ματ χαλάκια τοποθετούνται σε χαμηλά επίπεδα, ξύλινα τραπέζια. Τα χαλιά μπορούν να τυλίγονται όταν βρέχει. Συνήθως απαιτείται περίπου μία εβδομάδα να στεγνώσουν οι κόκκοι και να φτάσουν στο απαιτούμενο επίπεδο υγρασίας 7-8%, το οποίο είναι πολύ χαμηλό για να αναπτυχθεί η μούχλα. Σε άλλες περιοχές οι κόκκοι ξηραίνονται σε κινητά τραπέζια που μπορούν να τεθούν υπό την κάλυψη όταν χρειάζεται (Εικόνα 1.7).



Εικ. 1.7. Κόκκοι κακάο ξηραίνονται σε κινητά τραπέζια.

Οι κόκκοι πρέπει να αποθηκεύονται έτσι ώστε να μην πάρουν νερό, καθώς θα μουχλιάζουν όταν το επίπεδο υγρασίας τους υπερβεί το 8%. Παραδοσιακά αυτά αποθηκεύονται σε 60-65 kg σάκους. Αυτά είναι σκληρά, στοιβάζονται και επιτρέπουν την υγρασία να περάσει μέσα. Επίσης, είναι βιοδιασπώμενα. Δεδομένου ότι η σοκολάτα είναι μια πολύ λεπτή γεύση, οι κόκκοι πρέπει να αποθηκεύονται μακριά από τα άλλα εμπορεύματα, όπως τα μπαχαρικά, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε γεύσεις εκτός της σοκολάτας (Beckett, 2008).

1.3.1.5 Καβούρντισμα

Αφού μεταφερθούν οι κόκκοι επίσης βιομηχανίες, ακολουθεί ένα δεύτερο είδος ξήρανσης, το οποίο γίνεται σε μεγάλους περιστρεφόμενους φούρνους όπου οι κόκκοι συρρικνώνονται, απομακρύνονται ανεπιθύμητες ουσίες, αφαιρείται η υπόλοιπη υγρασία επίσης και σκοτώνονται τυχόν μικροβιολογικές προσμίξεις, επίσης σαλμονέλα. Ο χρόνος και η θερμοκρασία ψησίματος εξαρτώνται από επίσης ποικιλίες κακάο και τον τόπο παραγωγής. Ενδεικτικές τιμές για το χρόνο και τη θερμοκρασία καβουρντίσματος είναι, 120 °C για περισσότερο από μία ώρα ή 150 °C πάνω 45 λεπτά. Κατά τη διάρκεια του καβουρντίσματος, μειώνεται η περιεκτικότητα των αμινοξέων και των σακχάρων (από 71,8% έως 24,1%, και από 60% έως 47% αντίστοιχα) καθώς επίσης και των πολυφαινολών. Οι διαφορές αυτές εξαρτώνται από την ποικιλία κακάο, τη μέθοδο ζύμωσης, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια του ψησίματος (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012, Beckett, 2008).

1.3.1.6 Λίχνισμα

Οι ψημένοι πλέον κόκκοι, εισάγονται σε μια μηχανή λιχνίσματος, η οποία με τη βοήθεια ρεύματος αέρα, σπάει και απομακρύνει τους ψημένους κόκκους από το κέλυφός τους. Αρχικά οι κακκαοβάλανοι, διέρχονται μέσα από κυλίνδρους ή περιστρεφόμενους κώνους όπου σπάνε και διαχωρίζονται στο κέλυφος και το

εσωτερικό τους. Έπειτα, ένα ρεύμα αέρα χρησιμοποιείται για να απομακρύνει το κέλυφος και το μέρος που μένει, ονομάζεται αποφλοιωμένοι κόκκοι ή «μύτες» κακάο. Σε περίπτωση που πρέπει να αναμειχθούν διαφορετικές ποικιλίες κακάο ενώνονται προτού οι «μύτες» περάσουν από κυλίνδρους όπου θα αλεσθούν σε μια πηχτή πάστα, ή κοινώς κακαομάζα. Η κακαομάζα που προκύπτει μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω για τη δημιουργία βουτύρου κακάο ή σκόνη κακάο, ή να χρησιμοποιηθεί άμεσα, ως συστατικό για Παρασκευή σοκολάτας (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.3.1.7 Αλκαλιοποίηση

Πολλές φορές οι κόκκοι, αναμιγνύονται με αλκάλια, για τη βελτίωση του χρώματος και της γεύσης του τελικού προϊόντος. Το χρώμα της σκόνης κακάο που παράγεται, είναι πιο σκούρο, η γεύση είναι πιο απαλή και το άρωμα πιο έντονο. Αυτό οφείλεται στην ιδιότητα της αλκαλιοποίησης να μειώνει την οξύτητα των κόκκων (από pH περίπου 5 σε pH 8). Το αλκάλιο που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το ανθρακικό κάλιο και πιο σπάνια υδροξείδιο του νατρίου, οξείδιο του μαγνησίου, ανθρακικό μαγνήσιο, αμμωνία, ανθρακικό αμμώνιο ή μείγμα αυτών. Τα αλκάλια μπορούν να εισαχθούν πριν το καβούρντισμα ή κατά τη λείανση, όπου γίνεται συνήθως. Ωστόσο, η αλκαλιοποίηση του κακάο, μειώνει την περιεκτικότητά του σε πολυφαινόλες και κατά συνέπεια μειώνει τις θετικές επιδράσεις της σοκολάτας στην υγεία (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.3.1.8 Λείανση-ραφινάρισμα

Οι κόκκοι, τοποθετούνται σε πέτρινους μύλους μέχρι την ολική τους σύνθλιψη, η οποία γίνεται μέσω κυλίνδρων. Υπάρχουν τρία ή τέσσερα στάδια ανάλογα με το προϊόν που θέλουμε να προκύψει. Κατά τη διάρκεια της άλεσης, η θερμότητα που παράγεται λόγω της τριβής, βοηθάει στη δημιουργία ενός υγρού, γνωστό και ως «κακαομάζα» ή «λικέρ». Το υγρό αυτό, περιέχει 53-58% βούτυρο κακάο, το οποίο έχει την ιδιότητα να λιώνει σε θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος. Η κακαομάζα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει για την παρασκευή σοκολάτας, ή να διαχωριστεί στα συστατικά του δηλαδή το βούτυρο κακάο και τη σκόνη κακάο. (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.3.1.9 Απομάκρυνση του βούτυρο κακάο – (Κονσάρισμα)

Η κακαομάζα, μετά τη λείανση, μεταφέρεται σε υδραυλικές πρέσες που ονομάζονται «κόνσες», οι οποίες είναι μηχανές ανάδευσης με κυλινδρικούς μύλους και θερμαινόμενες πλευρές, με στόχο την αφαίρεση του βουτύρου κακάο. Μέσω της διαδικασίας αυτής είναι δυνατή η αφαίρεση, μέχρι και 44,8% του βουτύρου, σε θερμοκρασία από 60 έως 80 °C περίπου. Το μίγμα αναδεύεται από ισχυρούς αναδευτήρες για αρκετή ώρα και λόγω της πίεσης και της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται, ρευστοποιείται, ενώ ταυτόχρονα, γίνονται φυσικές και χημικές αντιδράσεις που δίνουν το χαρακτηριστικό άρωμα του κακάο χωρίς να αλλοιώνεται η γεύση του προϊόντος. Αφού αφαιρεθεί το βούτυρο κακάο, ψύχεται και φορμάρεται.

Το χρώμα του, είναι απαλό κίτρινο, γυαλιστερό και η αφή του είναι κηρώδη και λιπαρή. Λιώνει σε θερμοκρασία 35 °C δίνοντας ένα διάφανο υγρό. Η πάστα που απομένει, αλέθεται και κοσκινίζεται για να δώσει τη σκόνη κακάο. Περιέχει περίπου 20% βούτυρο κακάο και κατηγοριοποιείται σε σκόνη υψηλής περιεκτικότητας λιπαρών 20-25% και σε σκόνη χαμηλής περιεκτικότητας, 10-13%. Η πρώτη χρησιμοποιείται συνήθως σε ροφήματα σοκολάτας, ενώ η δεύτερη σε στερεά προϊόντα κακάο, όπως μπισκότα, παγωτά, κέικ κτλ. Στην Ταϊλάνδη επίσης, σκόνη κακάο υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά χρησιμοποιείται για την παραγωγή τσιγάρων. Η απομάκρυνση μέρους των λιπαρών από τη σκόνη κακάο, αποτελεί σταθμό στην ιστορία της σοκολάτας, αφού κατέστησε δυνατή την παρασκευή της πρώτης σοκολάτας με τη μορφή που γνωρίζουμε σήμερα (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

1.4 Ζάχαρη και υποκατάστατα ζάχαρης

Παραδοσιακά η σοκολάτα γίνεται περιέχοντας ζάχαρη περίπου 50%, ως επί το πλείστον με τη μορφή σακχαρόζης, αλλά με μερική λακτόζη από τα συστατικά του γάλακτος σε σοκολάτα γάλακτος. Οι διαβητικοί δεν είναι σε θέση να τρώνε πολλή ζάχαρη και έτσι σε συνταγές αρχικά αναπτύχθηκε να ενσωματώνεται η φρουκτόζη ή υποκατάστατα σουκρόζης, όπως η σορβιτόλη (Beckett, 2008).

1.4.1 Ζάχαρη και τα προϊόντα της

Η σακχαρόζη παράγεται τόσο από ζαχαρότευτλα όσο και από ζαχαροκάλαμα. Και τα δύο δίνουν το ίδιο φυσικό κρυσταλλικό δισακχαρίτη. Λέγεται δισακχαρίτης, διότι αποτελείται από δύο μονά σάκχαρα (μονοσακχαρίτες) και συνδέονται μεταξύ τους χημικά. Αυτά τα σάκχαρα, που ονομάζονται γλυκόζη και φρουκτόζη, είναι παρόντες σε ίση αναλογία και μπορούν να διαχωριστούν με όξινη επεξεργασία ή με τη χρήση ενός ενζύμου που ονομάζεται ιμπερτάση. Το προκύπτον μίγμα των δύο σακχάρων καλείται ιμπερτοσάκχαρο (Beckett, 2008).

Η λακτόζη είναι επίσης ένας δισακχαρίτης και αποτελείται από ένα συνδυασμό γλυκόζης και γαλακτόζης. Πολλά από τα υποκατάστατα της ζάχαρης, όπως η σορβιτόλη, είναι οι αλκοόλες της ζάχαρης (Beckett, 2008).

Η κρυσταλλική ζάχαρη είναι εξαιρετικά καθαρή, συνήθως είναι περισσότερη από 99,9% και σπανίως μικρότερη από 99,7%. Μπορεί να αγοραστεί με διαφορετικά μεγέθη κρυστάλλων, τα οποία είναι κατά προσέγγιση τα ακόλουθως.

Ζάχαρη 1,0 -2,5 χιλιοστά μέγεθος κόκκου
Μεσαία-ζάχαρη άχνη 0.6-1,0 χιλιοστά μέγεθος κόκκου
Ζάχαρη άχνη 0.1-0,6 χιλιοστά μέγεθος κόκκου
Ζάχαρη άχνη 0.005-0,1 χιλιοστά μέγεθος κόκκου

Η άμορφη ζάχαρη παίζει σημαντικό ρόλο στην κατασκευή της σοκολάτας, καθώς μπορεί να επηρεάσει τόσο τη γεύση όσο και τις ιδιότητες ροής της υγρής σοκολάτας. Η επιφάνειά της είναι πολύ δραστική και μπορεί εύκολα να απορροφήσει τυχόν

γεύσεις που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Σχηματίζεται επίσης από κρυσταλλική σακχαρόζη σε υψηλές θερμοκρασίες. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν η ζάχαρη αλέθεται. Από την άλλη πλευρά, αν αλέθεται μαζί με κακάο, μερικά από τα πτητικά αρώματα του κακάο απορροφώνται από την άμορφη ζάχαρη (Beckett, 2008).

1.4.2 Λακτόζη

Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης, που αποτελείται από δύο μονοσακχαρίτες τη γλυκόζη και τη γαλακτόζη. Είναι μέρος του αγελαδινού γάλακτος και ως εκ τούτου βρίσκεται σε όλες τις σοκολάτες γάλακτος. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ως κρυσταλλική λακτόζη για να αντικαταστήσει μέρος της σακχαρόζης. Είναι πολύ λιγότερο γλυκιά από την κανονική ζάχαρη. Η κρυσταλλική μορφή είναι μονοϋδρική, δηλαδή περιέχει ένα μόριο νερού, το οποίο δεν χάνεται ακόμα και αν η θερμοκρασία ανέβει στους 100 °C (Beckett, 2008).

1.4.3 Χαρούπι

Το χαρούπι κατάγεται από το αειθαλές χαρουπόδεντρο (*Ceratonia siliqua*) που φύεται σε ζεστά και ξηρά κλίματα. Τα πράσινα περικάρπια του δέντρου περιέχουν έναν πολύ πράσινου χρώματος που τρώγεται. Όταν όμως τα πράσινα περικάρπια ξεραίνονται γίνονται καφέ ενώ ο πολτός ψήνεται και αλέθεται σε αλεύρι / σκόνη που χρησιμοποιείται στην παρασκευή γλυκισμάτων. Οι σπόροι μέσα στο περικάρπιο χρησιμοποιούνται για την παρασκευή πυκνωτικής ουσίας.

Το χαρούπι προέρχεται από τους εδώδιμους λοβούς του σπόρου της χαρουπιάς. Η γλυκιά σάρκα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός υποκατάστατου της σοκολάτας. Οι σπόροι χρησιμοποιούνται για να εξαχθεί το «κόμμα του χαρουπιού», που χρησιμοποιείται ως γαλακτωματοποιητής, σταθεροποιητής, και ως πηκτική ουσία τροφίμων (E410) στη βιομηχανία ζαχαρωδών προϊόντων, ποτών και ψημένων προϊόντων

Το χαρούπι βοηθά όσους είναι αλλεργικοί στην σοκολάτα. Όταν υποκαθιστούμε το κακάο σε σκόνη με το χαρουπάλευρο μειώνουμε τη ζάχαρη στη συνταγή και αυξάνουμε το λίπος. Επειδή το χαρούπι δεν περιέχει λίπος, το χαρουπάλευρο βελτιώνει την υφή των γλυκών.

Το χαρουπάλευρο περιέχει πολύ περισσότερη ζάχαρη, αλλά λιγότερο λίπος από την σκόνη του κακάο. Όσοι δεν θέλουν την διεγερτική καφεΐνη και την θεοβρομίνη, αλκαλοειδές στην σοκολάτα, το χαρουπάλευρο τους είναι πολύτιμο. Δεν περιέχει καφεΐνη ενώ 100 g. περιέχουν μόνο 3 mg. θεοβρομίνη. 100 gr. σοκολάτας περιέχουν 180 mg. καφεΐνης και 2,320 mg. θεοβρομίνης. Όμως και τα δυο περιέχουν αντιοξειδωτικά φλαβονοειδή.

Το χαρούπι θεωρείται φυσικό γλυκαντικό (40 –45% ζάχαρη) όμως είναι πλούσιο σε βιταμίνες του συμπλέγματος Β (Β2/ Β3/ Β6) και μέταλλα όπως το ασβέστιο και ο φώσφορος. Περιέχει επίσης πρωτεΐνη και υδατάνθρακες.

Το χαρούπι έχει το 1/3 των θερμίδων της σοκολάτας. Δεν περιέχει φαινυλαιθυλαμίνες που περιέχονται στη σοκολάτα και προκαλούν ημικρανίες. Το

ασβέστιο του χαρουπιού είναι διπλάσιο από αυτό του καφέ και χωρίς το οξαλικό οξύ του κακάο που εμποδίζει την απορρόφηση του ασβεστίου.

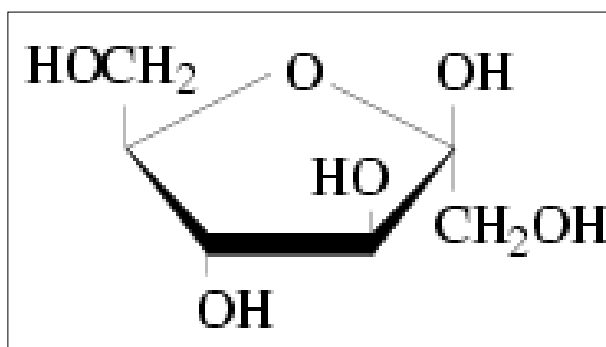
1.4.4 Φρουκτόζη

1.4.4.1 Ιδιότητες

Η φρουκτόζη είναι μονοσακχαρίτης. Η φρουκτόζη όπως και η γλυκόζη, παρουσιάζει ισχυρές αναγωγικές ιδιότητες και είναι αναγωγικό σάκχαρο (Πανέρας, 1992). Αποτελεί δομικό στοιχείο της σακχαρόζης και έχει τη μορφή λευκών κρυστάλλων, και έντονα γλυκιά γεύση. Αφθονεί στους γλυκούς καρπούς, τα φρούτα και το μέλι, όπου συνυπάρχει με τη γλυκόζη. Απαντάται επίσης στο μόριο του δισακχαρίτη σακχαρόζης αλλά και σε άλλες φυτικές ουσίες. Ο εμπειρικός τύπος της είναι $C_{16}H_{12}O_6$. Παράγεται κατά την υδρόλυση της σακχαρόζης και η γλυκαντική ισχύ της είναι 1,3 έως 1,4 (Στρουθόπουλος, 2006, Καρδούλης, 2003).

1.4.4.2 Χημικοί τύποι

Η φρουκτόζη παραλαμβάνεται από το δισακχαρίτη σακχαρόζη με υδρόλυση με αραιό οξύ ή με το ένζυμο ιμπερτάση. Η φρουκτόζη έχει D διάταξη στο χώρο, είναι αριστερόστροφη και παριστάνεται ως D(-)φρουκτόζη. Αρχικά η φρουκτόζη είχε ανοικτή αλυσίδα, όμως ο τύπος αυτός δεν ήταν ικανοποιητικός για να εξηγήσει την ιδιότητα της για το λόγω αυτό η φρουκτόζη παριστάνεται με κλειστή αλυσίδα. Ο κυκλικός τύπος παριστάνεται επίσης και ως εξαμελής δακτύλιος. Για τους τύπους με κλειστή αλυσίδα έχουμε δύο ισομερή α και β. Η φρουκτόζη υπό ελεύθερη μορφή είναι συνήθως εξαμελής δακτύλιος (πυρανόζη). Η μορφή αυτή είναι σταθερότερη από τον αντίστοιχο πενταμελή δακτύλιο (φουρανόζη).



Εικόνα 1.8. Δομή φρουκτόζης

Στον δισακχαρίτη σακχαρόζη, η φρουκτόζη έχει την μορφή του πενταμελούς δακτυλίου και όχι του εξαμελούς (Πανέρας, 1992).

Η φρουκτόζη είναι φυσική ουσία που περιέχεται στα φρούτα και παράγεται με χημική επεξεργασία από αυτά. Την βρίσκουμε συνήθως σε σκόνη και κύβους και την χρησιμοποιούμε αυτούσια, σαν την ζάχαρη. Από την στιγμή που γίνεται σκόνη, προστίθενται σε αυτήν χημικές ουσίες αντί-συσσωματικές, ρεολογικές και συντηρητικές και γι αυτό εν μέρει παύει να είναι τελείως φυσική. Την βρίσκουμε όμως και σε υγρή μορφή σε ζαχαρούχα ποτά, σε αναψυκτικά που δεν είναι light, σε αθλητικά ποτά, στο κρύο τσάι, στους χυμούς και σε γλυκά του εμπορίου, σε προσσκευασμένα τρόφιμα, στα αλλαντικά, ενώ σαν σιρόπι καλαμποκιού υψηλής φρουκτόζης, την βρίσκουμε σε όλα σχεδόν τα συσκευασμένα τρόφιμα όπως οι σοκολάτες, κρουασάν, καραμέλες, έτοιμα κέικ, μαρμελάδες και παρόμοια τρόφιμα.

1.4.5 Στέβια

Πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο 2.

1.4.6 Λεκιθίνη

Ο πιο κοινός επιφανειοδραστικός παράγοντας είναι η λεκιθίνη, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί στη σοκολάτα από το 1930. Είναι μια φυσική ουσία, που συχνά προέρχεται από σόγια και θεωρείται από πολλούς ως ευεργετική για την υγεία. Είναι σε θέση να συνδεθεί με την ζάχαρη, αφήνοντας το άλλο άκρο του μορίου ελεύθερο στο λίπος. Η λεκιθίνη είναι σε θέση να δεσμεύει ιδιαίτερα έντονα τη ζάχαρη και αυτό το φαινόμενο, την καθιστά τόσο αποτελεσματική στην παραγωγή σοκολάτας (Beckett, 2008).

Η ποσότητα λεκιθίνης που χρησιμοποιείται στη σοκολάτα, περιορίζεται στο 0.5% ή 1,0% ανάλογα με τον τύπο της σοκολάτας. Οι ισχύοντες κανονισμοί της ΕΕ έχουν αλλάξει, έτσι ώστε η λεκιθίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με την αρχή του *quantum satis* (δεν ορίζεται ανώτατο επίπεδο). Ωστόσο, θα πρέπει να χρησιμοποιείται με την οδηγία της Ορθής Πρακτικής Παρασκευής και σε επίπεδα όχι υψηλότερα από εκείνα που απαιτούνται για τον επιδιωκόμενο σκοπό. Υπάρχει επίσης μια πολύ μικρή ποσότητα λεκιθίνης, η οποία βρίσκεται στο κακάο και στα συστατικά του γάλακτος, ιδιαίτερα στην βουτυρόγαλα (Beckett, 2008).

Η λεκιθίνη σόγιας είναι ένα μίγμα φυσικών φωσφογλυκεριδίων (φωσφολιπίδια), με άλλες ουσίες όπως έλαιο σόγιας. Χρησιμοποιείται ευρέως σε όλη την βιομηχανία τροφίμων. Η σύνθεσή της, ωστόσο, μπορεί να ποικίλει, και ορισμένοι παρασκευαστές λεκιθίνης έχουν προσπαθήσει να βελτιώσουν τα συστατικά που είναι ωφέλιμα για τη ροή της σοκολάτας, έτσι κλασματοποιημένες λεκιθίνες είναι εμπορικά διαθέσιμες. Το τμήμα φωσφατιδυλοχολίνης της λεκιθίνης έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στη μείωση του πλαστικού ιξώδους κάποιων μαύρων σοκολάτων, ενώ άλλα κλάσματα έχουν αποδειχθεί ότι έχουν αρνητική επίδραση ιδιαίτερα στην απόδοση. Επειδή η αναλογία των διαφόρων συστατικών ποικίλλει μέσα στις πρότυπες λεκιθίνες, η αποτελεσματικότητά του στη μείωση του ιξώδους της σοκολάτας μπορεί να αλλάξει από παρτίδα σε παρτίδα. Για το λόγο αυτό ορισμένοι προμηθευτές παρέχουν ένα τυποποιημένο προϊόν (Beckett, 2008).

Η εμπορική λεκιθίνη κατασκευάζεται κατά κύριο λόγο από σόγια και θεωρείται γενικά ευεργετική για την υγεία. Επιπλέον, χρησιμοποιείται ευρύτατα στη ζαχαροπλαστική. Η πραγματική αποτελεσματικότητα της λεκιθίνης εξαρτάται από τον τύπο σοκολάτας και τη μέθοδο παρασκευής που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της (Beckett, 2008).

1.4.7 Άλλες ουσίες

1.4.7.1 Ινουλίνη

Η ινουλίνη είναι ένα μίγμα ολίγο- και πολυσακχαριτών, οι οποίοι αποτελούνται από μονάδες φρουκτόζης που συνδέονται με β-(2-1) γλυκοζιδιτικός δεσμός (Aidoo et

al., 2014). Η ινουλίνη είναι ένας φυσικός πολυσακχαρίτης που παράγεται από πολλά είδη φυτών, κυρίως από ρίζες ή ριζώματα. Περιέχει 2 έως 150 μονάδες φρουκτόζης. Η μικρότερη ινουλίνη καλείται 1-κεστόση και αποτελείται από δύο υπολείμματα φρουκτόζης και ένα γλυκόζης (Σπανού, 2005).

Η εκτεταμένη χρήση της ινουλίνης στην βιομηχανία τροφίμων βασίζεται στις διατροφικές και τεχνολογικές ιδιότητες της (Aidoo et al., 2014). Χρησιμοποιείται για αντικατάσταση του λίπους ή της ζάχαρης ως ένας διογκωτικός παράγοντας χαμηλών θερμίδων (Shourideh et al., 2012).

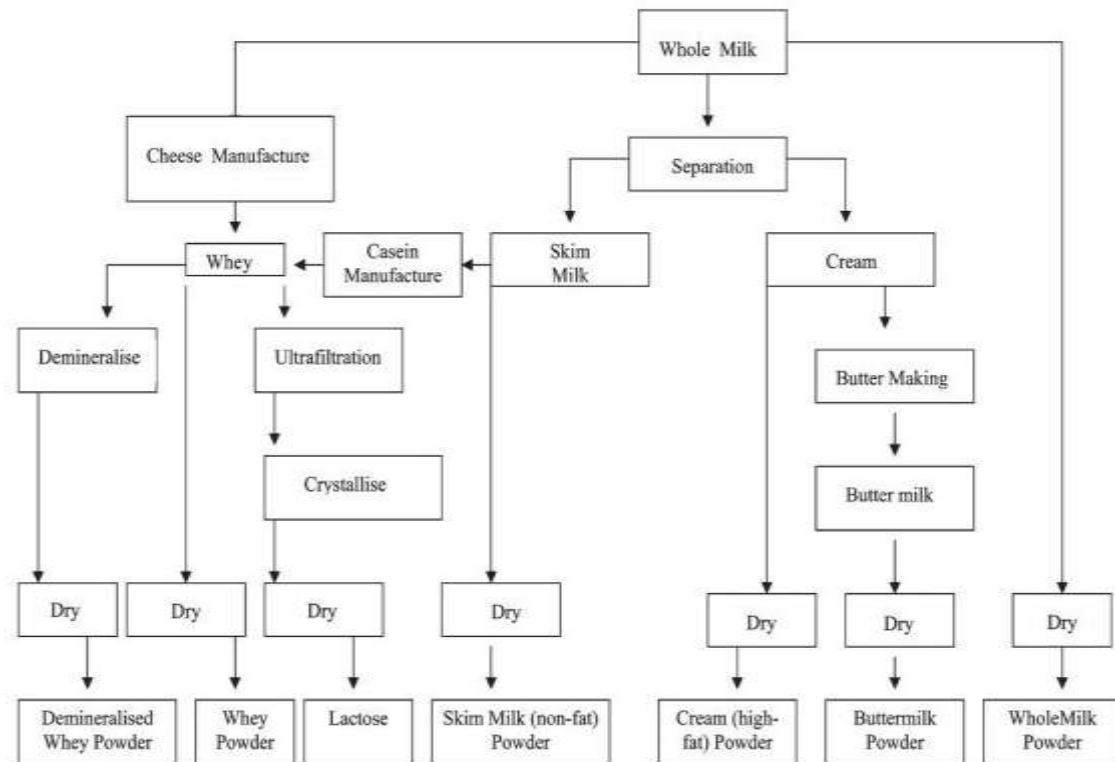
Τα οφέλη της ινουλίνης για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολλά, αφού συντελεί στην απορρόφηση του ασβεστίου και του μαγνησίου, ενώ βοηθά και στην ανάπτυξη φυσικών βακτηρίων του εντέρου. Επιπλέον, η χρήση της ινουλίνης δεν προκαλεί αύξηση των επιπέδων των τριγλυκεριδίων και θεωρείται κατάλληλη ουσία για τους διαβητικούς.

1.5 Γάλα και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα

Στις περισσότερες χώρες του κόσμου, πολύ περισσότερο αγοράζεται η σοκολάτα γάλακτος και καταναλώνεται από ότι η μαύρη και η λευκή. Τείνει να είναι πιο μαλακή σε σχέση με τη μαύρη σοκολάτα και έχει κρεμώδη γεύση και υφή (Beckett, 2008).

Η πλειοψηφία του αγελαδινού γάλακτος είναι νερό, αλλά, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, η υγρασία καταστρέφει τις ιδιότητες ροής του υγρού σοκολάτας έτσι ώστε μόνο τα άνυδρα συστατικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τυπικά αυτά αποτελούν περίπου 13,5% του υγρού γάλακτος (Beckett, 2008).

Το γάλα μπορεί να ξηραθεί για να παράγει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών σκονών. Οι πιο κοινές σκόνες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σοκολάτας είναι το αποβουτυρωμένο γάλα και το πλήρες γάλα σε σκόνη. Με το πρώτο, το λίπος γάλακτος προστίθεται κατά το στάδιο παρασκευής της σοκολάτας, έτσι ώστε και οι δύο σκόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν να κάνουν σοκολάτες με το ίδιο συνολικό περιεχόμενο συστατικών γάλακτος. Μπορούν, ωστόσο, να έχουν διαφορετικές γεύσεις, υφές και ιδιότητες ροής. Αυτό οφείλεται εν μέρει σε διαφορετικές μεταχειρίσεις της θερμότητας κατά τη διάρκεια της ξήρανσης, αλλά επίσης και λόγω της διαφορετικής κατάστασης του λίπους. Με αποβουτυρωμένο γάλα και λίπος γάλακτος, όλο το λίπος είναι ελεύθερο να αντιδράσει με τα σωματίδια και το βούτυρο κακάο και να προσδώσει την κατάλληλη υφή στο τελικό προϊόν της σοκολάτας.



Σχήμα 1.1 Διάγραμμα ροής των διεργασιών των γαλακτοκομικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται για να κάνουν σκόνες για την Παρασκευή σοκολάτας. (Beckett, 2008).

1.6 Τεχνολογία

1.6.1 Παρασκευάζοντας προϊόντα σοκολάτας

Έχοντας κάνει την υγρή σοκολάτα είναι αναγκαίο να μετατραπεί σε μια συμπαγή ράβδο, η οποία μπορεί ή όχι να έχει στο κέντρο κάποιο άλλο υλικό, όπως πλακίδιο, μπισκότο ή φοντάν, κλπ. Πρώτα απ' όλα, ωστόσο, είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι το λίπος θα αποκτήσει τη σωστή κρυσταλλική μορφή χρησιμοποιώντας μια διαδικασία που ονομάζεται σκλήρυνση. Μια απλή σοκολάτα μπορεί στη συνέχεια να γίνει με έκχυση της σκληρυμένης σοκολάτας σε ένα καλούπι. Άλλα μορφοποιημένα προϊόντα έχουν ένα σοκολατένιο περίβλημα που περιβάλλει ένα στερεό ή ημιστερεό κέντρο ή στην περίπτωση των Πασχαλινών αυγών, το κέντρο αυτό αφήνεται κούλο. Αυτά τα προϊόντα παράγονται με μια διαδικασία γνωστή ως χύτευση κελύφους (Beckett, 2008).

Ένας τρίτος τρόπος επικάλυψης των κέντρων είναι η μετακίνηση (rapping). Αυτό χρησιμοποιείται για να καλύψει σκληρά κέντρα όπως καρύδια και σταφίδες με επικάλυψη σοκολάτας. Όποια μορφή επεξεργασίας χρησιμοποιείται, η σοκολάτα θα πρέπει να αφήνεται να πήξει, έτσι ώστε να μπορεί να χειρίζεται και να συσκευάζεται. Αυτό πρέπει να γίνει σωστά, διαφορετικά η σοκολάτα θα γίνει γρήγορα λευκή, με μία από τις δύο μορφές άνθισης (Beckett, 2008).

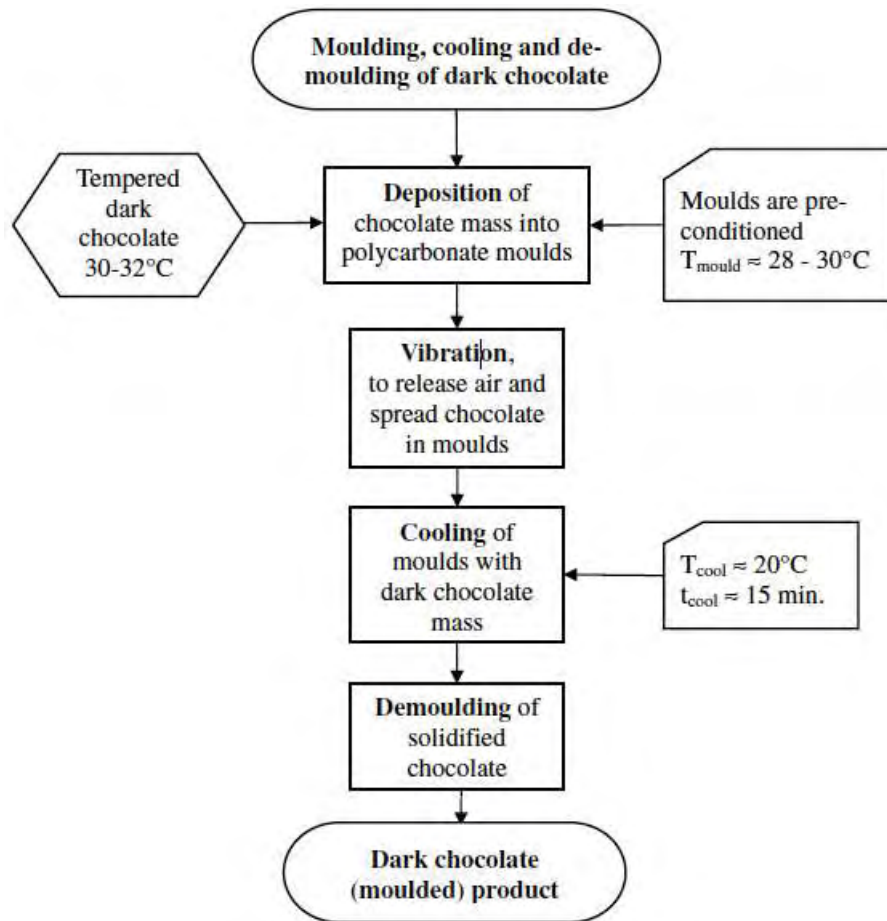
1.6.2 Σκλήρυνση

1.6.2.1 Αποθήκευση υγρής σοκολάτας

Ο στόχος της διαδικασίας σκλήρυνσης είναι να αναπτυχθεί η σωστή πολυμορφική μορφή και προκειμένου να γίνει αυτό, η σοκολάτα ψύχεται από 45 °C έως περίπου 30 °C (ανάλογα με τον τύπο της σοκολάτας, π.χ. γάλακτος ή σκούρα σοκολάτα) (Keijbets et al., 2010). Αυτή είναι η διαδικασία η οποία προ-κρυσταλλώνεται μια μικρή ποσότητα του λίπους στη σοκολάτα, έτσι ώστε οι κρύσταλλοι σχηματίζουν κόκκους, όπου βοηθούν το λίπος να σχηματιστεί γρήγορα στη σωστή μορφή. Η ποσότητα λίπους που είναι αναγκαία για την κρυστάλλωση είναι μεταξύ 1% και 3% (Beckett, 2008).

Η υγρή σοκολάτα αφήνει την κόνσα σε μία θερμοκρασία κανονικά πάνω από 40 °C. Αν πρόκειται να υποβληθεί σε επεξεργασία στο ίδιο εργοστάσιο, στη συνέχεια διατηρείται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης έως ότου χρειαστεί. Οι δεξαμενές αυτές μπορεί να κρατήσουν 20 τόνους ή ακόμη περισσότερο και θα πρέπει να είναι σε θέση να αναδεύονται, να θερμαίνονται και να διατηρούνται σε μία κατώτερη υγρασία περιβάλλοντος (Beckett, 2008).

Αν η σοκολάτα δεν αναδεύεται για μεγάλο χρονικό διάστημα μέρος του λίπους διαχωρίζεται στην κορυφή, αφήνοντας την παχύτερη σοκολάτα στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Η θερμοκρασία διατηρείται περίπου στους 45 °C. Κρατώντας τη για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε υψηλότερες θερμοκρασίες θα την κάνουν να αλλάξει τη γεύση της, ενώ οι πρωτεΐνες της σοκολάτας γάλακτος θα τείνουν να συσσωματώνονται, καθιστώντας την να γίνει παχύτερη. Μια πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία θα ξεκινήσει η διαδικασία κρυστάλλωσης, και θα υπήρχε ο κίνδυνος για το περιεχόμενο της δεξαμενής να γίνει στερεό. Στην υγρή σοκολάτα, η σχετική υγρασία ισορροπίας (ERH) είναι μεταξύ περίπου 35% και 40%, έτσι ώστε αν η σχετική υγρασία γύρω από τη δεξαμενή αποθήκευσης είναι υψηλότερη από αυτή, η σοκολάτα θα απορροφήσει νερό. Μόνον μία πολύ μικρή ποσότητα νερού απαιτείται για να αρχίσουν να κολλάνε τα σωματίδια ζάχαρης μαζί και να αυξηθεί το ιξώδες, κάνοντας δύσκολη την επεξεργασία (Beckett, 2008).



Εικ. 1.9. Σχηματική απεικόνιση καλουπώματος, ψύξης και ξεκαλούπωμα σοκολάτας (Keijbets et al., 2010).

Η ελεγχόμενη κρυστάλλωση (σκλήρυνση) είναι ένα βασικό βήμα για την παρασκευή σοκολάτας. Ο σκοπός της θερμικής κατεργασίας είναι να δημιουργηθούν επαρκείς κρύσταλλοι σπόρων της μορφής V για να ενεργούν στα σημεία, στα οποία οι λιπαρές ουσίες μπορεί να κρυσταλλωθούν. Η σκλήρυνση κατά κανόνα συνεπάγεται με μια περίπλοκη διαδικασία μεταξύ θερμοκρασίας-διάτμησης-χρόνου. Μια τέτοια μέθοδος περιλαμβάνει:

- πλήρης τήξη της σοκολάτας περίπου στους 50 °C, η οποία αφαιρεί το περισσότερο ή όλο το κρυσταλλικό υλικό
- ψύξη μέχρι το σημείο κρυστάλλωσης
- διατήρηση θερμοκρασίας για την κρυστάλλωση για περίπου ένα λεπτό
- αναθέρμανση για να λιώσουν οι ασταθείς κρύσταλλοι (Le Révérend et al., 2008).

1.6.2.2 Σκλήρυνση με το χέρι

Για μικρής κλίμακας παραγωγή σοκολάτας, ένα μηχάνημα μπορεί να είναι πολύ μεγάλο και για αυτό χρησιμοποιείται η σκλήρυνση με το χέρι. Αυτό γίνεται σε ένα τραπέζι με μάρμαρο, το οποίο θερμαίνεται σε διαφορετικές θερμοκρασίες σε συγκεκριμένους τομείς. Η σοκολάτα χύνεται σε μία από τις ψυχρότερες περιοχές, όπου αναμιγνύεται επιμελώς χρησιμοποιώντας μια ξύστρα (Εικ. 1.10a και b). Αυτή η

καλή ανάμιξη και ψύξη προβαίνει στην έναρξη της κρυστάλλωσης και στη συνέχεια η σοκολάτα μετακινείται σε μια θερμότερη περιοχή του τραπεζιού για να λιώσει τις πιο ασταθείς μορφές. Αυτό είναι μια τέχνη και οι άνθρωποι που ειδικεύονται σε αυτό, μπορούν στη συνέχεια να καθορίσουν αν αντισταθμίζεται ταμπονάροντας μια μικρή ποσότητα σοκολάτας στα χείλη τους (Beckett, 2008).



Εικ. 1.10. Σκλήρυνση με το χέρι. (α) χύσιμο σοκολάτας (β) ξύνοντας τη σοκολάτα

1.7 Χαρακτηριστικές ιδιότητες της σοκολάτας

Η σοκολάτα είναι από τους πιο γλυκούς πειρασμούς που μπορεί να συναντήσει κανείς σε τρόφιμο. Τονώνει τον οργανισμό, ανεβάζει τη διάθεση και «ικανοποιεί τους γευστικούς κάλυκες». Εκτός από γευστική και απολαυστική, τόσο η σοκολάτα, όσο και το κακάο, έχουν άφθονες ευεργετικές ιδιότητες στη σωματική αλλά και ψυχική υγεία του ανθρώπου. Σύμφωνα με έρευνες, έχει παρατηρηθεί ότι συστατικά τους, σχετίζονται με μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών νόσων, ασκούν αντιοξειδωτική δράση, δρουν προστατευτικά σε εκφυλιστικές παθήσεις, δημιουργούν μία αίσθηση

ευεξίας και αυξάνουν την ψυχική διάθεση. Όλα αυτά οφείλονται στο πλήθος μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών, ιχνοστοιχείων, μετάλλων και ορμονών που περιέχουν (Μπαλαφούτη και Δεκουλάκου, 2012).

Η σοκολάτα είναι σχεδόν μοναδικό ως τρόφιμο το οποίο είναι στερεό σε θερμοκρασία δωματίου και τήκεται εύκολα μέσα στο στόμα. Αυτό συμβαίνει επειδή το κύριο λίπος σε αυτήν, είναι το βούτυρο κακάο, το οποίο είναι σταθερό σε θερμοκρασίες κάτω από 25 °C, συγκρατώντας όλα τα στερεά σωματίδια ζάχαρης και κακάου μαζί. Η σοκολάτα έχει επίσης γλυκιά γεύση που είναι ελκυστική για τους περισσότερους ανθρώπους (Beckett, 2008).

Οι ιδιότητες ροής της υγρής σοκολάτας είναι σημαντικές για τον καταναλωτή και τον κατασκευαστή ζαχαροπλαστικής. Οι ρεολογικές ιδιότητες της σοκολάτας επηρεάζονται τόσο από το σκεύασμα (δηλαδή περιεκτικότητα σε λιπαρά, κατανομή μεγέθους σωματιδίων, περιεκτικότητα σε υγρασία, γαλακτωματοποιητές), όσο και από τις συνθήκες επεξεργασίας (κυρίως χρόνο της διαδικασίας και θερμοκρασία) (Baldino et al., 2010)

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλά πολύ εξειδικευμένα όργανα για την μέτρηση του ιξώδους και της υφής, το ανθρώπινο στόμα είναι πραγματικά πολύ πιο ευαίσθητο από τα περισσότερα από αυτά. Όταν κάποιος τρώει σοκολάτα, τα δόντια δαγκώνουν μέσω της στερεάς σοκολάτας. Αυτό σημαίνει ότι η σκληρότητα του στερεού της σοκολάτας είναι πολύ σημαντική. Η θερμοκρασία του στόματος, είναι περίπου 37 °C, είναι πάνω από το σημείο τήξης του λίπους στο εσωτερικό της σοκολάτας, έτσι λιώνει γρήγορα, ειδικά καθώς αυτό υποβάλλεται στην έντονη ανάμιξη και διάτμηση των δοντιών και της γλώσσας. Μόλις έχει λιώσει υπάρχουν δύο σημαντικοί παράγοντες. Ο πρώτος είναι το μέγιστο μέγεθος των σωματιδίων. Αν υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός σωματιδίων μεγαλύτερο από 30 microns (0,03 χιλιοστά) η σοκολάτα θα είναι σαν αμμώδης στη γλώσσα. Επιπλέον, για μεγέθη κάτω των 30 micron μία διαφορά 2-3 microns σε μέγιστο μέγεθος σωματιδίων μπορεί να ανιχνευθεί ως διαφορετικά επίπεδα της ομαλότητας. Οι σοκολάτες με μέγιστο μέγεθος σωματιδίων περίπου 20 microns έχουν πωληθεί ως έχοντες μια μεταξένια υφή. Ο δεύτερος παράγοντας είναι το ιξώδες. Αυτό όχι μόνο επηρεάζει τον τρόπο που η σοκολάτα τρέχει γύρω από το στόμα, δηλαδή την υφή, αλλά αυτό αλλάζει επίσης τη γεύση. Αυτό συμβαίνει επειδή το στόμα περιέχει τρεις διαφορετικούς υποδοχείς γεύσης σε διάφορους χώρους. Ο χρόνος που παίρνει τα στερεά σωματίδια της σοκολάτα να φθάσουν στους υποδοχείς εξαρτάται από το ιξώδες.

2. Στέβλια

2.1 Εισαγωγή

Η *Stevia rebaudiana* Bertoni αποτελεί ένα από τα 154 μέλη του γένους *Stevia*. Είναι ένα γλυκό βότανο της Παραγουάης, το οποίο περιέχει φυσική γλυκαντική ουσία με μηδενικές θερμίδες. Η αξία της είναι τεράστια λόγω 1) της προσαρμοστικότητάς της σε ευρύ φάσμα κλιμάτων, 2) της υψηλής περιεκτικότητας σε γλυκαντική ουσία, και 3) της σημαντικής συμβολής της στην ευημερία της ανθρώπινης ζωής. Αυτή προσφέρει μια λύση για σύνθετα προβλήματα όπως ο διαβήτης και η παχυσαρκία στον άνθρωπο, ως γλυκαντικό χωρίς θερμίδες. Η παγκόσμια ζήτηση για υψηλής ισχύος γλυκαντικά, ιδιαίτερα φυσικές γλυκαντικές ουσίες, αναμένεται να αυξηθεί κατά τα επόμενα χρόνια. Η ενσωμάτωση αυτού του είδους σε συστήματα γεωργικής παραγωγής, ωστόσο, εξαρτάται από την ενδελεχή γνώση του φυτού και το αγρονομικό δυναμικό του (Ramesh et al., 2006, Ζαχοκώστας, 2012).

Η στέβια ήταν άγνωστη στην Ελλάδα μέχρι το 2005, όταν άρχισε η συστηματική επιστημονική μελέτη για πρώτη φορά και έως σήμερα από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας σε συνεργασία με διάφορους φορείς. Έγιναν πειράματα σε παραδοσιακές καπνικές περιοχές όπως Τούμπα Κιλκίς, Καρδίτσα, Δομένικο Ελασσόνας, Ξάνθη, Αγρίνιο, Λαμία, Τρίκαλα, Γρεβενά αλλά και σε άλλες περιοχές (Βελεστίνο) με σκοπό να αποκτηθούν στοιχεία για μια εναλλακτική καλλιέργεια. Τα πειράματα αφορούσαν παραγωγή φυταρίων σε παραδοσιακά σπορεία και σε επιπλέοντα (υδροπονικά), λίπανση, αποστάσεις μεταφύτευσης, ζιζανιοκτονία, περιεκτικότητα Στεβιοσίδης και χρόνο συγκομιδής, ανάγκες στέβιας σε νερό, κόστος παραγωγής. Επιπλέον, τα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν για ενημέρωση - εκπαίδευση καπνοπαραγωγών και νέων αγροτών καθώς και διάφορων φορέων του Δημόσιου και Ιδιωτικού τομέα σχετικά με τη δυνατότητα και τις προοπτικές αυτής της καλλιέργειας (Λόλας, 2009).

Η στέβια είναι πολυετές, τροπικό, ποώδες, πολύκλαδο, αρκετά λιτοδαίτο είδος, που παράγει γλυκαντική ουσία έως 300 φορές γλυκύτερη από τη κρυσταλλική ζάχαρη. Από έρευνα έως τώρα στην Ελλάδα, στην Ισπανία και τον Καναδά αλλά και σε άλλες χώρες φαίνεται ότι ίσως να αποτελέσει ένα δυναμικό προϊόν και μια εναλλακτική καλλιέργεια για την αντικατάσταση του καπνού στις περισσότερες καλλιέργειες καπνού της Ε.Ε. και ειδικότερα στην Ελλάδα όπου με την νέα ΚΓΠ θα περιορισθεί σημαντικά ή θα εγκαταλειφθεί η καπνοκαλλιέργεια. (Λόλας, 2009).

Η στέβια είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμη. Ιδιαίτερα, τα φύλλα της, διότι περιέχουν στεβιοσίδη. Η στεβιοσίδη είναι γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τις γλυκαντικές ουσίες στα φύλλα της στέβιας, Η Στεβιοσίδη είναι η μια και συγκεκριμένη γλυκαντική ουσία από τις άλλες επιμέρους, όπως είναι η Ρεμπαουδιοσίδη, η Δουλκοσίδη και άλλες. Οι γλυκαντικές ουσίες της στέβιας είναι γλυκύτερες από τη ζάχαρη, χωρίς θερμίδες, που χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική, αλλά και ως συμπλήρωμα διατροφής, αντικαθιστώντας τη σακχαρίνη και τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες (π.χ. ασπαρτάμη), ενώ μπορεί να καταναλωθεί άφοβα και από διαβητικούς. Εκτός από τη χρήση της γλυκαντικής ουσίας, τα φύλλα στέβιας χρησιμοποιούνται χλωρά για δροσερή αναπνοή, ενώ γίνεται εξαιρετικό λικέρ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων και

αναψυκτικών. Η στέβια σε γλάστρα ή σε μεγαλύτερη καλλιέργεια στο χωράφι φτάνει σε ύψος 60cm. Στον τόπο καταγωγής της φυτρώνει σε αμμώδη, μικρής γονιμότητας εδάφη, στις όχθες των ποταμών και δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα. Φαίνεται ότι πρόκειται για μια ιδιαίτερα προσοδοφόρα καλλιέργεια καθώς εμφανίζει συγκρατημένο κόστος παραγωγής λόγω των μειωμένων ποτισμάτων που απαιτεί, ενώ δεν έχει εμφανίσει μέχρι σήμερα προβλήματα από έντομα ή ασθένειες, άρα δεν υπάρχει ανάγκη σε ψεκασμούς με αποτέλεσμα να είναι εξαιρετικά εύκολο να ενταχθεί στις βιολογικές καλλιέργειες. Η καλλιέργεια του είδους αυτού μοιάζει πάρα πολύ με την καπνοκαλλιέργεια τόσο ως προς τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, όσο και την παραγωγή φυταρίων (σπορεία-παραδοσιακά, επιπλέοντα), λίπανση, αποστάσεις μεταφύτευσης, απαιτήσεις σε άρδευση, συγκομιδή (με κοπή), αποξήρανση, κ.ά. (Λόλας, 2009).

2.2 Προέλευση & Ιστορία

Η στέβια είναι ένα ενδημικό βότανο που αυτοφύεται στην Παραγουάη και κοντά στα σύνορα με τη Βραζιλία. Το γένος *Stevia* (Eupatoriaceae, Asteraceae) [το οποίο αποτελείται από περίπου 150-200 είδη ποωδών φυτών, θάμνων και φυτών θάμνων], είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά γένη εντός της φυλής Eupatoriaceae. Η στέβια χρησιμοποιήθηκε για πολλούς αιώνες ως γλυκαντική ουσία. Η στέβια τράβηξε για πρώτη φορά την προσοχή των Ευρωπαίων το 1800, όμως παρέμεινε σχετικά ασαφής μέχρι να φυτευτεί και να χρησιμοποιηθεί στην Αγγλία κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου (Ramesh et al., 2006, Lemus-Mondaca et al., 2012).

Παρά τη γεωγραφική του έκταση, το γένος εμφανίζεται αποκλειστικά στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών και την Κεντρική και Νότια Αμερική. Αυτό έχει ιστορικά χρησιμοποιηθεί από τους ανθρώπους της Παραγουάης, ως γλυκαντικό και φυτικό φάρμακο. Νεότερες αναφορές έδειξαν ότι η στέβια ήταν γνωστή στους Ισπανούς κατά τον 16ο αιώνα, αλλά παρέμεινε στην αφάνεια μέχρι που τράβηξε την προσοχή των Ευρωπαίων το 1888 από τον M. S. Bertoni. Πάλαι ποτέ η *Eupatorium rebaudianum* τράβηξε την προσοχή του M. S. Bertoni το 1809, ο οποίος τη μελέτησε και τη μετονόμασε ως *Stevia* το 1905. Πριν ανακαλυφθεί στην Ευρώπη, ήταν για καιρό γνωστή στους ιθαγενείς της φυλής Guarani που κατάγονταν από την εν Παραγουάη. Τα φύλλα αυτού το γλυκού βότανου, χρησιμοποιήθηκαν για αιώνες ως γλυκαντική ουσία για τα ροφήματα (Ramesh et al., 2006, Brandle and Rosa, 1992).

Κατά τη διάρκεια του 1971, οι Ιάπωνες εισήγαγαν τη στέβια από τη Βραζιλία και διεξήχθη έρευνα για τη χρήση της. Σήμερα, η Ιαπωνία είναι η κύρια παραγωγός και έμπορος για την γλυκαντική ουσία και έχει εγκριθεί για χρήση σε πολλά τρόφιμα, όπως τα δημητριακά, τσάι, ποτά και αναψυκτικά. Η στέβια έχει μια αρχαία και σεβάσμια ιστορία σε ορισμένα μέρη του κόσμου. Είναι σαφές ότι η καλλιέργεια αυτή είναι αυτόχθων στην κοιλάδα του Rio Monday στη βορειοανατολική Παραγουάη και βρίσκεται συνήθως στις άκρες του έλους στην άγρονη άμμο. Στον Καναδά, η στέβια πωλείται ως συστατικό στο τσάι, αλλά όχι ως γλυκαντικό. Το καθήκον είναι τώρα να

μετατραπεί η στέβια από άγριο αυτοφυές φυτό σε μια σύγχρονη καλλιέργεια κατάλληλη για διαφορετικά περιβάλλοντα παραγωγής σε συνδυασμό με αποτελεσματική μηχανοποιημένη παραγωγή (Ramesh et al., 2006).

2.3 Γεωργικό αντίκτυπο & Χρήση

Η στέβια διαθέτει πολλά χαρακτηριστικά που την καθιστούν ένα δυνητικά πολύτιμο γεωργικό είδος (Πίνακες 2.1 και 2.2), αν και υπάρχουν λόγοι γενικά που περιορίζουν την αγρονομική χρησιμότητα της (Πίνακας 2.3). Πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή των 10 γλυκοζιτών που είναι υπεύθυνοι για τη γλυκύτητα των διαφορετικών μερών του φυτού έχει μεγάλη σημασία τόσο για την κατανόηση της παράγωγης των διτερπενικών γλυκοζιδίων όσο και για την έγκριση των τεχνικών μαζικής παραγωγής. Μελέτες που διεξήχθησαν μέχρι σήμερα θα μπορούσαν να προτείνουν μερικές διαχειριστικές προσεγγίσεις για τη βελτίωση των απαιτήσεων παραγωγής. Η καλλιέργεια αυτή είχε σημειώσει σημαντική γεωργική απήχηση σε χώρες όπως η Ιαπωνία, η Κίνα, η Ταϊβάν, η Κορέα, το Μεξικό, οι ΗΠΑ, η Ταϊλάνδη, η Μαλαισία, η Ινδονησία, η Αυστραλία, η Τανζανία, ο Καναδάς, η Ρωσία και προσπάθειες ξεκίνησαν στην Ινδία πρόσφατα (Ramesh et al., 2006).

Έρευνα έδειξε την αξιολόγηση των δυνητικών χρήσεων της στέβια που παράγει γλυκές γλυκοσίδες όπως η στεβιοσίδη, η οποία μπορεί να ποικίλει από 2 έως 10%, ένα γλυκαντικό χωρίς θερμίδες που δεν υφίσταται ζύμωση στο ανθρώπινο σώμα (πίνακας II). Τα φύλλα χρησιμοποιούνται για τη γλυκύτητα τους, όπως είναι, ή ξηραίνονται και κονιοποιούνται ή εμβαπτίζονται σε νερό. Το υγρό χρησιμοποιείται για να προσδώσει γλυκύτητα σε ροφήματα. Μια ιαπωνική εταιρεία παράγει τσίχλες από στέβια. Φυτά περιέχουν μια αρωματική ρητίνη, η οποία έχει τονωτική δράση σε πεπτικά όργανα. Είναι επίσης μια πηγή γιββερελίνης. Το βότανο περιέχει 0,12 έως 0,16% αιθέριο έλαιο, το οποίο είναι έως και 0,43% στην ταξιανθία (Ramesh et al., 2006).

Πίνακας 2.1. Αγρονομικά σημαντικά χαρακτηριστικά της στέβια

1. Ευρεία κλιματική προσαρμοστικότητα
2. Πολυετές στη φύση, μοναδική ικανότητα αναγέννησης μετά από ζημία παγετού
3. Τα φύλλα είναι το οικονομικό μέρος
4. Αγενής πολλαπλασιασμός
5. 3 - 4 φορές το χρόνο είναι δυνατή η συγκομιδή
6. Συγκαλλιέργεια, είναι δυνατή κατά τη διάρκεια της αρχικής καλλιεργητικής περιόδου
7. Εύκολη διάδοση μέσω σπόρων, μοσχευμάτων και διαίρεση ριζών

Πίνακας 2.2. Προϊόν (Γλυκοζίτης) καταλληλότητα Χαρακτήρων

1. Βελτιώνει την καρδιαγγειακή λειτουργία
2. Αποτελεσματική σε υψηλή αρτηριακή πίεση, παχυσαρκία ή χρόνιες μολύνσεις ζύμης
3. Ασφαλής για διαβητικούς

4.	Μηδενικές θερμίδες - η ανθρώπινη φυσιολογία δεν μπορεί να μεταβολίσει τους γλυκοζίτες που περιέχονται σε φύλλα στέβια, ως εκ τούτου, αποβάλλονται από το σώμα χωρίς θερμιδική απορρόφηση
5.	Βελτιώνει τη συνολική λειτουργία του γαστρεντερικού
6.	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο ψήσιμο γιατί οι γλυκοζίτες της δεν σπάνε κατά τη θέρμανση
7.	Τα φύλλα της στέβια επίσης περιέχουν πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, υδατάνθρακες, φώσφορο, σίδηρο, ασβέστιο, κάλιο, νάτριο, μαγνήσιο, ρουτίνη (φλαβονοειδή), ψευδάργυρο, βιταμίνη C, και βιταμίνη A
8.	Δεν επηρεάζει αρνητικά τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα
9.	Αποτελεσματικό ενάντια στα μικρόβια όπως <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Pseudomonas aeruginos</i> , και <i>Proteus vulgaris</i>
10.	50-400 φορές πιο γλυκιά από τη λευκή ζάχαρη
11.	Μη τοξικό
12.	Εμποδίζει το σχηματισμό της τερηδόνας και της πλάκας
13.	Δεν περιέχει τεχνητά συστατικά

Πίνακας 2.3. Αγρονομικά Χαρακτηριστικά

1.	Ευαισθησία στο μήκος της ημέρας
2.	Ευαισθησία στην υπερβολική άρδευση
3.	Χαμηλή έως μέτρια ανθεκτική στην ξηρασία
4.	Φτωχή πρόωρη ανάπτυξη
5.	Σκληρός ανταγωνισμός ζιζανίων στα πρώτα στάδια
6.	Ευαισθησία σε παγετό
7.	Ανεπαρκής βλάστηση σπόρων
8.	Κακή αντοχή σε υψηλό pH εδάφους
9.	Αυτό- ασυμβίβαστη
10.	Ασύγχρονη ωριμότητα των σπερμάτων

2.4 Βοτανική περιγραφή

Είναι ένα από τα 950 γένη της οικογένειας Asteraceae. Η συστηματική μελέτη από τα είδη της Βόρειας και Κεντρικής Αμερικής πραγματοποιήθηκε από τον Grashoff το 1972. Αν και υπάρχουν περισσότερα από 200 είδη του γένους στέβια αποδείχθηκε ότι η *S. rebaudiana* έδινε μια γλυκιά αίσθηση. Είναι πολυετής πόα, με εκτεταμένο ριζικό σύστημα και εύθραυστα στελέχη που παράγουν μικρά, ελλειπτικά φύλλα.

Η στέβια συνήθως περιγράφεται ως πολυετής πόα στο φυσικό της περιβάλλον στην Παραγουάη, αν και υπό ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες και καταστάσεις διαχείρισης συμπεριφέρεται ως ετήσια ή μίξη φυτών και των δύο τύπων. Επίσης, θεωρείται ως ένας διακλαδισμένος θαμνώδης θάμνος. Δεδομένου ότι τα φύλλα είναι ο κύριος φορέας γλυκύτητας του φυτού, η αναλογία φύλλων και η αναλογία βάρους φύλλων ανά φυτό είναι σημαντική. Υψηλές αναλογίες φύλλου: τα στελέχη είναι επιθυμητά στη καλλιεργούμενη στέβια, λόγω των χαμηλών συγκεντρώσεων

στεβιοσίδη (<5 mg g⁻¹) στον ιστό του στελέχους (Ramesh et al., 2006). Η στέβια αυξάνεται περίπου 50-60 εκατοστά σε ύψος (Brandle and Rosa, 1992, Lester, 1999), 100 εκατοστά (Shock, 1982), ή μέχρι 120 εκατοστά (Dwivedi, 1999).

Πίνακας 2.4. Βοτανική κατάταξη στέβιας

Βασίλειο	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Τάξη	Αστερώδη (Asterales)
Οικογένεια	Αστεροειδή (Asteraceae)
Υποοικογένεια	Eupatorieae
Γένος	Στέβια
Είδος	<i>S. rebaudiana</i>

2.4.1. Πρότυπο ανάπτυξης

Η στέβια έχει μια ευμετάβλητη φύση που συχνά αντανακλάται στην αργή ανάπτυξη της όταν τα φυτά τοποθετούνται για πρώτη φορά. Μετά τον πρώτο μήνα, αυξάνεται ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Η διακλάδωση και το αδελφωμα είναι επίσης πολύ πιο έντονα. Το πρότυπο ανάπτυξης της στέβιας μπορεί να χωριστεί σε τέσσερα στάδια: τη βλάστηση σπόρου, το μεγάλο χρονικό διάστημα ανάπτυξης, την ανθοφορία, και την ωριμότητα των σπόρων. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τη βλάστηση σπόρου και την εγκατάσταση της φυτείας, το δεύτερο τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών, το τρίτο στάδιο την έναρξη του ανθοφόρου οφθαλμού στην επικονίαση και τη γονιμοποίηση και το τέταρτο στάδιο στην ανάπτυξη σπόρων και στο γέμισμα. Ο χρόνος σποράς σχετίζεται με τη θερμοκρασία. Βέλτιστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων θεωρείται των 24 °C (Ramesh et al., 2006).



2.4.2. Ριζικό σύστημα

Η ρίζα είναι πολυετής, αποτελείται από πολλές λεπτές ρίζες που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Στα φυτά δύο ή περισσότερων ετών το ριζικό σύστημα είναι πολύ πλούσιο και βαθύτερο. Η ρίζα είναι το μόνο μέρος που δεν περιέχει στεβιοσίδη (Ramesh et al., 2006, Λόλας, 2009).

Εικόνα 2.1. Το ριζικό σύστημα του φυτού στέβια.

2.4.3. Στέλεχος

Το στέλεχος είναι ετήσιο, εύθραυστο, με λιγότερους ή περισσότερους βλαστούς που αργότερα γίνονται ημιξυλώδεις. Εύκολα σπάζουν και πλαγιάζουν, οπότε από τα γόνατα δίνουν πλάγιους βλαστούς κατά μήκος του πλαγιασμένου βλαστού (Ramesh et al., 2006, Ζαχοκόστας, 2012).



Εικόνα 2.2 Το στέλεχος του φυτού στέβια.

2.4.4. Φύλλα

Τα φύλλα είναι τα πρώτα φωτοσυνθετικά όργανα που σχηματίζονται μετά τη βλάστηση από τις δύο κοτυληδόνες στον σπόρο. Έχουν στρόγγυλο σχήμα. Η φυλλοταξία της στέβιας είναι κατ' εναλλαγή. Τα φύλλα είναι μικρά, λογχοειδή, επιμήκη, πριονωτά, και γλυκά. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) για τη στέβια σε 80 μέρες ήταν 4.83. Το φως ή ακριβέστερα η φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία παρέχει φυτά με ενέργεια για την παραγωγή φωτοσύνθεσης. Είναι αρκετά προφανές ότι η ποσότητα του φωτός εξαρτάται κυρίως από την επιφάνεια των φύλλων και συνήθως εκφράζεται ως δείκτης φυλλικής επιφάνειας (Ramesh et al., 2006).



Εικόνα 2.3. Τα φύλλα του φυτού στέβια.

2.4.5. Άνθη

Η στέβια είναι αυτο-ασυμβίβαστη και επικονιάζεται με έντομα. Τα άνθη είναι μικρά και λευκά με ένα ωχρό ανοιχτό μωβ. Η γύρη μπορεί να είναι ιδιαίτερα αλλεργιογόνα. Τα μικροσκοπικά λευκά λουλούδια είναι άριστα διατεταγμένα σε μικρούς κορύμβους με δύο έως έξι πέταλα. Οι κόρυμβοι είναι διατεταγμένοι σε χαλαρούς σύνθετους βότρυς. Το φυτό χρειάζεται πάνω από ένα μήνα για να παραξει όλα του τα άνθη (Ramesh et al., 2006).



Εικόνα 2.4. Τα άνθη του φυτού στέβια.

2.5 Χημική σύσταση στέβιας

Οι μέχρι σήμερα αναλύσεις της στέβιας έδειξαν ότι περιέχει πάνω από 100 διαφορετικές ουσίες, οργανικές και ανόργανες (14, 47, 88, 92). Από τις οργανικές ουσίες σπουδαιότερες είναι τα γλυκοζίδια, πρωτεΐνες (6,2%), **υδατάνθρακες** (52,8%), **χλωροφύλλες**, **φυτικές ίνες**, **καροτένια**, **φλαβονοειδή** (ρουτίνη), **πραγματική βιταμίνη Α**, **βιταμίνη Β**, **γιββερελλίνη**, **λιπίδια** (5,6%) και **αιθέρια έλαια**. Στα λιπίδια και αιθέρια έλαια έχουν βρεθεί έως τώρα 53 διαφορετικές ενώσεις.

Τα γλυκοζίδια (τα κυριότερα είναι 8) βρίσκονται στα φύλλα (βιοσύνθεσή τους στους χλωροπλάστες), τα στελέχη και τα άνθη, όχι όμως στις ρίζες.

Από τις **ανόργανες ουσίες**, αποτελούν περίπου το 13% των συνολικών ουσιών, το Κ υπάρχει στη υψηλότερη συγκέντρωση, γύρω στο 2,6%.

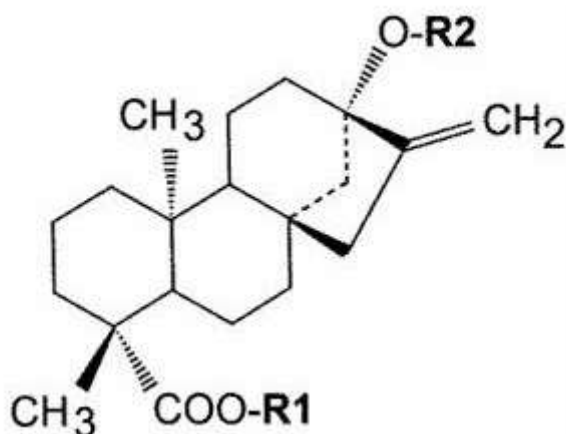
Άλλες ανόργανες ουσίες στη στέβια είναι το Ν (1,4%), Ρ (0,3%), Κ (2,4%) και Ca (0,21%), Ρ (0,10%), Mg (0,29%), Ρ (0,0012%), Ρε (0,085%), Na, Zn (0,0026%) κ.ά..

Στα πειράματα στην Ελλάδα το Κ κυμάνθηκε από 1,8% έως 6,7%, το Ν από 1,8-2,7%, ο Ρ από 0,17-0,29% και το Mg από 0,21-0,56%. Η υψηλή περιεκτικότητα σε Κ είναι μία ένδειξη ότι η στέβια, όπως και ο καπνός, έχουν ανάγκη από περισσότερο Κ σε σχέση με άλλες καλλιέργειες (Λόλας, 2009).

2.6 Γλυκαντικές ουσίες στέβιας – στεβιοσίδης

Αναφέρθηκε παραπάνω, πολλές φορές έως τώρα, ότι η στέβια έχει ως κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα τη μεγάλη γλυκύτητα στα φύλλα της, χλωρά ή ξηρά, έως

και 10 - 40 φορές σε σχέση με τη γνωστή μας ζάχαρη. Οι γλυκαντικές ουσίες που καθιστούν τα φύλλα της στέβιας τόσο γλυκά είναι γνωστές ως γλυκοζίδια της στεβιόλης, από τη χημική τους σύσταση. Βασικό και κοινό μέρος του μορίου σε όλες τις γλυκαντικές ουσίες της στέβιας είναι η στεβιόλη, ένα τετρακυκλικό διτερπένιο (Εικ. 2.5). Η διαφορά στη δομή του μορίου (και τη γλυκύτητα) μεταξύ των γλυκαντικών ουσιών, οφείλεται στον αριθμό και τη θέση των μορίων γλυκόζης πάνω στη στεβιόλη (Πίν. 2.5). Η στεβιόλη είναι το άγλυκο μέρος του μορίου των γλυκαντικών ουσιών της στέβιας. Πολλά μόρια γλυκόζης στον C13 προσδίδουν γλυκύτητα.



Εικ. 2.5. Χημική δομή στεβιόλης

Ο Παραγουανός χημικός Dr. Rebaudi ήταν ο πρώτος που στις αρχές του 1900 απομόνωσε την ουσία που κάνει τα φύλλα τόσο γλυκά. Στις αρχές της δεκαετίας του 1930 δύο Γάλλοι επιστήμονες ασχολήθηκαν εντατικά και απομόνωσαν-ταυτοποίησαν οκτώ γλυκαντικές ουσίες της στέβιας.

Το 1945 προτάθηκε στο Εθνικό Γεωργικό Ινστιτούτο της Παραγουάης μέθοδος εξαγωγής των γλυκαντικών ουσιών της στέβιας και λειτουργία σχετικής βιομηχανίας. Σήμερα μονάδες (εργοστάσια) εξαγωγής των γλυκαντικών ουσιών της στέβιας υπάρχουν στην Ιαπωνία, την Κίνα, τη Βραζιλία, την Παραγουάη.

Στις Η.Π.Α. το 1952 ομάδα ερευνητών στην Υπηρεσία Δημόσιας Υγείας βρήκε τα συστατικά μέρη του μεγάλου και πολύπλοκου μορίου της στεβιοσίδης, ότι δεν περιέχει άζωτο, περιέχει όμως γλυκόζη. Στην Ιαπωνία η έρευνα στα γλυκοζίδια της στέβιας άρχισε από τη δεκαετία του 1960. ποιήθηκε τη δεκαετία του 1970 και συνεχίζεται ακόμη. Οι Ιάπωνες ήταν πρώτοι στη μεθοδολογία και κατοχύρωση εξαγωγής των γλυκαντικών ουσιών.

Τα γνωστά γλυκοζίδια στα φύλλα της στέβιας είναι:

Στεβιοσίδη	Stevioside	Ρεμπαουδιοσίδη E	Rebaudioside
Ρεμπαουδιοσίδη A	Rebaudioside A	Ρεμπαουδιοσίδη F	Rebaudioside
Ρεμπαουδιοσίδη B	Rebaudioside B	Δουλκοσίδη A	Doulcoside A
Ρεμπαουδιοσίδη C	Rebaudioside C	Στεβιολμπιοσίδη	Steviolbioside
Ρεμπαουδιοσίδη D	Rebaudioside D	Δουλκοσίδη B	Doulcoside B

Η Ρεμπαουδιοσίδη Β και η Στεβιολμπιοσίδη είναι μάλλον παραπροϊόντα της μεθοδολογίας εξαγωγής. Η Ρεμπαουδιοσίδη C αναφέρεται και ως Δουλκοσίδη Β.

Σήμερα είναι γνωστό ότι η βιοσύνθεση των γλυκοζιδίων γίνεται στους χλωροπλάστες (τα φύλλα, τα στελέχη και τα άνθη, όχι όμως στις ρίζες) και η συγκέντρωσή τους στα φύλλα, στα στελέχη και στα άνθη μειώνεται όσο προχωρεί η άνθιση.

Σε επίπεδο ολόκληρου του φυτού, η περιεκτικότητα της στεβιοσίδης είναι υψηλότερη στα κάτω ώριμα φύλλα και μειώνεται προς τα πάνω στα νεότερα φύλλα.

Η Στεβιοσίδη φέρει πάνω στο μόριο της στεβιόλης ένα μόριο γλυκόζης στη θέση C19 και τη σοφορόζη (2 γλυκόζες) στη θέση C13. Η Ρεμπαουδιοσίδη Α στη θέση C19 φέρει τρία μόρια γλυκόζης. Ο αριθμός και το είδος των ομάδων (Η ή γλυκόζης) στις θέσεις C13 και C19 διακρίνει τις 6 μορφές ρεμπαουδιοσίδης (Α, Β, C, D, E, F) και τις δύο της Δουλκοσίδης.

Σχεδόν σε όλες τις ποικιλίες στέβιας σήμερα, η περιεκτικότητα σε αυτά τα τρία γλυκοζίδια είναι 5-10 % Στεβιοσίδη, 2-4% Ρεμπαουδιοσίδη Α, 1-2% Ρεμπαουδιοσίδη C και 0,4-0,7% Δουλκοσίδη Α. Από αυτά, η Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι η πιο γλυκιά, 350-450 φορές σε σχέση με τη ζάχαρη και μετά η Ρεμπαουδιοσίδη Β, 300-350 φορές. Από τις τέσσερις γλυκαντικές ουσίες της στέβιας τα καλύτερα γευστικά χαρακτηριστικά έχει η Ρεμπαουδιοσίδη, γιατί δεν έχει "πικρίλα", δεν έχει διάρκεια η μετάγευσή της και αυτό είναι ένα πλεονέκτημα χρήσης. Όμως, η Ρεμπαουδιοσίδη Α διασπάται εάν εκτεθεί για πολύ στον ήλιο, ενώ πολλές μελέτες στην Ιαπωνία δείχνουν μεγάλη σταθερότητα της Στεβιοσίδης.

Πίνακας 2.5. Η χημική σύσταση των διαφόρων γλυκοζιδίων στα φύλλα της στέβιας

Γλυκαντική ουσία	Θέση 13 (R2) - Ουσία	Θέση 19 (R1) – Ουσία
Στεβιόλη	H	H
Στεβιοσίδη	2 γλυκόζες	1 γλυκόζη
Ρεμπαουδιοσίδη Α	3 γλυκόζες	1 γλυκόζη
Ρεμπαουδιοσίδη Β	3 γλυκόζες	H
Ρεμπαουδιοσίδη C	1 γλυκόζη	1 γλυκόζη
Ρεμπαουδιοσίδη D	3 γλυκόζες	2 γλυκόζες
Ρεμπαουδιοσίδη E	2 γλυκόζες	2 γλυκόζες
Ρεμπαουδιοσίδη F	2 γλυκόζες – 1 ξυλόζη	1 γλυκόζη
Δουλκοσίδη Α	1 γλυκόζη – 1 ραμνόζη	1 γλυκόζη
Στεβιολμπιοσίδη	2 γλυκόζες	H

Κάθε μια γλυκαντική ουσία έχει διαφορετική γλυκαντική δύναμη, η οποία σε σχέση με την κοινή ζάχαρη (=1) είναι για τη Στεβιοσίδη 250-300, τη Ρεμπαουδιοσίδη Α 250-450, τη Ρεμπαουδιοσίδη Β 300-350, τη Ρεμπαουδιοσίδη C 50-120, τη Ρεμπαουδιοσίδη D 200-300, τη Ρεμπαουδιοσίδη E 150-300, τη Δουλκοσίδη Α 50-120 και τη Στεβιολμπιοσίδη 100-125.

Ένας βασικός στόχος της έρευνας σήμερα είναι η δημιουργία ποικιλιών με υψηλή περιεκτικότητα Ρεμπαουδιοσίδης.

Μελέτες δείχνουν ότι το πάχος του φύλλου συνδέεται με καλύτερη αναλογία Ρεμπαουδιοσίδης προς Στεβιοσίδη. Η περιεκτικότητα σε στεβιοσίδη μπορεί να διαφέρει αρκετά μεταξύ των φυτών ακόμα και μετά από επιλογή για μερικά χρόνια.

Στην Κίνα αναφέρουν διακύμανση στην περιεκτικότητα Στεβιοσίδης σε φυτό από τον ίδιο κλώνο από 1,5 έως 7 και Ρεμπαουδιοσίδης Α από 4,5 έως 12, ενώ η ολική περιεκτικότητα κυμαίνονταν από 10 έως 20%.

Η υψηλή κληρονομηση, η δυνατότητα επιλογής για απόδοση και περιεκτικότητα γλυκαντικών ουσιών ταυτόχρονα και η φυσική ποικιλότητα λόγω σταυρεπικονίασης, εξηγούν τη δημιουργία ποικιλιών με σχεδόν διπλασία περιεκτικότητα σε γλυκαντικές ουσίες, από 3-5% στους φυσικούς πληθυσμούς σε 10-20% σε ορισμένες ποικιλίες. Επίσης, εξηγείται η αλλαγή στην αναλογία Στεβιοσίδης/Ρεμπαουδιοσίδης από 2/1 σε 1/2 και περισσότερο.

Η Στεβιοσίδη σε ποσοστό 60-70% και η Ρεμπαουδιοσίδη Α σε ποσοστό 30-40% είναι οι δύο κύριες γλυκαντικές ουσίες της στέβιας και η αναλογία μεταξύ τους καθορίζει τη γευστική ποιότητα. Όσο περισσότερη είναι η Ρεμπαουδιοσίδη τόσο ποιοτικότερη είναι η "ζάχαρη" της στέβιας. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που οι πολυεθνικές σήμερα ενδιαφέρθηκαν και κατοχύρωσαν-εμπορεύονται διάφορα σκευάσματα της Ρεμπαουδιοσίδης. Η τρίτη σε σημασία γλυκαντική ουσία στα φύλλα της στέβιας είναι η Δουλκοσίδη Α.

Ο όρος "ζάχαρη" της στέβιας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, χρησιμοποιείται επειδή οι γλυκαντικές ουσίες μόνες ή σε συνδυασμό (στεβιοσίδη) είναι μία λευκή, μικροκρυσταλλική ουσία όπως και η κοινή ζάχαρη.

Έκθεση του FAO του 2004 περιγράφει τις διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες για την εκχύλιση της στέβιας και απομόνωσης του στερεού μίγματος των γλυκαντικών ουσιών.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι εξαγωγής των γλυκαντικών ουσιών της στέβιας και διαφέρουν ως προς το ποια ή ποιες γλυκαντικές ουσίες εξάγονται και ως προς την καθαρότητα τους. Έτσι, άλλη μέθοδος εξάγει μόνο Στεβιοσίδη, άλλη μόνο Ρεμπαουδιοσίδη, άλλη εξάγει δύο ουσίες, Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη, ή τρεις γλυκαντικές ουσίες, Στεβιοσίδη, Ρεμπαουδιοσίδη, Δουλκοσίδη. Ορισμένες εταιρίες ανέπτυξαν μεθοδολογία για την οικονομική εκχύλιση και απομόνωση της **ρεμπαουδιοσίδης Α**.

Νερό σε θερμοκρασία βρασμού εκχυλίζει το 93-98% της στεβιοσίδης. Υπάρχουν και μέθοδοι που μεγιστοποιούν την εξαγωγή της Ρεμπαουδιοσίδης.

Γι' αυτό έχει σημασία όταν λέμε ή αγοράζουμε "ζάχαρη" στέβιας να ξέρουμε εάν είναι μία, δύο ή τρεις ουσίες και ποιες από αυτές και σε ποια αναλογία. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι δύο γλυκαντικές ουσίες που εξάγονται είναι η Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη και γι' αυτό πρέπει να αναφέρεται ως στεβιοσίδη. Επειδή όμως, κάθε γλυκαντική ουσία έχει διαφορετική γλυκαντική δύναμη και οι ποικιλίες στέβιας διαφέρουν ως προς την περιεκτικότητα αυτών των γλυκαντικών ουσιών, η γλυκαντική δύναμη της "ζάχαρης" της στέβιας διαφέρει και καθορίζεται από τη συγκέντρωση κάθε μιας από τις δύο ή τρεις γλυκαντικές ουσίες.

Ο ρόλος των γλυκαντικών ουσιών στα φύλλα της στέβιας δεν είναι γνωστός, όπως συμβαίνει και με τις άλλες ουσίες του δευτερογενούς μεταβολισμού στα φυτά. Το

πιθανότερο είναι να έχουν αμυντικό ρόλο για προστασία από φυτοφάγα, παράσιτο κ.ά. (Λόλας, 2009).

2.7 Ιδιότητες στέβιας

Η στέβια έχει πολλές ιδιότητες, αγρονομικές και βιοχημικές, οι οποίες μπορούν να την καταστήσουν ένα πολύ χρήσιμο γεωργικό φυτό. Μερικές χρήσιμες αγρονομικές ιδιότητες της στέβιας είναι: Παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε εύρος γεωγραφικών περιοχών και συνθηκών, από την Παραγουάη έως την Αγία Πετρούπολη και από τον Καναδά έως την Ιαπωνία. Σε πολλές περιοχές (θερμοκρασία εδάφους στα 10 cm όχι κάτω από 6-10 °C είναι πολυετής καλλιέργεια με παραγωγική ζωή 4-7 χρόνια. Σε ορισμένες από αυτές τις περιοχές και συνθήκες γίνονται 2-4 συλλογές το χρόνο. Το χρήσιμο – εμπορεύσιμο – μέρος είναι το φύλλα. Καλύτερη συμπεριφορά δείχνει σε εδάφη με pH προς το όξινο. Πολλαπλασιασμός με σπόρο και αγενώς με μοσχεύματα βλαστού και χωρισμό του ριζικού συστήματος. Έχει όμως και αγρονομικές ιδιότητες, οι οποίες δημιουργούν κάποια προβλήματα στην πράξη, όπως ότι δεν αντέχει σε συνθήκες περίσσειας υγρασίας, έχει μέτρια αντοχή στην ξηρασία, αργή αύξηση στην αρχή, τον πρώτο μήνα μετά τη μεταφύτευση, όχι όμως ως πολυετής. Δεν μπορεί να ανταγωνισθεί τα ζιζάνια ως ετήσια καλλιέργεια. Έχει άνθη με αυτοασυμβίβαστο, σταδιακή εμφάνιση και έτσι παρατεταμένη περίοδο ωρίμανσης του σπόρου.

Στη στέβια, με τις διάφορες μορφές της, φύλλα, εκχυλίσματα, γλυκαντική ουσία, αποδίδονται και πολλές βιοχημικές ιδιότητες.

Τα διάφορα είδη του γένους *Stevia* και ειδικά το είδος *Stevia rebaudiana*, είχαν πολύ σημαντικό διατροφικό, ιατρικό-θεραπευτικό και εθνοβοτονικό ρόλο στις παραδόσεις, δοξασίες και ιεροτελεστιές των λαών στους τόπους καταγωγής της στέβιας (8, 23, 36, 37, 55).

Οι ιθαγενείς φυλές των Ινδιάνων θεωρούσαν ότι η στέβια έχει πολλές χρήσιμες ιδιότητες και γι' αυτό αποτελούσε μέρος της καθημερινότητας τους για εκατοντάδες χρόνια και αρκετό πριν το πρώτο ταξίδι του Κολόμβου στο "νέο κόσμο". Στη στέβια οι ιθαγενείς Guarani, Mestizos και άλλες τοπικές φυλές απέδιδαν διάφορες ιδιότητες, όπως:

- γλυκαντική ουσία για ποτά-τρόφιμο, γιαιτροσόφια,
 - "φάρμακο" ως καρδιοτονωτικό,
 - χρήσιμη στην παχυσαρκία (για έλεγχο του σωματικού βάρους),
 - στην υπέρταση,
 - στη στηθάγχη,
 - στην υπογλυκαιμία, διεγείρει την έκκριση ινσουλίνης στα κύτταρα τύπου β
- Άλλες ιδιότητες που αποδίδονται στη στέβια είναι:
- μειώνει το σάκχαρο του αίματος, χωρίς να επηρεάζει το μεταβολισμό του σακχάρου στο αίμα,
 - μειώνει την πίεση του αίματος,
 - δεν επηρεάζει την κανονική πίεση,

- διαστέλλει το αγγείο του αίματος,
- μειώνει το επίπεδα ουρικού, διευκολύνει την ούρηση,
- αντιφλεγμονώδες (5,6, 8, 91).

Στη στέβια αποδίδονται επιπλέον ιδιότητες, όπως,

- αντιβακτηριακές,
- αντιϊοικές,
- αντιοξειδωτικές,
- πρόληψη τερηδόνας,
- ρύθμιση σακχάρου στο αίμα,
- επουλωτικό γιατί έχει αντισηπτικές ιδιότητες,
- περιποιητικό δέρματος.

Στη Βραζιλία και στην Παραγουάη η ιατρική των βοτάνων αποδίδει στη στέβια, μεταξύ των άλλων, ότι είναι υπογλυκαιμική, υποτασική, διουρητική, καρδιοτονωτική. Τα φύλλα, λόγω των ιδιοτήτων των διαφόρων ουσιών που περιέχουν και κυρίως της στεβιοσίδης, τα χρησιμοποιούσαν για διαβητικούς (διεγείρει την έκκριση ινσουλίνης), παχυσαρκία, υπέρταση, εξάντληση, κατάθλιψη και διάφορες μολύνσεις.

Πολλοί που χρησιμοποιούν συχνά τη στέβια λένε ότι διευκολύνει τη χώνευση και τη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος και μετριάζει τυχόν στομαχική διαταραχή.

Τσάι στέβιας ή τσάι με γλυκαντικό τη στέβια μειώνει την επιθυμία για το κάπνισμα και το ποτό.

Σε σύγκριση με ορισμένες από τις διάφορες συνθετικές γλυκαντικές ουσίες, η στεβιοσίδη (με Ρεμπαουδιοσίδη και Δουλκοσίδη),

- είναι μία φυσική γλυκαντική ουσία, έως και 300 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη,
- είναι το ίδιο γλυκιά με τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες, αλλά χωρίς τα προβλήματα για την υγεία που αποδίδονται σε αυτές,
- έχει σχεδόν μηδενική θερμιδική περιεκτικότητα,
- δεν ευνοεί αλλά αντίθετο παρεμποδίζει την τερηδόνα.

Αντίθετο από τη ζάχαρη,

- δεν διασπάται ούτε καρομελοποιείται
- και δεν καφετίζει σε υψηλές θερμοκρασίες, έως και πάνω από 200 °C.

Αυτή είναι ιδιότητα ιδιαίτερα επιθυμητή στην αρτοποιία, στη μαγειρική, στη βιομηχανία τροφίμων και στη ζαχαροπλαστική.

Η στέβια σε πολλές μελέτες βρέθηκε ότι είναι ασφαλής για χρήση από τα άτομα που δε μπορούν να αφομοιώσουν το απαραίτητο αμινοξύ φαινυλαλανίνη (πάσχουν από φαινυλκετονουρία).

Λόγω της χημικής δομής της η στεβιοσίδη δεν διασπάται στο πεπτικό σύστημα. Έτσι, ενώ δίνει την αίσθηση της έντονης γλυκύτητας δεν "φορτώνει" τον οργανισμό με θερμίδες, με άζωτο (δεν περιέχει στο μόριο της N), ούτε με σάκχαρο (επειδή δεν διασπάται), λιπίδια ή χοληστερόλη και γι' αυτό είναι πολύ καλό διαιτητικό συμπλήρωμα. Αυτό εξηγεί τη μεγάλη και έντονη προβολή-διαφήμιση σήμερα της στέβιας ως "φυσικής γλυκαντικής ουσίας με μηδέν θερμίδες" και ακόμη μηδέν υδατάνθρακες, σάκχαρα, λίπη και χοληστερόλη. Η στεβιοσίδη χάριν σε ορισμένες

ιδιότητες της πλεονεκτεί σε σύγκριση τόσο με την κοινή ζάχαρη όσο και με μερικές συνθετικές γλυκαντικές ουσίες.

Οι μελέτες έως τώρα δείχνουν ότι οι διάφορες γλυκαντικές ουσίες της στέβιας δεν επηρεάζουν τη βιοδιαθεσιμότητα των τροφών στον άνθρωπο και έτσι δεν προκύπτουν προβλήματα στη διατροφή και υγεία. Επίσης φαίνεται ότι δεν υπάρχουν προβλήματα αλλεργίας (Λόλας, 2009).

2.8 Χρήσεις στέβιας

Η χημική σύσταση της στέβιας: δείχνει ότι η στέβια αποτελεί πηγή πολύ χρήσιμων φυσικών χημικών ουσιών, όπως τα γλυκοζίδια (Στεβιοσίδη κ.ά.), ισοστεβιόλη φυτοστερόλες, γιββερελλίνη (φυτοορμόνη), χλωροφύλλη (φυσική χρωστική) κ.ά.. Σπουδαιότερη από αυτές, και για την οποία κυρίως καλλιεργείται σήμερα η στέβια, είναι η Στεβιοσίδη, μία φυσική γλυκαντική ουσία, η οποία μαζί με την Ρεμπαουδιοσίδη Α και την Δουλκοσίδη Α είναι 1) έως και πάνω από 300 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη, 2) το ίδιο γλυκιά με τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες αλλά χωρίς τα προβλήματα-παρενέργειες για την υγεία που αποδίδονται σε αυτές, 3) με σχεδόν μηδενική θερμιδική περιεκτικότητα.

Η περιεκτικότητα σε στεβιοσίδη στο ξηρά φύλλα κυμαίνεται από 5-22%, ανάλογο με την ποικιλία και τις συνθήκες παραγωγής (εδαφοκλιματικές και καλλιεργητικές). Οι μεγαλύτεροι χρήστες της στεβιοσίδης είναι η βιομηχανία τροφίμων-ποτών-ζαχαροπλαστικής (υποκαθιστά τη ζάχαρη και την πράσινη χρωστική) και η Ιατρική (για τους διαβητικούς τύπου 2, υπογλυκαιμία, αντιυπερτασικό, κατά της τερηδόνας). Στις Η.Π.Α. και στον Καναδά επιτρέπεται μόνο ως διαιτητικό συμπλήρωμα, ενώ σε άλλες χώρες (Ιαπωνία από το 1971, Κορέο από 1973, Κίνα, Ισραήλ, Βραζιλία κ.ά.) ως υποκατάστατο της ζάχαρης, ως συμπλήρωμα διατροφής και δίαιτας. Στην Αυστραλία και τη Ν. Ζηλανδία, επίσης, είχε έγκριση ως διαιτητικό συμπλήρωμα, ως νεοφανές τρόφιμο και από τον Οκτώβριο του 2008 εγκρίθηκε και η χρήση της στεβιοσίδης ως υποκατάστατο της ζάχαρης.

Στην Ε.Ε. επιτρέπεται από το 2005 η χρήση της στέβιας και εκχυλισμάτων της στα σιτηρέσια έως ποσοστό 2% και στα καλλυντικά. Η διαδικασία έγκρισης χρήσης της στεβιοσίδης ως τρόφιμο-υποκατάστατο της ζάχαρης στην Ε.Ε. είναι σε εξέλιξη και αναμένεται (και ελπίζεται) η έγκρισή της το 2009 .

Στις Η.Π.Α. μεγάλες πολυεθνικές, όπως Coca-Cola, Cargill, Pepsi-Cola κ.ά., έχουν κατοχυρώσει 24 τουλάχιστον χρήσεις της rebiana, μίας καθαρής μορφής της Ρεμπαουδιοσίδης Α και ζήτησαν την έγκριση χρήσης της. Ήδη το πρώτο βήμα έγινε με την κατάταξη της Truvia, ενός σκευάσματος της rebiana, στην κατηγορία "ουσίες γενικά θεωρούμενες ως ασφαλείς" [GRAS (Generally Regarded As Safe)] με απόφαση της Υπηρεσίας Τροφίμων Φαρμάκων (FDA) των Η.Π.Α., στις 2/1/2009. Από το 2009 ορισμένα αναψυκτικά και τρόφιμα (π.χ. γιαούρτι, δημητριακά, σνακς κ.ά.) των Coca-Cola και Cargill, θα περιέχουν ως γλυκαντική ουσία την Truvia. Τα προϊόντα αυτά οι δύο αυτές εταιρείες προγραμματίζουν να τα βάλουν στην αγορά 12 χωρών όπου επιτρέπεται η χρήση της στεβιοσίδης ως υποκατάστατο της ζάχαρης.

Κάτι ανάλογο κάνει και η Pepsi-Cola με την PureVia. Αυτό οι πολυεθνικές το κάνουν για μερικά χρόνια τώρα σε χώρες, όπως η Ιαπωνία, η Βραζιλία, η Κίνα κ.ά., όπου επιτρέπεται η χρήση της στεβιοσίδης ως υποκατάστατο της ζάχαρης. Μερικές από τις πατέντες της Coca-Cola για τη στέβια είναι σε αρτοσκευάσματα, καραμελοειδή, προϊόντα οδοντιατρικής, μαστίχες, δημητριακά, φαρμακευτικά, γαλακτοκομικά, επιτραπέζια "ζάχαρη" κ.ά..

Σε πολλές ασιατικές χώρες (Ιαπωνία κ.ά.) η στεβιοσίδη αποτελεί συνηθισμένο προσθετικό σε πολλών ειδών προϊόντα, όπως αναψυκτικά, ηδύποτα, καραμέλες, μαστίχες, χυμοί, αρτοσκευάσματα, παγωτά, γιαούρτι, οδοντόπαστες, ενεργειακά και αθλητικά ποτά, κατεψυγμένα τρόφιμα, κονσερβοποιία κ.ά.

Στην Ιαπωνία τυποποιημένα εκχυλίσματα στέβιας και στεβιοσίδη άρχισαν να χρησιμοποιούνται από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 στη γλύκανση-ενίσχυση γεύσης τροφών-ποτών, όταν απαγορεύθηκε η χρήση των συνθετικών γλυκαντικών ουσιών.

Τυποποιημένα εκχυλίσματα στέβιας χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις μόνο για τη βελτίωση-ενίσχυση της γεύσης και ευχαρίστησης τροφών-ποτών.

Εκχυλίσματα ολόκληρων φύλλων στέβιας χρησιμοποιούνται στην περιποίηση του δέρματος, επειδή θεωρούνται πολύ αποτελεσματικά στην απαλότητα και τέντωμα του δέρματος και στην "εξαφάνιση" των ρυτίδων.

Αντίθετο από τη ζάχαρη, η στεβιοσίδη δεν διασπάται ούτε καραμελοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες, και αυτός είναι ένας από τους λόγους που η στεβιοσίδη θεωρείται πολύ χρήσιμη στη μαγειρική, την αρτοποιία, τη ζαχαροπλαστική.

Τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως χλωρό, ξηρά τριμμένα ή αλεσμένα ή εκχύλισμά τους.

Στην Κίνα τσάγια από φύλλα στέβιας συνιστώνται ως ορεκτικό, ως χωνευτικά, για απώλεια βάρους, για διατήρηση της νεότητας και ως διαιτητικό.

Οι βλαστοί, μετά την αποφύλλωση χρησιμοποιούνται στην εξαγωγή φυσικής πράσινης χρωστικής για χρήση στη βιομηχανία τροφίμων - ποτών - ζαχαροπλαστικής και τα υπολείμματα ως ζωοτροφή. Ζωοτροφή αποτελούν και τα υπολείμματα των φύλλων μετά την εξαγωγή της στεβιοσίδης». Αυτό είναι μία πρόσθετη οικονομική αξία του φυτού πέρα από την στεβιοσίδη. Από τους βλαστούς, με ειδική ζύμωση εξάγεται γιββερελίνη (φυσική φυτοορμόνη), σημαντικά οικονομικότερη από ότι με τις άλλες μεθόδους.

Μελλοντικά μία μεγάλης σημασίας χρήση της στεβιοσίδης θα αποτελεί η χορήγηση της στους διαβητικούς τύπου 2 σε αντικατάσταση των συνθετικών γλυκαντικών που χρησιμοποιούν σήμερα.

Πιστεύεται ότι σε λίγα χρόνια σε πολλές χώρες η στεβιοσίδη θα αντικαταστήσει ένα σημαντικό ποσοστό της γνωστής επιτραπέζιας ζάχαρης, όπως συμβαίνει στην Ιαπωνία τα τελευταία 15-20 χρόνια. Στην Ιαπωνία και στην Κορέα η στεβιοσίδη καλύπτει περί το 40-50% της αγοράς γλυκαντικών ουσιών. Η στεβιοσίδη δεν έχει τις ιδιότητες της ζάχαρης που συνδέονται με την υγεία του ανθρώπου (παχυσαρκία, τερηδόνα, διαβήτης).

Η στέβια, στις διάφορες μορφές της, χρησιμοποιείται στη Ν. Αμερική για περισσότερο από 500 χρόνια, στην Ευρώπη από το 1989, στην Ιαπωνία και άλλες

ασιατικές χώρες από τις δεκαετίες του 1970 και 1980. Στον Καναδά και στις Η.Π.Α. από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και μέχρι το 1991, επιτρέπονταν μόνο ως διαιτητικό συμπλήρωμα. Το 1991, στις Η.Π.Α. με το αιτιολογικό "οι τοξικολογικές πληροφορίες είναι ανεπαρκείς για την ασφάλεια της στέβιας", απαγορεύθηκε κάθε χρήση, μέχρι το 1995 οπότε επετράπη και πάλι η χρήση της. Άλλες χώρες όπου χρησιμοποιείται η στέβια είναι η Ελβετία, μερικές της Ανατολικής Ευρώπης και της Αφρικής.

Με την έγκριση χρήσης της στεβιοσίδης ως τρόφιμο-υποκατάστατο της ζάχαρης στην Αυστραλία και Ν. Ζηλανδία από τον Οκτώβριο του 2008 και στις Η.Π.Α. (από διάφορες πολυεθνικές) η χρήση και ο αριθμός των χωρών θα αυξάνονται κάθε χρόνο.

Σήμερα εκτιμάται ότι χρήση στέβιας κάθε μέρα σε διάφορες χώρες κάνουν πάνω από 150 εκατομμύρια άνθρωποι χωρίς να παρουσιάζουν κάποιο πρόβλημα.

Συνταγές κάθε είδους (τσάγια, γλυκά, κέικ, παγωτά κ.τ.λ.) με χρήση της στέβιας σε διάφορες μορφές (φύλλα χλωρά ή ξηρά, τριμμένα ή αλεσμένα, υγρά εκχυλίσματα ή στεβιοσίδη) μπορεί κανείς να βρει σε αρκετά βιβλία.

Εμπορικά η στέβια και οι γλυκαντικές ουσίες την ενδιαφέρουν πέντε τομείς:

Βιομηχανία τροφίμων: ποτά, αρτοσκευάσματα, δημητριακά, κονσερβοποιία, παγωτά, μαστίχες, καραμέλες, υγιεινές τροφές.

Βιομηχανία προσθέτων στις τροφές: ενισχυτικά γεύσης, οσμής, εμφάνισης.

Βιομηχανία ζάχαρης: ανάπτυξη νέων προϊόντων σε συνδυασμό με στεβιοσίδη.

Βιομηχανία καλλυντικών: προϊόντα περιποιητικά δέρματος και μαλλιών.

Φαρμακοβιομηχανία: προϊόντα για διαβητικούς τύπου 2, πίεση κ.ά..

Η κινητοποίηση στην Ε.Ε. για να επιτραπεί η χρήση των προϊόντων στέβιας φαίνεται ότι ενισχύεται και κατακτά συνεχώς έδαφος. Ήδη έχει αρχίσει και συνεχίζεται η έρευνα σε ορισμένες χώρες. Με πρωτοβουλία του Καπνικού Συνεταιρισμού Τούμπας, πολλών Ομάδων Καπνοπαραγωγών σε όλη την Ελλάδα και υπόδειξη του γράφοντα, ιδρύθηκε το 2007 η Κεντρική Ένωση Παραγωγών Στέβιας (Λόλας, 2009).

2.9 Φυσικές και συνθετικές γλυκαντικές ουσίες

Οι γλυκαντικές ουσίες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με το ποιο κριτήριο χρησιμοποιείται. Μία διάκριση είναι με βάση τη χημική τους δομή σε υδατάνθρακες, όπως π.χ. η κοινή ζάχαρη και σε μη υδατάνθρακες, π.χ. πρωτεΐνες, όπως είναι η θαυματίνη (Πίν. 2.6). Με κριτήριο τη γλυκιά τους γεύση ως προς την κοινή ζάχαρη διακρίνονται σε λίγο και πολύ γλυκές και από άποψη θερμιδικής αξίας χωρίζονται σε γλυκαντικές ουσίες με θερμίδες, λίγες θερμίδες και μηδέν θερμίδες, ή σε θρεπτικές (με λίγες θερμίδες) και μη θρεπτικές (μηδέν θερμίδες) (Λόλας, 2009, Grenby, 1991).

Ορισμένοι χρησιμοποιούν τους όρους "εναλλακτικές γλυκαντικές ουσίες" και υποκατάστατα ζάχαρης".

Μία άλλη συνηθισμένη κατάταξη των γλυκαντικών ουσιών, η οποία συνδέεται με την υγεία, είναι σε φυσικές και συνθετικές, με κριτήριο την προέλευση τους.

Εδώ χρειάζεται να τονιστεί ότι μία φυσική ουσία δεν σημαίνει ότι είναι υποχρεωτικά και πάντα ακίνδυνη επειδή τη δημιουργεί η φύση. Η φύση, για δικούς της λόγους, πολλοί από αυτούς άγνωστοι στον άνθρωπο, έχει δημιουργήσει πολύ τοξικές ουσίες, π.χ. αμανιτίνη σε μανιτάρια, πολύ πιο τοξικές από κάποιες συνθετικές, π.χ. παραθείο, που από πολλούς θεωρείται ως μία από τις πιο τοξικές ουσίες.

2.9.1 Φυσικές γλυκαντικές ουσίες

Σήμερα υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για φυσικές γλυκαντικές ουσίες τόσο από πλευράς καταναλωτών για λόγους υγείας όσο και της βιομηχανίας για εμπορικούς σκοπούς.

Είναι γνωστό ότι τα φυτά αποτελούν πηγή πολλών χρήσιμων ουσιών, μεταξύ των άλλων και γλυκαντικών ουσιών. Γλυκαντικές ουσίες έχουν τόσο μονοκοτυλήδονα (π.χ. σακχαροκάλαμο, γλυκό σόργο), όσο και δικοτυλήδονα (πλατύφυλλα) φυτά (ζαχαρότευτλα, κ.ά.).

Από τις γλυκαντικές ουσίες άλλες είναι γνωστές και σε χρήση για πολλά χρόνια, όπως μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες (κοινή ζάχαρη), **γλυκαντικές αλκοόλες** (πολυόλες) και άλλες με πολλή υψηλή γλυκύτητα σε σύγκριση με τη ζάχαρη είναι σχετικά άγνωστες και με μικρή ή καθόλου ακόμα χρήση. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν περισσότερες από 75 γλυκαντικές ουσίες, οι οποίες χημικά είναι τερπενοειδή, φλαβονοειδή, πρωτεΐνες ή και αμινοξέα (μονατίνη), στεροειδή (πολυποδοσιδή), προανθοκυανίνες. Για την "ανακάλυψη" φυτών με ουσίες πολύ γλυκές θα βοηθήσει Εθνοβοτανική, όπως στην περίπτωση της στέβιας ή τυχαία δοκιμή κατά τη συλλογή φυτών για διάφορους λόγους. Ελάχιστες είναι οι πολύ γλυκές φυσικές ουσίες που έχουν αξιοποιηθεί έως τώρα ως υποκατάστατο της ζάχαρης και ο κυριότερος λόγος είναι η χαμηλή περιεκτικότητά τους στα φυτά και γι' αυτό χωρίς οικονομική σημασία.

Μερικές έντονα γλυκές ουσίες με ενδιαφέρον ή και εμπορική χρήση είναι (Πίν 2.7) η **στεβιοσίδη**, η **γλυκυρριζίνη** (από το είδος *Glychyriza glabra*), η **μονγκροσίδη V** (*Siraitia grosvenori*), η **φυλλοδουλκίνη** (*Hydrangea macrophylla*), η **θαυματίνη** (*Thaumatococcus daniellii*) κ.ά.. Μέχρι σήμερα η στέβια έχει προσελκύσει και απασχολήσει περισσότερο το ενδιαφέρον.

Πίνακας 2.6. Χημική ομάδα και φυτική προέλευση ορισμένων ουσιών πολύ πιο γλυκών σε σχέση με τη ζάχαρη.

Χημική ουσία	Ουσία	Είδος φυτού	Γλυκύτητα (ζάχαρη=1)
Μονοτερπένια	Περιλλαρτίνη	<i>Perilla frutescens</i>	370
Διτερπένια	Στεβιοσίδη	<i>Stevia rebaudiana</i>	250-300
Τριτερπένια	Γλυκυρριζίνη	<i>Glychyriza glabra</i>	242
	Μονγκρασίδη V	<i>Siraitia grosvenori</i>	392
Διυδροϊσοκουμαρίνη	Φυλλοδουλκίνη	<i>Hydrangea macrophylla</i>	400
Διυδροχάλκονη	Νεοεσπερίνη	<i>Citrus auranticum</i>	1000
Πρωτεΐνη	Θαυματίνη	<i>Thaumatococcus</i>	1600-2000

		<i>daniellii</i>	
	Μπραζεΐνη	<i>Pentadiplanrda brazzeana</i>	2000
	Πενταδίνη	<i>Pentadiplanrda brazzeana</i>	500
	Κουρκουλίνη	<i>Curculigo latifolia</i>	12%
	Μαμπινλίνη	<i>Capparis masaikai</i>	100-400
	Μονελλίνη	<i>Dioscoreophyl lumcumminsii</i>	800-2000
Γλυκοπρωτεΐνη	Μιρακουλίνη	<i>Synsepalum ducificum</i>	17%

2.9.1.1 Θαυματίνη

Είναι φυσική πρωτεΐνη που εξάγεται από είδος φυτού της Δ. Αφρικής (Πίν. 2.6). Είναι η πιο γλυκιά φυσική ουσία έως τώρα, έως και 3.000 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη, ανάλογα με την καθαρότητα. Δεν είναι σταθερή σε υψηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρτοποιία. Επιτρέπεται η χρήση της στην Ε.Ε. και αλλού στα τρόφιμα και ποτά. Στις Η.Π.Α. ως βελτιωτικό γεύσης σε πολλά και διάφορα τρόφιμα, ποτά.

2.9.1.2 Γλυκηρριζινικό οξύ (Γλυκυρριζίνη)

Είναι τριτερπένιο, 50-100 φορές πιο γλυκό από τη σακχαρόζη, που εξάγεται από τις ρίζες και τα ριζώματα του φυτού γλυκόριζα. Βρίσκει χρήση ως βελτιωτικό γεύσης σε προϊόντα καπνού, ζαχαροπλαστικής φαρμακευτικό. Επιτρέπεται στις ΗΠΑ (Λόλας, 2009, Grenby, 1991).

2.9.1.3 Διυδροχαλκόνες (Νεοεσπεριδίνη)

Η νεοεσπεριδίνη διυδροχαλκόνης συντίθεται με υδρογόνωση της νεοεσπεριδίνης ή ναρινγκίνης, φυσικώς απαντώμενα φλαβονοειδή που βρίσκονται στο φλοιό εσπεριδοειδών. Είναι αρκετές φορές πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη, 300 έως 2.000 φορές και δεν έχει καμία πικρία ή μεταλλική επίγευση. Προορίζονται να χρησιμοποιηθούν στο τρόφιμο, χυμούς φρούτων, μαστίχες, καραμέλες κ.ά.. Επιτρέπεται στην Ε.Ε. και αλλού. Στις Η.Π.Α. ως βελτιωτικό γεύσης σε διάφορα τρόφιμα, ποτά (Grenby, 1991, Λόλας, 2009).

2.9.2 Συνθετικές γλυκαντικές ουσίες

Οι **συνθετικές γλυκαντικές ουσίες** χαρακτηρίζονται ως μη θρεπτικές ουσίες, γιατί δεν παρέχουν στον οργανισμό θερμίδες όταν καταναλώνονται. Οι συνθετικές γλυκαντικές ουσίες μπορεί να χρησιμοποιούνται αντί της ζάχαρης, έτσι περιορίζεται η χρήση της ζάχαρης και μειώνονται σημαντικά οι θερμίδες, που προσλαμβάνει ο οργανισμός. Αυτό βοηθάει εκατομμύρια διαβητικούς και υπέρβαρα άτομα (παχυσαρκία) ενώ παράλληλα περιορίζει και την τερηδόνα των δοντιών. Η στεβιοσίδη, φυσική γλυκαντική ουσία, έχει τα ίδια αποτελέσματα με τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες αλλά χωρίς τις επιφυλάξεις που αποδίδονται σ' αυτές.

Οι πιο γνωστές και χρησιμοποιούμενες σήμερα συνθετικές γλυκαντικές ουσίες (**Ασπαρτάμη, Σακχαρίνη, Ακετοσουλφάμη καλιούχος, Σουκραλόζη, Κυκλαμίνη, Αλιτάμη, Νεοτόμη**) παρουσιάζονται παρακάτω.

2.9.2.1 Ασπαρτάμη (Aspartame) - E951

Είναι ένα εντελώς διαφορετικό είδος ένωσης από σακχαρίνη, κυκλαμικό και ακεσουλφάμη-Κ. Είναι ένα διπεπτίδιο του μεθυλεστέρα της L-φαινυλαλανίνης που συνδέεται με το L-ασπαρτικό οξύ για να σχηματίσει ένα μικρό θραύσμα πρωτεΐνης. Χρησιμοποιείται παγκόσμια ως γλυκαντική ουσία με μικρή θερμιδική αξία. Η ασπαρτάμη είναι γνωστή ως «NutraSweet», «Canderel» και «Equal». Στη καθαρή της μορφή είναι περίπου 180 φορές πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη και έχει περί τις 4 θερμίδες ανά γραμμάριο. Χρησιμοποιείται σε 75 χώρες και έχει εφαρμογές σε περισσότερα από 500 διαφορετικά προϊόντα. Ένα μειονέκτημα της είναι η αστάθεια της σε όξινα αναψυκτικά, τα οποία μπορεί να συντομεύσει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων. Υπάρχει προειδοποίηση στην ετικέτα για άτομα που πάσχουν από φαινυλκετονουρία να αποφεύγουν τη χρήση της ασπαρτάμης. Δεν αφήνει γεύση μετά τη χρήση και δίνει γλυκαντικό "προφίλ" πολύ κοντινό με αυτό της ζάχαρης. Η ασπαρτάμη δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γλυκαντική ουσία σε τρόφιμα που πρόκειται να ψηθούν ή να μαγειρευτούν, γιατί σε υψηλή θερμοκρασία διασπάται και χάνει τη γλυκιά γεύση της. ADI = 50 mg / kg (Λόλας, 2009, Grenby, 1991).

Σκοπός

Σκοπός της διατριβής αυτής είναι μελέτη της επίδρασης της στέβιας στην παρασκευή αλλά και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά προϊόντων σοκολάτας.

Τρόποι προσέγγισης του στόχου:

- Μελέτη σοκολατών του εμπορίου που περιέχουν κοινή ζάχαρη ή/και άλλες γλυκαντικές ύλες.
- Παρασκευή σοκολατών στο εργαστήριο που περιέχουν κοινή ζάχαρη και στέβια σε διάφορες αναλογίες και μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους.
- Συγκριτική μελέτη μεταξύ των σοκολατών του εμπορίου και των σοκολατών που παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο.
- Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήσαμε στη σοκολάτα ήταν: η υφή, η δομή, το χρώμα και η γεύση.

3. Υλικά & Μέθοδοι

3.1 Μέρος Α΄

Στο πρώτο μέρος της διατριβής ασχοληθήκαμε με σοκολάτες του εμπορίου που περιείχαν κοινή ζάχαρη, στέβια (Α), στέβια (Κ), στέβια με χαρούπι και φρουκτόζη. Η κάθε σοκολάτα έλιωσε σε μπεν μαρί και "κρύωσε" έως ότου η θερμοκρασία της φτάσει στους 31 °C. Τοποθετήθηκε σε θήκες και συντηρήθηκε στη ψύξη στους 5 °C για αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις.

Συστατικά σοκολάτας με κοινή ζάχαρη: ζάχαρη, κακαόμαζα, βούτυρο κακάο, γαλακτωματοποιητής (λεκιθόνη σόγιας), άρωμα (βανιλίνη). Περιέχει σόγια.

Συστατικά σοκολάτας με στέβια (Α): κακαόμαζα (73% + - 1%), βούτυρο κακάο, διαιτητική ίνα (ινουλίνη), γλυκαντικά: μαλιτόλη, γλυκοζίτες στεβιόλης, γαλακτοματοποιητής: λεκιθίνη, φυσική βανίλια.

Συστατικά σοκολάτας με στέβια (Κ): κακαόμαζα, γλυκαντικά (μαλιτόλη, γλυκοζίτες στεβιόλης 0,05%), βούτυρο κακάο, ινουλίνη, γαλακτοματοποιητής: λεκιθίνης σόγιας.

Αρωματική ύλη: βανιλίνη. Στερεά κακάο: 67%.

Συστατικά σοκολάτας με φρουκτόζη: κακαόμαζα, φρουκτόζη 28%, βούτυρο κακάο, γαλακτοματοποιητής: λεκιθίνης σόγιας, βανιλίνη. Στερεά κακάο: 73%.

Πίνακας 3.1. Σύσταση σοκολάτας με κοινή ζάχαρη

Διαθρεπτική επισήμανση		
	Ανά 100g	Ανά τετράγωνο (25g)
Ενέργεια	2230 kJ/535 kcal	557 kJ/134 kcal
Λιπαρά	32,0g	8,0g
Εκ των οποίων κορεσμένα	19,0g	4,8g
Υδατάνθρακες	53,5g	13,5g
Εκ των οποίων σάκχαρα	50,0g	12,5g
Εδώδιμες ίνες	6,8g	1,7g
Πρωτεΐνες	4,3g	1,1g
Αλάτι	<0,01g	<0,01g

Πίνακας 3.2. Σύσταση σοκολάτας με στέβια (Α)

Υγρασία	>1%
Υδατάνθρακες	<0,25%
Σάκχαρα	>3,4%
Πολυόλες	<10%
Πρωτεΐνες	<7,5%
Διαιτητικές ίνες	<0,17%
Συνολική περιεκτικότητα σε κακάο	73% +/- 1%
Συνολική περιεκτικότητα σε λιπαρά	44% +/- 1%

Πίνακας 3.3. Σύσταση σοκολάτας με στέβια (Κ)

	Διαθρεπτική Επισήμανση ανά 100γρ. προϊόντος	Π.Π.*/25γρ. (μερίδα)
Ενέργεια	421kcal	5,25%

Λιπαρά	33,0g	11,78%
Κορεσμένα Λιπαρά	18,0g	22,5%
Υδατάνθρακες	42,0g	3,88%
Σάκχαρα	0,3g	0,08%
Πρωτεΐνες	6,0g	3%
Αλάτι	0,0g	0%

3.2 Μέρος Β΄

3.2.1 Παρασκευή σοκολάτας

Στο δεύτερο μέρος του πειράματος προσπαθήσαμε να παρασκευάσουμε σοκολάτα στο εργαστήριο. Η παρασκευή σοκολάτας βασίστηκε σε προηγούμενες έρευνες (Shah et al. 2010).

Η συνταγή επαναλήφθηκε με αντικατάσταση της ζάχαρης με στέβια σε αναλογίες 0% ζάχαρη – 100% στέβια, 50% ζάχαρη – 50% στέβια και 100% στέβια με ινουλίνη. Η σειρά προσθήκης των υλικών για την παρασκευή σοκολάτας με 100% στέβια και 50% ζάχαρη – 50% στέβια ήταν ίδια. Τέλος, παρασκευάσαμε πρότυπο σοκολάτας που περιείχε τη γλυκαντική ουσία στέβια, ινουλίνη και κακάο.

Πίνακας 3.4. Συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή σοκολάτας

Συστατικά (%)						
Μεταχείριση	Κακάο κακάο	Βούτυρο	Ζάχαρη	Στέβια	Ινουλίνη	Νερό
Πρότυπο	36	20	44	-	-	-
Δ1	63,45	35,65	-	0,89	-	-
Δ2	41,90	35,65	22	0,45	-	-
Δ3	41,46	35,65	-	0,89	22	-
Δ4	41,46	-	-	0,89	22	35,65

3.2.2 Υλικά

Για την παρασκευή σοκολάτας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής συστατικά:

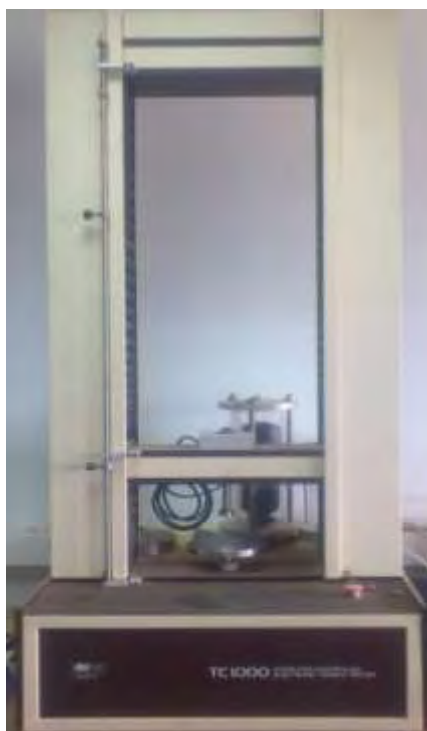
- 1) **Βιολογικό βούτυρο κακάο CRIOLLO.** Το βούτυρο κακάο είναι φαγώσιμο και έχει ευχάριστο σοκολατένιο άρωμα. Είναι προϊόν βιολογικής γεωργίας. Ελήφθη από την εταιρία Ιπποκράτειος Διατροφή (Αθήνα, Ελλάδα).
- 2) **Σκόνη κακάο.** Το κακάο σε σκόνη περιέχει 20-22% λιπαρά. Προέρχεται από την εταιρία Γιώτης (Αθήνα, Ελλάδα).
- 3) **Ζάχαρη.** Λευκή, κρυσταλλική ζάχαρη από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε..
- 4) **Γλυκαντική Κρυσταλλική Στέβια.** Εκχύλισμα Στέβια Ρεμπαουντιάνα (Rebaudiosid A 98%). 5 φορές γλυκύτερη της ζάχαρης. Διατίθεται από την εταιρία ΜΟΡΦΕΑΣ ΕΛΛΑΣ ΕΠΕ (Αποκλειστικός αντιπρόσωπος Ελλάδας) με την επωνυμία Steviavit.
- 5) **Ινουλίνη (GR).** Η ινουλίνη (GR) είναι εμπορικό συστατικό τροφίμων που προέρχεται από κιχώριο και ινουλίνη που δόθηκαν από Orafiti (Mandurah,

Dandenong, Vic., Αυστραλία). Σύμφωνα με πληροφορίες του κατασκευαστή είναι λεπτή λευκή υγροσκοπική κοκκώδη σκόνη χωρίς επίγευση.

3.2.3 Μεθοδολογία

3.2.3.1 Μέτρηση σκληρότητας

Οι μετρήσεις σκληρότητας πραγματοποιήθηκαν με τη συσκευή αναλυτή δομής *Computer Controlled Electronic Tensile Tester* (TC1000). Η συσκευή αυτή έχει σχεδιαστεί και ρυθμίζεται να ελέγχεται από υπολογιστή και μετρά τη συμπίεση των δειγμάτων. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και τα σοκολατάκια συντηρούνταν στους 5 °C. Η διάμετρος και το ύψος των δειγμάτων ήταν 2,9 cm και 1,65 cm, αντίστοιχα. Η ταχύτητα καθόδου του εμβόλου ήταν 100 mm/s⁻¹. Η διάμετρος του εμβόλου ήταν 3,0 cm. Η μέγιστη παραμόρφωση 72%. Η σκληρότητα εκφράστηκε σε N. Η μέτρηση επαναλήφθηκε 3 φορές για το κάθε δείγμα.



Εικόνα 3.1. Συσκευή αναλυτή δομής Computer Controlled Electronic Tensile Tester

3.2.3.2 Μέτρηση χρώματος

Για τη μέτρηση του χρώματος των σοκολατών χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο MiniScan XE Plus (Hunterlab, Virginia, USA), ώστε να προσδιοριστούν οι τιμές L*, a* και b*. Το χρωματόμετρο βαθμονομήθηκε με ένα πρότυπο τη λευκή πλάκα. Η τιμή L* δείχνει τη φωτεινότητα ή λαμπερότητα που κυμαίνεται από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), η τιμή a* δείχνει τη διαβάθμιση χρώματος από πράσινο (-a*) έως κόκκινο (+a*) και η τιμή b* τη διαβάθμιση από μπλε (-b) σε κίτρινο (+b*). Αυτές οι δύο χρωματικές συνιστώσες κυμαίνονται από - 120 έως + 120. Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν 3 φορές για την κάθε σοκολάτα.



Εικόνα 3.2. Χρωματόμετρο MiniScan XE Plus by Hunterlab.

3.2.3.3 Τεστ γευσιγνωσίας

Ο σκοπός της αισθητηριακής ανάλυσης ήταν να αξιολογηθεί η προτίμηση των καταναλωτών σε εμπορικές σοκολάτες που περιείχαν 100% ζάχαρη, 100% στέβια και 100% στέβια με χαρούπι. Μια ομάδα καταναλωτών επιλέχθηκε τυχαία ($n = 60$), από τους φοιτητές και το προσωπικό του πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Οι δοκιμαστές αξιολόγησαν τρία διαφορετικά δείγματα σοκολάτας ταυτόχρονα. Τα δείγματα σερβίρονταν σε τυχαία σειρά σε πλαστικά πιάτα. Μεταξύ των εκτιμήσεων, οι καταναλωτές καθάριζαν τον ουρανίσκο τους με νερό. Οι αντιδράσεις καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας μια ηδονική κλίμακα από το 1 - 5 για τα διαφορετικά βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, τη σκληρότητα, τη γλυκύτητα, την επίγευση και τη γενική αποδοχή.

3.2.4 Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα της αισθητηριακής ανάλυσης αναλύθηκαν από το στατιστικό πακέτο SPSS, έκδοσης 21 και συγκεκριμένα με το "Σχέδιο Διασταυρωμένων Επεμβάσεων" (Cross over design). Το σχέδιο αυτό αντιμετωπίζεται ποσοτικά όπως και το Σχέδιο Λατινικού Τετραγώνου και το επίπεδο σημαντικότητας στο $\alpha=0,05$. Οι ανεξάρτητοι παράγοντες είναι: η περίοδος, η σειρά και η μεταχείριση ενώ οι εξαρτημένοι παράγοντες είναι το κάθε χαρακτηριστικό που μελετάμε. Η περίοδος είναι η χρονική στιγμή που δοκιμάσανε τη σοκολάτα, η σειρά είναι με τι σειρά δόθηκαν οι σοκολάτες στους δοκιμαστές και η μεταχείριση είναι η διαφορετική σύσταση από τις σοκολάτες. Οι διαφορές των μέσων όρων εκτιμήθηκαν με το κριτήριο Fisher (ελάχιστη σημαντική διαφορά).

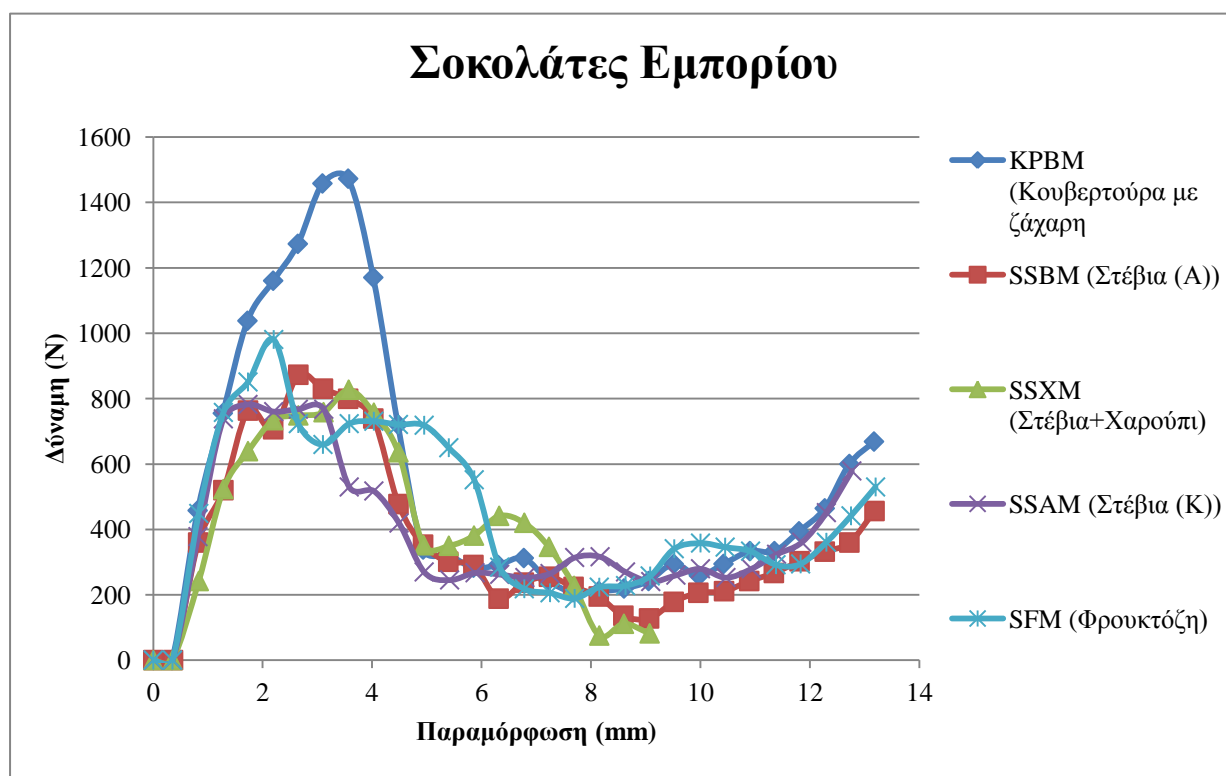
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Συζήτηση

4.1 Σοκολάτες εμπορίου

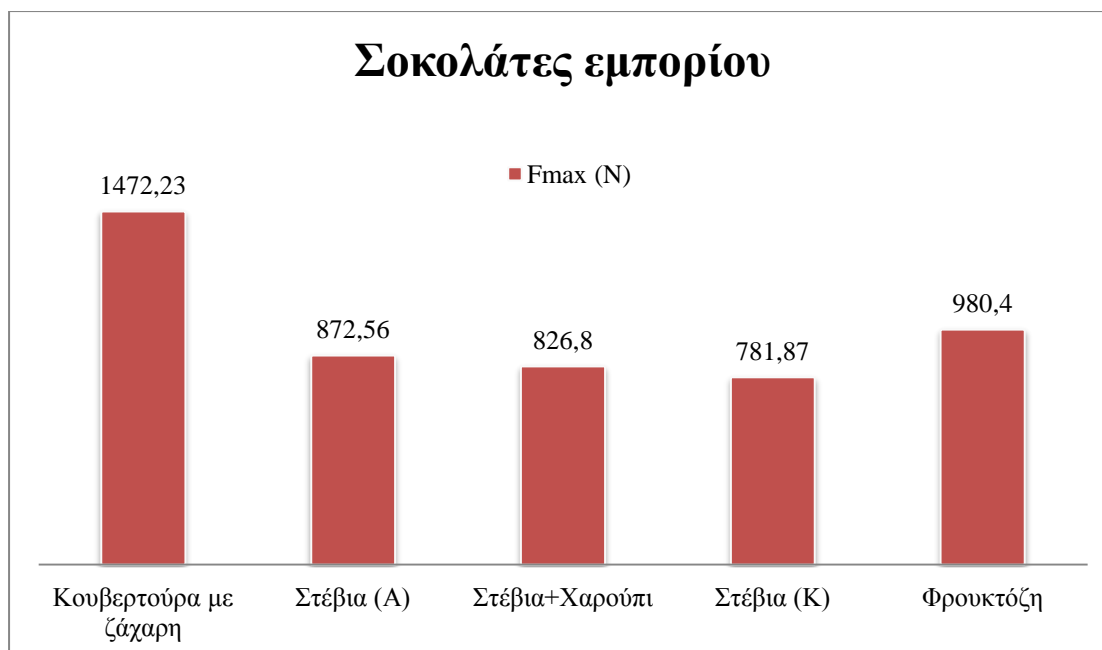
4.1.1 Μετρήσεις δομής

Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σκληρότητας στις παρακάτω σοκολάτες εμπορίου. Στο Σχ. 4.1 περιγράφονται πέντε δείγματα σοκολάτας. Το πρώτο δείγμα περιείχε γλυκαντική ουσία τη ζάχαρη, το δεύτερο δείγμα στέβια (Α), το τρίτο δείγμα στέβια και χαρούπι, το τέταρτο δείγμα στέβια (Κ) και το πέμπτο δείγμα φρουκτόζη. Από τις μετρήσεις προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.



Σχήμα 4.4. Μετρήσεις δομής σοκολατών με διαφορετικές συστάσεις γλυκαντικών ουσιών.

Από το διάγραμμα, προκύπτουν πέντε διαφορετικά προφίλ παραμόρφωσης. Το προφίλ παραμόρφωσης της σοκολάτας με κύρια γλυκαντική ουσία τη ζάχαρη παρουσιάζει τη μέγιστη δύναμη $F_{max}=1457$ N. Στις υπόλοιπες σοκολάτες που έχει αντικατασταθεί η ζάχαρη με άλλη γλυκαντική ουσία το προφίλ παραμόρφωσης τους είναι διαφορετικό από το προφίλ της σοκολάτας με ζάχαρη. Η μέγιστη δύναμη παραμόρφωσης στη σοκολάτα που περιέχει φρουκτόζη είναι στα 980,4 N. Λίγο μικρότερη είναι η μέγιστη δύναμη παραμόρφωσης στις σοκολάτες που περιέχουν στέβια (Α) και στέβια με χαρούπι 763 N και 826,8 N αντίστοιχα. Τη μικρότερη δύναμη παραμόρφωσης με $F=767$ N παρουσίασε η σοκολάτα με στέβια (Κ). Στο (Σχ. 4.2) φαίνονται συνοπτικά οι μέγιστες δυνάμεις παραμόρφωσης.



Σχήμα. 4.5. Οι μέγιστες δυνάμεις παραμόρφωσης των σοκολατών του εμπορίου.

Η σκληρότητα αποτελεί βασικό ποιοτικό χαρακτηριστικό για τη σοκολάτα. Από τα παραπάνω προέκυψε ότι η σοκολάτα με ζάχαρη ήταν η πιο σκληρή σε σχέση με τις υπόλοιπες. Πέρα από τη γλυκιά γεύση, δημιουργεί ισχυρή δομή, υφή και όγκο. Η ζάχαρη είναι ένας δισακχαρίτης που αποτελείται από γλυκόζη και φρουκτόζη. Αναπτύσσει περισσότερους δεσμούς υδρογόνου με την περιεχόμενη υγρασία σε σχέση με το μόριο της φρουκτόζης και της στέβιας, η οποία προστίθεται σε πολύ μικρή ποσότητα. Η ζάχαρη ανταγωνίζεται με τα υπόλοιπα συστατικά για την υγρασία και έχει μεγάλη ικανότητα να απορροφά την υγρασία.

Η σοκολάτα με φρουκτόζη έχει ιδιαίτερο προφίλ παραμόρφωσης. Απαιτεί μικρότερη δύναμη για να θρυμματιστεί σε σχέση με τη σοκολάτα με ζάχαρη. Η φρουκτόζη είναι λίγο πιο γλυκιά άρα μπαίνει σε μικρότερη ποσότητα από τη ζάχαρη. Οι κρύσταλλοι που σχηματίζονται είναι λιγότεροι για αυτό θρυμματίζεται σε μικρότερη δύναμη.

Όλες οι υπόλοιπες σοκολάτες του εμπορίου που περιέχουν στέβια έχουν παρόμοιο προφίλ και απαιτούν μικρότερη δύναμη. Αυτό συμβαίνει διότι η στέβια προσδίδει μόνο τη γλυκιά γεύση. Δεν μπορεί να προσφέρει τις ιδιότητες της ζάχαρης.

Πίνακας 4.1. Σύγκριση στεβιοσίδης με άλλες γλυκαντικές ουσίες ως προς τη γλυκύτητα.

Γλυκαντική ουσία	Γλυκύτητα
Ζάχαρη	1
Στεβιοσίδη	250 - 350
Φρουκτόζη	1,2 – 1,8
Σιρόπι Χαρουπιού	40-45

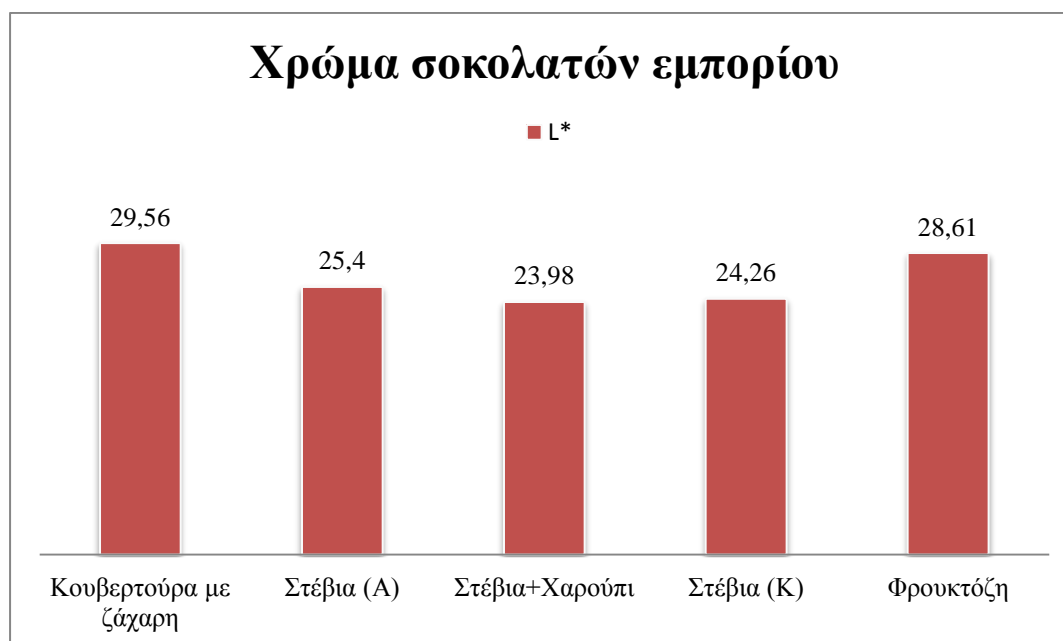
4.1.2 Μετρήσεις χρώματος

Η δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε ήταν ο προσδιορισμός του χρώματος στις σοκολάτες του εμπορίου. Οι μετρήσεις που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2. Οι μετρήσεις του χρώματος στις σοκολάτες του εμπορίου.

Τύπος σοκολάτας	L*
Κουβερτούρα με ζάχαρη	29,56
Στέβια (Α)	25,4
Στέβια+Χαρούπι	23,98
Στέβια (Κ)	24,26
Φρουκτόζη	28,61

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μέτρηση του χρώματος η κατάταξη των σοκολατών από την πιο ανοικτόχρωμη προς την πιο σκούρα είναι ως εξής: σοκολάτα με ζάχαρη, σοκολάτα με φρουκτόζη, σοκολάτα στέβια (Α), σοκολάτα στέβια (Κ) και σοκολάτα στέβια με χαρούπι. Στο (Σχ. 4.3) απεικονίζονται σχηματικά οι διαφορές στο χρώμα.



Σχήμα 4.6. Οι διαφορές στο χρώμα που παρουσιάζουν οι σοκολάτες εμπορίου μεταξύ τους.

Το χρώμα είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά για την αποδοχή των καταναλωτών. Πολλές οπτικές ιδιότητες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν την εμφάνιση της σοκολάτας, η οποία περιλαμβάνει την στιλπνότητα, το σχήμα, την ομαλότητα της επιφάνειας ή τραχύτητα, καταχνιά, διαύγεια και το χρώμα (Briones et al., 2006). Στο πείραμα μας, πιο ανοικτόχρωμη σοκολάτα ήταν η σοκολάτα με ζάχαρη. Η ζάχαρη παίζει σημαντικό ρόλο στη σοκολάτα λόγω των

ιδιοτήτων της. Ελαφρώς πιο σκούρα είναι η σοκολάτα με φρουκτόζη. Επειδή η φρουκτόζη είναι λίγο πιο γλυκιά από τη ζάχαρη και όλο το υπόλοιπο περιεχόμενο αποτελείται από κακάο. Έτσι είναι πιο σκούρα.

Οι σοκολάτες με στέβια είναι πιο σκούρες. Η ποσότητα της γλυκαντικής ουσίας είναι πολύ μικρή ενώ η ποσότητα του κακάο παραμένει ίδια. Τέλος, η στέβια δεν έχει την ιδιότητα να δίνει χρώμα στη σοκολάτα.

4.1.3 Τεστ γευστιγνωσίας στις εμπορικές σοκολάτες με διαφορετικές γλυκαντικές ύλες

Η οργανοληπτική ανάλυση διεξήχθη σε ανεκπαιδευτους δοκιμαστές που χρησιμοποίησαν ηδονική κλίμακα από 1 έως 5. Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν το χρώμα, η σκληρότητα, η γλυκύτητα, η επίγευση και η συνολική προτίμηση. Για το κάθε χαρακτηριστικό προέκυψαν διαφορετικά αποτελέσματα.

Ηδονική κλίμακα		
Ερωτήσεις ως προς	1	5
Χρώμα	Ανοιχτό	Σκούρο
Σκληρότητα	Μαλακό	Σκληρό
Γεύση	Γλυκιά	Πικρή
Επίγευση	Απαλή	Έντονη
Γενική αποδοχή	Πολύ	Καθόλου

Το πρώτο ερώτημα αφορούσε το χρώμα. Τα επίπεδα των παραγόντων διέφεραν στατιστικώς σημαντικά. Συγκεκριμένα, η περίοδος διέφερε στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.05$). Αυτό σημαίνει, ότι οι καταναλωτές που είδαν πρώτη χρονικά τη σοκολάτα τη θεώρησαν γενικά πιο ανοιχτόχρωμη.

Πίνακας 4.3. Αισθητηριακή εκτίμηση για τις σοκολάτες του εμπορίου ως προς το χρώμα					
Εξαρτημένη μεταβλητή: Ερωτ. 1					
Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσες Τιμές	F	Σημαντικότητα
Σταθερός όρος	2087,606	1	2087,606	1438,496	,000
Περίοδος	36,311	2	18,156	12,510	,000
Σειρά	3,961	5	,792	,546	,741
Μεταχείριση	,411	2	,206	,142	,868
Σφάλμα	246,711	170	1,451		
Σύνολο	2375,000	180			

a. R Squared = ,142 (Adjusted R Squared = ,096)

Το δεύτερο ποιοτικό χαρακτηριστικό αφορούσε τη σκληρότητα. Οι παράγοντες μεταξύ τους δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ως προς τη σκληρότητα ($P > 0.05$). Άρα, οι καταναλωτές δε προσδιόρισαν ποια από τις τρεις σοκολάτες ήταν πιο σκληρή.

Πίνακας 4.4. Αισθητηριακή εκτίμηση για τις σοκολάτες του εμπορίου ως προς τη σκληρότητα					
Εξαρτημένη μεταβλητή: Ερωτ. 2					
Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσες Τιμές	F	Σημαντικότητα
Σταθερός όρος	1798,672	1	1798,672	1577,150	,000
Περίοδος	1,478	2	,739	,648	,524
Σειρά	1,294	5	,259	,227	,950
Μεταχείριση	1,678	2	,839	,736	,481
Σφάλμα	193,878	170	1,140		
Σύνολο	1997,000	180			

a. R Squared = ,022 (Adjusted R Squared = -,029)

Το τρίτο ποιοτικό χαρακτηριστικό που μελετήθηκε αφορούσε τη γλυκύτητα των σοκολατών. Ούτε εδώ οι καταναλωτές προσδιόρισαν ποια σοκολάτα είναι πιο γλυκιά ή πιο πικρή, αφού οι παράγοντες μεταξύ τους δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ως προς τη γλυκύτητα ($P > 0.05$).

Πίνακας 4.5. Αισθητηριακή εκτίμηση για τις σοκολάτες του εμπορίου ως προς τη γλυκύτητα					
Εξαρτημένη μεταβλητή: Ερωτ. 3					
Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσες Τιμές	F	Σημαντικότητα
Σταθερός όρος	1856,022	1	1856,022	978,739	,000
Περίοδος	9,144	2	4,572	2,411	,093
Σειρά	,911	5	,182	,096	,993
Μεταχείριση	1,544	2	,772	,407	,666
Σφάλμα	322,378	170	1,896		
Σύνολο	2190,000	180			

a. R Squared = ,035 (Adjusted R Squared = -,016)

Το τέταρτο ποιοτικό χαρακτηριστικό ήταν η επίγευση. Οι καταναλωτές θεώρησαν ότι πιο έντονη επίγευση είχε η σοκολάτα που δοκίμασαν πρώτη χρονικά. Οι παράγοντες μεταξύ τους διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.05$).

Πίνακας 4.6. Αισθητηριακή εκτίμηση για τις σοκολάτες του εμπορίου ως προς την επίγευση.					
Εξαρτημένη μεταβλητή: Ερωτ. 4					
Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσες Τιμές	F	Σημαντικότητα
Σταθερός όρος	2046,939	1	2046,939	1565,517	,000
Περίοδος	50,678	2	25,339	19,379	,000
Σειρά	4,294	5	,859	,657	,657
Μεταχείριση	,811	2	,406	,310	,734
Σφάλμα	222,278	170	1,308		
Σύνολο	2325,000	180			
a. R Squared = ,201 (Adjusted R Squared = ,158)					

Όσον αφορά τη γενική αποδοχή, οι δοκιμαστές προτίμησαν αυτή τη σοκολάτα που φάγανε πρώτη χρονικά. Ο παράγοντας περίοδος διέφερε στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.05$).

Πίνακας 4.7. Αισθητηριακή εκτίμηση για τις σοκολάτες του εμπορίου ως προς τη γενική αποδοχή					
Εξαρτημένη μεταβλητή: Ερωτ. 5					
Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσες Τιμές	F	Σημαντικότητα
Σταθερός όρος	1548,800	1	1548,800	668,830	,000
Περίοδος	19,600	2	9,800	4,232	,016
Σειρά	1,533	5	,307	,132	,985
Μεταχείριση	8,400	2	4,200	1,814	,166
Σφάλμα	393,667	170	2,316		
Σύνολο	1972,000	180			
a. R Squared = ,070 (Adjusted R Squared = ,021)					

Από το τεστ γευσιγνωσίας δεν προέκυψε ξεκάθαρα ποια σοκολάτα είναι πιο σκούρα ή πιο ανοικτή, ούτε πιο σκληρή ή πιο μαλακή.

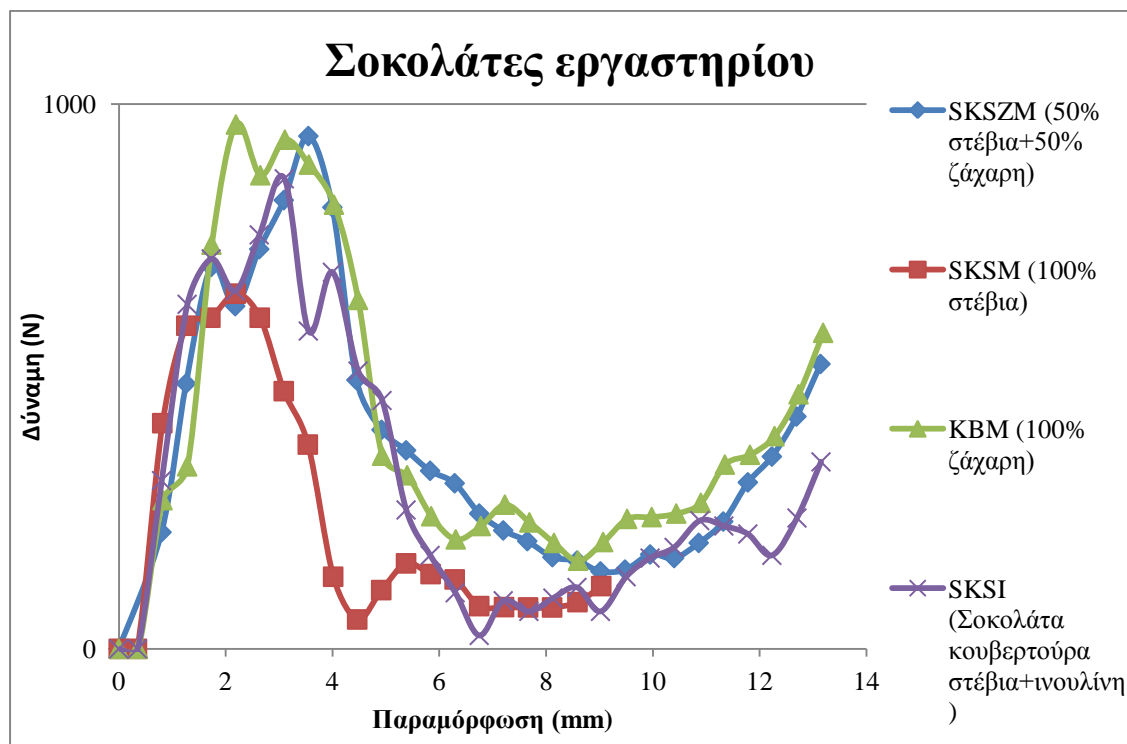
Η τροφή αποτελείται από μια πληθώρα χημικών ουσιών που προσφέρουν στον οργανισμό όχι μόνο ενέργεια, αλλά και την απόλαυση της γεύσης. Εκτός από τη χημική τους σύσταση, οι τροφές έχουν οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η υφή (τροφή μαλακή, τραγανή, ελαστική, ζουμερή, στεγνή κτλ.), η γεύση, η οσμή και άλλα, τα οποία συντελούν στην τελική αίσθηση που αποκομίζει ο άνθρωπος από την τροφή του. Σε ένα τεστ γεύσης παίζει σημαντικό ρόλο και ο ψυχολογικός παράγοντας.

Πολλές τροφές (για παράδειγμα, όσες συνδυάζουν υδατάνθρακες και λιπαρά) ενεργοποιούν την έκλυση ενδορφινών, ουσιών δηλαδή που έχουν αναλγητική δράση και φέρνουν χαρούμενη διάθεση.

4.2 Σοκολάτες εργαστηρίου

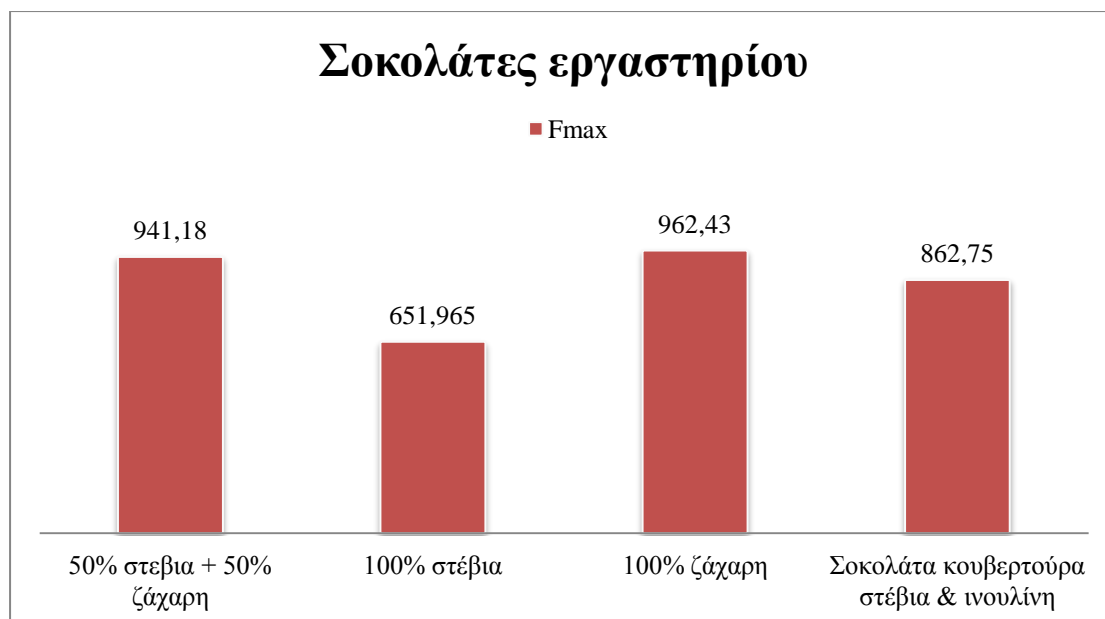
4.2.1 Μετρήσεις δομής

Στη συνέχεια της διατριβής, παρασκευάσαμε σοκολάτα στο εργαστήριο και μετρήθηκε η σκληρότητα και το χρώμα της για να μελετήσουμε τη διαδικασία παρασκευής σοκολάτας με στέβια. Στο Σχ. 4.4 περιγράφονται τέσσερα δείγματα σοκολάτας. Το πρώτο δείγμα περιέχει 50% στέβια και 50% ζάχαρη, το δεύτερο δείγμα 100% στέβια, το τρίτο δείγμα 100% ζάχαρη και το τέταρτο δείγμα στέβια και ινουλίνη.



Σχήμα 4.4. Μετρήσεις δομής σοκολάτας εργαστηρίου.

Από το διάγραμμα, προκύπτουν τέσσερα προφίλ παραμόρφωσης. Δυο προφίλ είναι σχεδόν παρόμοια. Η σοκολάτα 50% ζάχαρη και 50% στέβια και η σοκολάτα κουβερτούρα με στέβια και ινουλίνη έχουν ίδιο προφίλ παραμόρφωσης. Η σοκολάτα με κύρια γλυκαντική ουσία τη ζάχαρη παρουσιάζει παραμόρφωση με δύναμη $F = 962$ N. Στη σοκολάτα που έχει αντικατασταθεί μερικώς η ζάχαρη με τη γλυκαντική ουσία τη στέβια η δύναμη που απαιτείται για να θρυμματιστεί είναι $F = 700$ N. Λίγο μικρότερη είναι η δύναμη παραμόρφωσης στη σοκολάτα που περιέχει στέβια και ινουλίνη με 715 N. Τη μικρότερη παραμόρφωσης με 656 N παρουσίασε η σοκολάτα με στέβια. Στο (Σχ. 4.5) φαίνονται συνοπτικά οι μέγιστες δυνάμεις παραμόρφωσης.



Σχήμα 4.5. Οι μέγιστες δυνάμεις παραμόρφωσης των σοκολατών του εργαστηρίου.

Όπως στις σοκολάτες του εμπορίου έτσι και στις σοκολάτες που παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο, μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται η σοκολάτα που περιέχει 100% ζάχαρη λόγω των ιδιοτήτων που προσφέρει η ζάχαρη. Λίγο μικρότερη δύναμη απαιτείται για τη σοκολάτα που περιέχει 50% ζάχαρη και 50% στέβια. Τη μικρότερη δύναμη απαιτεί η σοκολάτα με 100% στέβια. Διότι ως γλυκαντική ουσία η στέβια δε προσφέρει τις ιδιότητες της ζάχαρης.

Κατά τους (Afoakwa et al., 2014 και Beckett, 2008) σημειώνεται ότι αρκετοί παράγοντες, όπως η συνταγή, οι τεχνικές επεξεργασίας, η σκλήρυνση και ο πολυμορφισμός (η σταθερότητα των κρυστάλλων λίπους) επηρεάζουν την τελική υφή (σκληρότητα) της σοκολάτας.

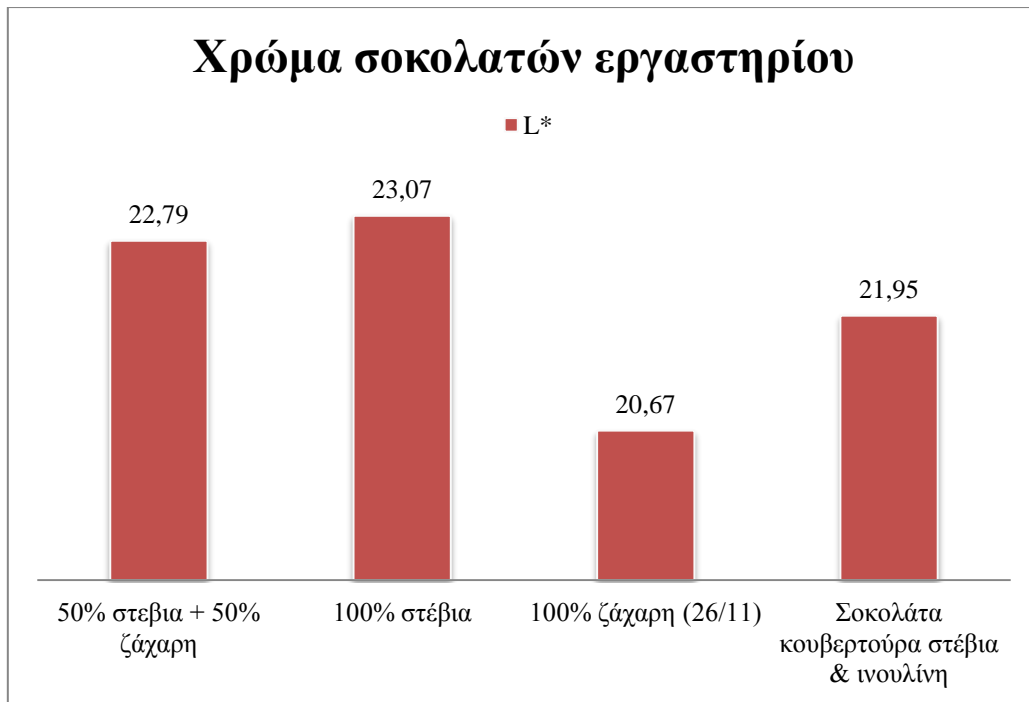
4.2.2 Μετρήσεις χρώματος

Η δεύτερη και τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε ήταν ο προσδιορισμός του χρώματος στις εργαστηριακές σοκολάτες. Οι μετρήσεις που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8. Οι μετρήσεις του χρώματος στις σοκολάτες του εμπορίου.

Τύπος σοκολάτας	L*
50% στέβια + 50% ζάχαρη	22,79
100% στέβια	23,07
100% ζάχαρη	20,67
Σοκολάτα κουβερτούρα στέβια & ινουλίνη	21,95

Με βάση τις μετρήσεις προκύπτει ότι πιο ανοιχτόχρωμη είναι η σοκολάτα που περιέχει 100% στέβια κ η πιο σκούρα είναι η σοκολάτα με 100% ζάχαρη.



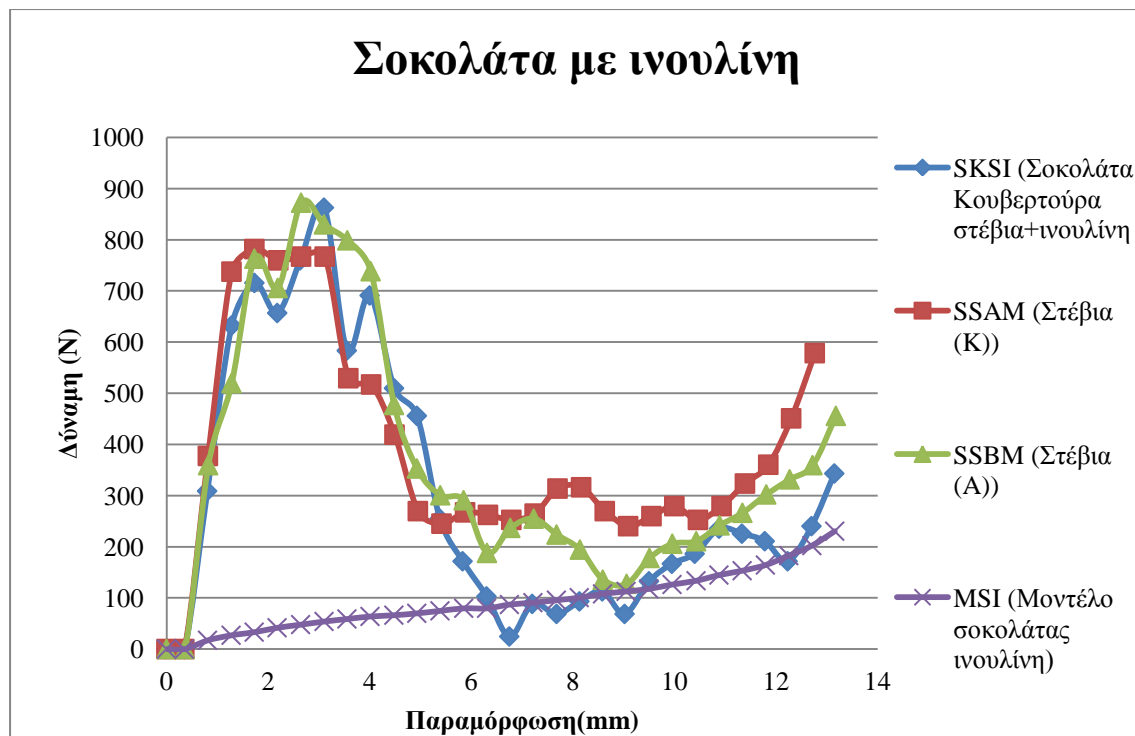
Σχήμα 4.6. Οι διαφορές στο χρώμα που παρουσιάζουν οι σοκολάτες του εργαστηρίου μεταξύ τους.

Οι μετρήσεις χρώματος στις σοκολάτες του εργαστηρίου δε συμπίπτουν με τις μετρήσεις χρώματος στις σοκολάτες του εμπορίου. Πιο ανοικτόχρωμη προέκυψε η σοκολάτα που περιέχει 100% στέβια και πιο σκούρα η σοκολάτα με 100% ζάχαρη. Οι σοκολάτες του εργαστηρίου δεν περιέχουν όλα τα συστατικά που περιέχονται σε μια εμπορική σοκολάτα. Οι εργαστηριακές σοκολάτες περιέχουν μόνο τη γλυκαντική ύλη, το βούτυρο κακάο και το κακάο και όχι το γαλακτοματοποιητή και το άρωμα. Τέλος, διαφέρει η μέθοδος επεξεργασίας και παρασκευής μεταξύ των σοκολατών του εμπορίου και η τεχνική που ακολουθήθηκε στο εργαστήριο ήταν χειροποίητη.

4.3 Σοκολάτες με ινουλίνη

4.3.1 Μετρήσεις δομής

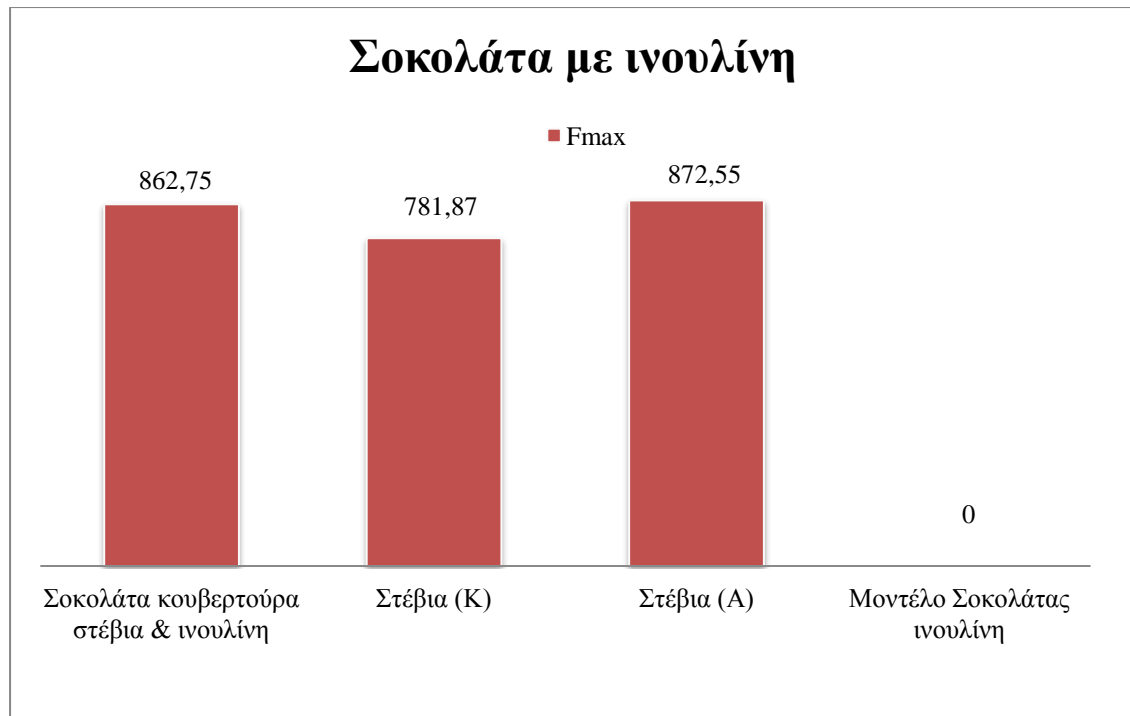
Με βάση τη σύσταση από τις εμπορικές σοκολάτες είδαμε ότι περιέχουν ινουλίνη. Έτσι παρασκευάσαμε σοκολάτα κουβερτούρα με στέβια και ινουλίνη. Στο Σχ. 4.7 περιγράφονται τέσσερα δείγματα σοκολάτας. Το πρώτο δείγμα ήταν σοκολάτα κουβερτούρα με στέβια και ινουλίνη που παρασκευάστηκε στο εργαστήριο, το δεύτερο δείγμα ήταν σοκολάτα του εμπορίου με στέβια (Κ), το τρίτο δείγμα σοκολάτα του εμπορίου με στέβια (Α) και το τέταρτο δείγμα μοντέλο σοκολάτας με ινουλίνη χωρίς λιπαρά. Από τις μετρήσεις προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.



Σχήμα 4.7. Μετρήσεις δομής σοκολάτας που περιέχουν ινουλίνη

Από το διάγραμμα, προκύπτουν τέσσερα προφίλ παραμόρφωσης. Οι σοκολάτες με στέβια και ινουλίνη και με στέβια (A) έχουν το ίδιο προφίλ παραμόρφωσης. Η σοκολάτα με στέβια (A) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη παραμόρφωση με μέγιστη δύναμη $F_{max} = 872,55 \text{ N}$ και η σοκολάτα με στέβια και ινουλίνη παρουσιάζει μέγιστη δύναμη στα $862,75 \text{ N}$. Με μικρότερη δύναμη παραμόρφωσης θρυμματίζεται η σοκολάτα με στέβια (K) με $F = 767 \text{ N}$. Το μοντέλο σοκολάτας με ινουλίνη παρουσιάζει το δικό του προφίλ παραμόρφωσης. Δε θρυμματίζεται, απλώς έχει την τάση να "αλοίφεται". Δεν έχει σκληρή δομή. Στο (Σχ. 4.8) φαίνονται συνοπτικά οι μέγιστες δυνάμεις παραμόρφωσης.

Η σοκολάτα στεβια (A) του εμπορίου με τη σοκολάτα κουβερτούρα στέβια με ινουλίνη που παρασκευάστηκε στο εργαστήριο θρυμματίζονται σε παραπλήσια δύναμη. Παρόλο που δεν περιέχει η σοκολάτα κουβερτούρα στέβια με ινουλίνη όλα τα συστατικά όπως η εμπορική σοκολάτα και η μέθοδος επεξεργασίας και παρασκευής διαφέρει, οι δύο σοκολάτες απαιτούν σχεδόν ίδια δύναμη παραμόρφωσης. Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει τη σκληρότητα της σοκολάτας είναι το λίπος. Όπως και η κρυσταλλική ζάχαρη που δίνει δομή στη σοκολάτα, έτσι και το λίπος ενισχύει τη δομή, τον όγκο και τη σκληρότητα.



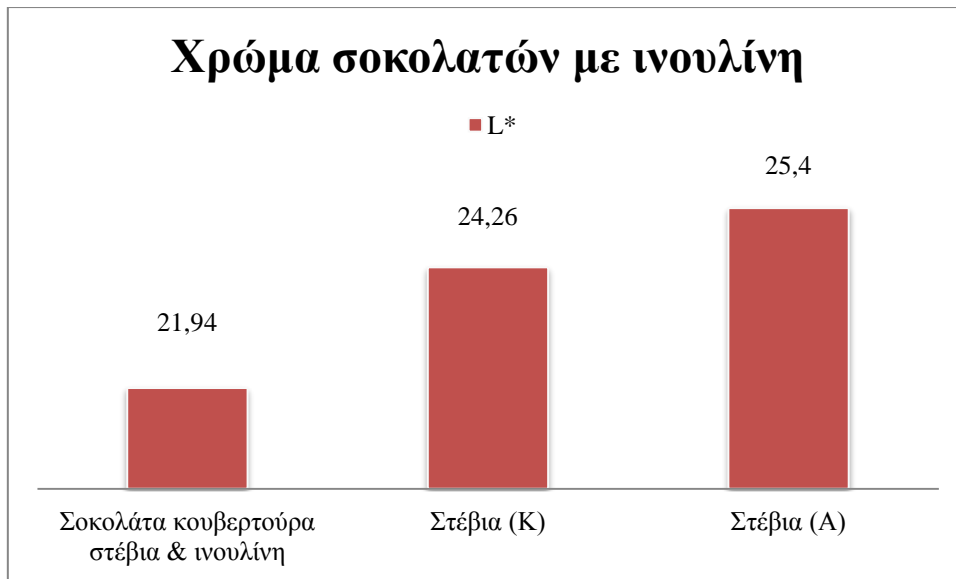
Σχήμα 4.8. Οι μέγιστες δυνάμεις παραμόρφωσης στις σοκολάτες με ιουλίνη.

4.3.2 Μετρήσεις χρώματος

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε το χρώμα. Από τις μετρήσεις (Πίνακας 4.9) προέκυψε ότι πιο ανοιχτόχρωμη είναι η σοκολάτα που περιέχει στέβια (Α), ενώ πιο σκούρα είναι η σοκολάτα κουβερτούρα με στέβια και ιουλίνη (Σχ. 4.9).

Πίνακας 4.9. Οι μετρήσεις του χρώματος στις σοκολάτες με ιουλίνη.

Τύπος σοκολάτας	L*
Σοκολάτα κουβερτούρα στέβια & ιουλίνη	21,94
Στέβια (Κ)	24,26
Στέβια (Α)	25,4



Σχήμα 4.9. Οι διαφορές στο χρώμα που παρουσιάζουν οι σοκολάτες με ινουλίνη.

Από τις μετρήσεις του χρώματος πιο σκούρα προέκυψε η σοκολάτα κουβερτούρα με στέβια και ινουλίνη. Σύμφωνα με την μελέτη των (Shah et al., 2010) ανέφεραν πιο σκούρα χρώματα στις σοκολάτες που περιέχουν ινουλίνη (HP , HPX και GR) ως παράγοντας διόγκωσης μαζί με το γλυκαντικό Stevia.

5. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα και τη συζήτηση που προηγήθηκαν μπορεί να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- 1) Από τις σοκολάτες του εμπορίου, η σοκολάτα που περιέχει ζάχαρη θεωρείται πιο σκληρή, η σοκολάτα με φρουκτόζη είναι λιγότερο σκληρή και η σοκολάτα με στέβια (K) θεωρείται η πιο μαλακή. Ο ρόλος της ζάχαρης είναι σημαντικός στη σκληρότητα της σοκολάτας.
- 2) Το χρώμα στη σοκολάτα αποτελεί βασικό κριτήριο επιλογής από τους καταναλωτές. Από τις σοκολάτες του εμπορίου πιο ανοιχτόχρωμη ήταν η σοκολάτα με ζάχαρη και πιο σκούρα η σοκολάτα που περιείχε στέβια και χαρούπι.
- 3) Από τις σοκολάτες του εργαστηρίου, η σοκολάτα με 100% ζάχαρη απαιτεί τη μεγαλύτερη δύναμη για να θρυμματιστεί, ενώ η σοκολάτα με στέβια απαιτεί τη μικρότερη.
- 4) Από τις εργαστηριακές σοκολάτες, πιο ανοιχτόχρωμη ήταν η σοκολάτα που περιείχε 100% στέβια και η πιο σκούρα ήταν η σοκολάτα με 100% ζάχαρη.
- 5) Αν και απαιτείται διπλάσια δύναμη για να μασήσει τη σοκολάτα με ζάχαρη από ότι τη σοκολάτα με στέβια, ο καταναλωτής προτιμά αυτή που θα δοκιμάσει χρονικά.
- 6) Η ένταση γλυκύτητας δεν αποτελεί παράγοντα επιλογής του προϊόντος γιατί αν έχει να διαλέξει σοκολάτα με τρεις διαφορετικές γλυκαντικές ύλες, θα διαλέξει αυτή που δοκίμασε πρώτη.
- 7) Οι καταναλωτές αντιλήφθηκαν ως πιο ανοιχτόχρωμη αυτή που δοκίμασαν πρώτη.
- 8) Η επίγευση που άφησε η σοκολάτα συνδέθηκε με τη γενική αποδοχή.
- 9) Παρόλο που έχουν σημαντικές διαφορές οι σοκολάτες κατά την αντικατάσταση της ζάχαρης με στέβια (λόγω ποσότητας & φύσης μορίων), η προτίμηση του καταναλωτή δεν επηρεάζεται.
- 10) Η έλλειψη μεγάλης ποσότητας ζάχαρης αντισταθμίζεται με προσθήκη κάποιων άλλων ουσιών, όπως ινουλίνης.
- 11) Με λιγότερα συστατικά και χωρίς μηχανήματα παρασκευάστηκε στο εργαστήριο σοκολάτα με στέβια που έχει παρόμοια ποιοτικά χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες σοκολάτες που παρασκευάζονται βιομηχανικά σε μεγάλη κλίμακα.

6. Βιβλιογραφία

6.1 Ελληνική βιβλιογραφία

- ✓ Βασιλακάκης, Μ.. 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς.
- ✓ Ζαχρκώστας, Κ., Δ. και Ζαχρκώστας Π. Κ.. 2012. Οδηγός καλλιέργειας στέβια.
- ✓ Καρδούλης, Α. Γ. 2003. Αλφαβητικό και Θεματικό Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό Τροφίμων και Ποτών.
- ✓ Λόλας, Π.,Χ.. 2009. Το φυτό, ιδιότητες, χρήσεις έρευνας στην Ελλάδα. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 55-79.
- ✓ Μπαλαφούτη, Θ. και Δεκουλάκου Θ.. 2012. Η διατροφική αξία της σοκολάτας, η ιστορία της και οι ιδιότητες της στον ανθρώπινο οργανισμό. Πτυχιακή Διατριβή, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σητεία.
- ✓ Πανέρας Ε. Δ., 1996, Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων, Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών, Θεσσαλονίκη.
- ✓ Σπανού Α.. 2005. Επίδραση συν-διαλυτών στην κρυστάλλωση της ινουλίνης. Διπλωματική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα, 22 σελ.
- ✓ Στρουθόπουλος, Θ. 2006. Γεωπονικό Λεξικό Ερμηνεία και Απόδοση όρων στα ελληνικά, αγγλικά, γαλλικά και γερμανικά, Εκδόσεις Αγρότυπος.

6.2 Ξένη βιβλιογραφία

- ✓ Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., 2007. Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. *European Food Research and Technology* 226, 1259–1268.
- ✓ Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O. and Dewettinck, K.. 2014. Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture – Rheological, microstructure and physical quality characteristics. *Journal of Food Engineering*, 126: 35-42.
- ✓ Baldino, N., Gabriele, D. and Migliori, M.. 2010. The influence of formulation and cooling rate on the rheological properties of chocolate. *European Food Research and Technology*, 231(6): 821–828.
- ✓ Beckett, S. T.. 2008. *The Science of Chocolate*. The Royal Society of Chemistry, 1-3 pp.
- ✓ Brandle, J. E. and Rosa, N.. 1992. Heritability for yield, leaf:stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*. *Can. J. Plant Sci.* 72, 1263–1266.
- ✓ Briones, V., Aguilera, J.M., Brown, C., 2006. Effect of surface topography on color and gloss of chocolate samples. *Journal of Food Engineering* 77: 776–783.
- ✓ Cidell, J. L. and Alberts, H. C.. 2006. Constructing quality: The multinational histories of chocolate. *Geoforum*, 37: 999–1007.
- ✓ Dwivedi, R. S.. 1999. Unnurtured and untapped sweet non-sacchariferous plant species in India. *Current Sci.* 76, 1454–1461.
- ✓ Grenby, T.H.. 1991. Intense sweeteners for the food industry: an overview. *Trends in Food Science & Technology*, 2-6.

- ✓ Keijbets, E. L., Chen, J. and Vieira, J.. 2010. Chocolate demoulding and effects of processing conditions. *Journal of Food Engineering*, 98: 133–140.
- ✓ Le Révérend, B. J. D., Bakalis, S. and Fryer, P.J.. 2008. *Food Materials Science. In: Structured Chocolate Products, Aguilera and Lillford (eds), Springer-Verlag Berlin, pp. 525-546.*
- ✓ Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Zura-Bravo, L. and Ah-Hen, K.. 2012. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry* 132: 1121–1132.
- ✓ Lester, T.. 1999. Stevia rebaudiana. Sweet leaf. *The Australian New Crops Newsletter* 11, 1.
- ✓ Ramesh, K., Singh, V. and Megeji, N. W.. 2006. *Advances in Agronomy*, 89: 138-162, 164, 166-167.
- ✓ Shah, A. B., Jones, G. P. and Vasiljevic, T.. 2010. Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents – effects on physicochemical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1426–1435.
- ✓ Shock, C. C.. 1982. Experimental cultivation of Rebaudis Stevia in California. *Agronomy Progress Report* 122.
- ✓ Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, MH. and Mohammadifar, MA.. 2012. Effects of D-Tagatose and Inulin on Some Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Dark Chocolate. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(5): 314-319.