

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Τεχνολογικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, Σχολή Γεωπονίας, Τεχνολογίας
Τροφίμων και Διατροφής Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΗΚΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ-ΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΒΑΡΖΑΚΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Τεχνολογίας και Ποιότητας Φρούτων και Λαχανικών του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (πρώην ΤΕΙ Αθήνας).

Θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Θεόδωρο Βαρζάκα για την άψογη συνεργασία που είχαμε, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, καθηγητές Γεώργιο Ζακυνθινό και Ιωακείμ Σπηλιώπουλο.

Την καθηγήτρια Δρ. Γιαννακούρου Μαρία, υπεύθυνη του Εργαστηρίου Τεχνολογίας και Ποιότητας Φρούτων και Λαχανικών του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων για τη συμβολή και την καθοδήγηση της κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας

Τους δοκιμαστές οι οποίοι συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση του οργανοληπτικού ελέγχου της μαρμελάδας.

Βασίλης Παυλίδης

Αθήνα 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη (Ελληνικά)	5
Abstract	6
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1: Παράγοντες που επηρεάζουν την παρασκευή και την τελική ποιότητα πηκτής φρούτου	9
1.1 Φρούτα-α' ύλη παρασκευής πηκτής	9
1.1.1.Ιστορική αναδρομή – Προέλευση	9
1.1.2.Χαρακτηριστικά πορτοκαλιού	10
1.1.3 Ποικιλίες Πορτοκαλιών	11
1.1.4.Οι ευεργετικές ιδιότητες του πορτοκαλιού	13
1.2 Πηκτίνες	16
1.2.1 Δομή πηκτίνης	17
1.2.2 Βιομηχανική παραγωγή πηκτίνης	19
1.2.3 Εφαρμογές της πηκτίνης στην Τεχνολογία Τροφίμων	20
1.2.4. Σχηματισμός πηκτώματος	20
1.2.5 Διατροφικός ρόλος των πηκτινών	21
Κεφάλαιο 2: Σχηματισμός πηκτώματος και παρασκευή πηκτής	23
2.1 Μηχανισμός ζελοποίησης HM πηκτινών	23
2.2 Μηχανισμός ζελοποίησης LM πηκτινών	26
2.3 Ο ρόλος της ζάχαρης	27
2.4 Οξέα- Ρύθμιση pH	28
2.5 pH	28
2.6 Παρασκευή μαρμελάδων	29
2.7 Παρασκευή μαρμελάδων με χρήση HM πηκτίνης	30
2.8 Παρασκευή μαρμελάδων με χρήση LM πηκτίνης	30
2.9 Βιομηχανική μέθοδος παρασκευής μαρμελάδας	31
2.10. Προβλήματα που προκύπτουν στη βιομηχανία της μαρμελάδας	33
Κεφάλαιο 3: Σακχαρόζη και εναλλακτικά σάκχαρα στην παρασκευή πηκτής φρούτου	
3.1 Γενικά-γλυκαιμικός δείκτης	36
3.2 Σακχαρόζη	40
3.3 Φρουκτόζη	42
3.4 Γλυκοζίτες στεβιόλης	44
3.5 Παρασκευή πηκτών με εναλλακτικά σάκχαρα-βιβλιογραφική επισκόπηση	52
Κεφάλαιο 4: Συσκευασία πηκτών φρούτου	
4.1 Συσκευασία σε γυάλινους περιέκτες (Featherstone 2016)	54
4.2 Συσκευασία σε πλαστικά σακίδια (Featherstone 2016)	57
Κεφάλαιο 5: Υλικά και μέθοδοι	60
Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα	80
Κεφάλαιο 7: Συζήτηση αποτελεσμάτων-προτάσεις για μελλοντική έρευνα	88
Βιβλιογραφία	90

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η μελέτη της ποιότητας της μαρμελάδας με βάση το πορτοκάλι με χρήση εναλλακτικών γλυκαντικών ουσιών.

Σκοπός είναι η παρασκευή τέτοιων εναλλακτικών προϊόντων με μειωμένες θερμίδες και χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, αλλά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όμοια με αυτά της μαρμελάδας πορτοκάλι του εμπορίου.

Για τη δημιουργία των προϊόντων αυτών αντικαταστάθηκε η ζάχαρη λόγω των βλαβερών της επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου με εναλλακτικά σάκχαρα, συγκεκριμένα με φρουκτόζη και γλυκοζίτες στεβιόλης.

Για την επίτευξη του τελικού αποτελέσματος παρασκευάστηκαν μαρμελάδες με διαφορετικές περιεκτικότητες σε ζάχαρη, φρουκτόζη και γλυκοζίτες στεβιόλης, από τις οποίες επιλέχθηκαν 8 λόγω των αποδεκτών οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών.

Με πειραματικές μετρήσεις προσδιορίστηκαν τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά, όπως η οξύτητα (pH), τα στερεά διαλυτά συστατικά ($^{\circ}\text{Brix}$), η ενεργότητα ύδατος (a_w), το χρώμα (κλίμακες Lab, $L^*a^*b^*$), και διάφορα χαρακτηριστικά υφής (π.χ. σκληρότητα, συνεκτικότητα).

Επίσης πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος του οποίου τα αποτελέσματα συζητήθηκαν σε συνδυασμό με τα πειραματικά δεδομένα. Αυξημένη αρεστότητα υπήρξε στα δείγματα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε φρουκτόζη, ενώ τα δείγματα με υψηλή περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης δεν προτιμήθηκαν λόγω της έντασης της γλυκύτητας.

Από τα αρχικά πειράματα διαπιστώθηκε ότι δεν ήταν δυνατό να σχηματιστεί προϊόν με περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης μεγαλύτερη από 25% επειδή δεν ήταν εφικτό να επιτευχθούν τα επιθυμητά τελικά διαλυτά στερεά συστατικά.

Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης τη συνεκτικότητα να ελαττώνεται όσο αυξανόταν το ποσοστό της αντικατάστασης της σακχαρόζης από φρουκτόζη.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to manufacture and study the quality of orange jam using alternative sweeteners. The aim is to produce such alternative products with reduced calorie content and low glycemic index, retaining the sensory attributes of the common marmalade (orange jam) usually purchased in the local market.

In order to manufacture these products, sugar has been replaced, because of its harmful effects on human health, with alternative sugars, namely fructose and glucoside steviol. To achieve the final desired result, jams with different sugar, fructose and steviol glycoside contents were prepared, out of which 8 were chosen due to their acceptable organoleptic characteristics.

A number of physicochemical indices, such as acidity (pH), °Brix, water activity (a_w), etc, as well as other attributes, such as color (Lab/ $L^* a^* b^*$ scale), texture (hardness, cohesiveness, etc) and multiple sensory characteristics were measured.

Increased likelihood was found for samples with higher fructose content, whereas samples with high steviol glycoside content were not preferred due to the intensity and the low acceptance of their sweetness.

From the initial experiments it was found that it was not possible to form a product with a steviol glycoside content greater than 25% because it was not possible to yield the desired final soluble solids. The results also showed cohesiveness to decrease as the percentage of fructose increased and the percentage of sugar was reduced.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φρούτα από την αρχαιότητα αποτελούσαν βασική τροφή του ανθρώπου. Πηγή πολύτιμων θρεπτικών συστατικών όπως σάκχαρα, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και νερό, τα φρούτα αποτελούν και στις μέρες μας αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας διατροφής. Για να μπορέσει να υπάρξει επάρκεια όλων των ποικιλιών των φρούτων όλο το χρόνο αναπτύχθηκαν μέθοδοι συντήρησης και αποθήκευσης οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα διατήρησης των φρούτων για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να αλλοιώνονται τα θρεπτικά συστατικά και τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.

Η μαρμελάδα είναι ένας από τους παλαιότερους τρόπους συντήρησης φρούτων. Ιστορικά η δημιουργία της προέκυψε ως προσπάθεια διατήρησης φρούτων τα οποία ήταν εκτός εποχής.

Στην αρχαία Ελλάδα οι αρχαίοι Έλληνες παρασκεύαζαν το μελίμηλον, έβραζαν δηλαδή σε σιγανή φωτιά αρχικά κομμάτια μήλων και πρόσθεταν μέλι προκειμένου να τα διατηρήσουν. Στη συνέχεια επέκτειναν αυτό τον τρόπο διατηρήσεις και σε άλλα φρούτα. Παρατηρώντας ότι το μίγμα έπηξε με την πτώση της θερμοκρασίας, ανακαλύφθηκε μία πρώιμη εκδοχή της πηκτίνης. Η συνταγή αυτή αργότερα υιοθετήθηκε από τους Ρωμαίους, οι οποίοι την εξέλιξαν, καθώς διαπίστωσαν ότι η μέθοδος αυτή δεν ήταν εξίσου αποτελεσματική με τα κυδώνια όσο ήταν με άλλα φρούτα. Έτσι έβραζαν τα κυδώνια σε κρασί πριν προσθέσουν το μέλι με αποτέλεσμα την απελευθέρωση της πηκτίνης και τελικά στη δημιουργία μιας στρώση ζελατίνης πάνω από τα κυδώνια. Η αρχική αυτή μορφή μαρμελάδας ονομάστηκε από τους Ρωμαίους *melimelum*.

Η εξέλιξη της μαρμελάδας στη σημερινή της μορφή ήταν σταδιακή. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα η τεχνική της παρασκευής της μαρμελάδας εξελίχθηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μοιάζει με τη σημερινή. Υπό τη σχεδόν σημερινή της μορφή, η μαρμελάδα, λέγεται ότι παρασκευάστηκε γύρω στο 1560, χάρη σε έναν γιατρό της βασιλίσσας της Σκωτίας, Μαρίας, που για να τη συνεφέρει από τη ναυτία κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού της από τη Γαλλία στη Σκωτία, ανακάτεψε πορτοκάλι με ζάχαρη.

Λόγω αυτής της κίνησης προέκυψε μια πιθανή εκδοχή της λέξης μαρμελάδας. “*Marie est malade*”, (“η Μαρία είναι άρρωστη”). Η εκδοχή αυτή απορρίπτεται από ερευνητές της γαστρονομίας οι οποίοι επιμένουν ότι επικρατέστερη προέλευση είναι από την πορτογαλική λέξη *marmelo* (=κυδώνι).

Η επέκταση της λέξης “*marmalade*” (“μαρμελάδας”), στην αγγλική γλώσσα, όπου αναφέρεται στα εσπεριδοειδή έγινε τον 17ο αιώνα, όταν τα εσπεριδοειδή για πρώτη φορά, άρχισαν να είναι στην Αγγλία σε σχετική αφθονία, ώστε να καταστεί κοινή η χρήση τους.

Στις μέρες μας υπάρχουν εκατοντάδες προϊόντα μαρμελάδας με διαφορετικές γεύσεις και χαρακτηριστικά. Σε βιομηχανικό επίπεδο, οι τεχνικές παρασκευής και συσκευασίας έχουν τελειοποιηθεί με τη βοήθεια σύγχρονων μηχανημάτων, ώστε το τελικό προϊόν όσο το δυνατόν λιγότερο από το παραδοσιακό σκεύασμα.

Η τεχνογνωσία όμως δε σταματάει εκεί αλλά έχει επεκταθεί και στη δημιουργία εναλλακτικών προϊόντων μαρμελάδας τα οποία απευθύνονται σε ειδικό καταναλωτικό κοινό. Τέτοια προϊόντα στοχεύουν στη μερική ή ολική αντικατάσταση της ζάχαρης με σκοπό να δημιουργηθούν προϊόντα με χαμηλές θερμίδες και χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σχεδιασμός και παρασκευή τέτοιων προϊόντων, ώστε να μελετηθούν ποιοί παράγοντες επηρεάζουν και πως τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΠΗΚΤΗΣ ΦΡΟΥΤΟΥ

Η μαρμελάδα αποτελεί έναν από τους παλαιότερους και πιο δημοφιλείς τρόπους συντήρησης φρούτων, πιο παλιός ακόμα και από την κονσερβοποίηση και την κατάψυξη. Αν και αρχικά, ξεκίνησε ως προϊόν οικοτεχνίας, πλέον η παρασκευή μαρμελάδας σε βιομηχανικό επίπεδο, πρέπει να υπακούει σε συγκεκριμένες προδιαγραφές, ώστε να μην αποκλίνει μεν από την παραδοσιακή σπιτική συνταγή, αλλά να συμμορφώνεται και με το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο. Προκειμένου για τη νομοθεσία και τους ακριβείς ορισμούς των διαφόρων ειδών μαρμελάδας, και των λοιπών προϊόντων από ζάχαρη, οι βασικές διατάξεις παρατίθενται ως Παράρτημα της παρούσας μελέτης.

1.1 Φρούτα-α' ύλη παρασκευής πηκτής

Το βασικό φρούτο που χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη για την παρασκευή της πηκτής φρούτου στα πλαίσια της εργασίας αυτής ήταν το *πορτοκάλι*.

1.1.1. Ιστορική αναδρομή – Προέλευση

Ως προς τη βοτανική προέλευση των εσπεριδοειδών, είναι αειθαλή δέντρα που ανήκουν στην κλάση των δικοτυλήδων, στην τάξη των γερανιωδών (Geraniales), στην οικογένεια των ρυτιδών (Rutaceae) και στην υποοικογένεια Aurantioideae

Ο πρώτος καρπός που εμφανίστηκε στην Ευρώπη ήταν η κιτριά (citrus medica). Το κίτρο του οποίου η καλλιέργεια επεκτάθηκε στην Εγγύς Ανατολή και στην Ευρώπη μετά τις περσικές κατακτήσεις του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Το κίτρο ήταν γνωστό στους Έλληνες και τους Ρωμαίους. Ο μεν Θεόφραστος περιγράφει με ακρίβεια τον καρπό ενώ ο ιατροφιλόσοφος και βοτανολόγος Διοσκουρίδης τα αναφέρει ως « περσικά μήλα».

Η πορτοκαλιά (κιτρέα η σινική, citrus sinensis) εισήχθη από την Κίνα ή κατά μία άλλη εκδοχή από την Ινδία και διαδόθηκε από τους Πορτογάλους το 10ο αιώνα. Από το όνομα της χώρα τους πήρε και το όνομα του το νέο φρούτο. Στη συνέχεια από την Ελλάδα διαδόθηκε σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες και Ισπανοί ιεραπόστολοι την μετέφεραν στη βόρεια Αμερική. Ελληνικά: πορτοκάλι. Βουλγαρικά: πορτοkan, πορτοkal. Ρουμανικά: portocala. Περσικά: porteghal. Αντίθετα στις Αγγλοσαξωνικές γλώσσες το όνομα του φρούτου αυτού προέρχεται από παραφθορά της σανσκριτικής λέξης maranga (orange) που σημαίνει ευώδες.

Πρώτη στον κόσμο σε παραγωγή πορτοκαλιών είναι η Βραζιλία και ακολουθούν οι Η.Π.Α, η Ινδία, η Κίνα και η Ισπανία.

Στην Ελλάδα έφερε την ποικιλία Ουάσιγκτον Νάβελ (Washington Navel) ή ομφαλοφόρο της Ουάσιγκτον από την Καλιφόρνια το 1925 ο Άγγλος βοτανολόγος Σίδνεϋ Μέρλιν (Sidney Louis Waller Merlin). Καλλιεργήθηκε συστηματικά για πρώτη φορά και σε εμπορική κλίμακα στην Κέρκυρα, από τον ίδιο από τον οποίο και πήρε το όνομα της (ποικιλία Μέρλιν). Εκτός από την πορτοκαλιάς εισήγαγε και τα μικρά Ιαπωνικά πορτοκαλάκια Κουμ- Κουάτ που ευδοκιμούν και καλλιεργούνται από τότε μόνο στην Κέρκυρα.

Στα τέλη του 19ου αιώνα η άνυδρη πεδιάδα της Αργολίδας ήταν εντελώς γυμνή. Η καλλιέργεια του πορτοκαλιού άρχισε την περίοδο του μεσοπολέμου όταν έγινε δυνατή η άρδευση της πεδιάδας με νερό από τις ανορύξεις πηγαδιών. Σήμερα, αντιπροσωπεύει περίπου το 58% των πορτοκαλόδενδρων στη χώρα μας. Στην Αργολίδα εξαπλώθηκε ευρέως τη δεκαετία του 1950 και σήμερα αποτελεί το 70% της συνολικής καλλιέργειας.

Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 160 ποικιλίες πορτοκαλιάς. Οι πιο σημαντικές όμως είναι: Βαλέντσια, Χίου, Άρτας, Σουλτανί του Φόδεδε, Σαγκουίνι ή αιματόσαρκο και η πλέον διαδεδομένη και επιτυχημένη ποικιλία Μέρλιν.

1.1.2.Χαρακτηριστικά πορτοκαλιού

Το πορτοκάλι είναι φρούτο που καρπίζει από το δέντρο πορτοκαλιά. Είναι ένα από τα πιο γνωστά εσπεριδοειδή. Η πορτοκαλιά δεν αντέχει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, το πολύ μέχρι και 4 βαθμούς υπό το μηδέν για το λόγο αυτό καλλιεργείται σε τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές με ήπιο χειμώνα. Είναι μικρό δέντρο που φτάνει σε ύψος τα 8 μέτρα και σπάνια τα ξεπερνά. Ο κορμός της είναι λείος και ίσιος, οι ρίζες της πλούσιες, θυσανωτές που δεν φτάνουν όμως σε μεγάλο βάθος. Τα κλαδιά της πορτοκαλιάς σχηματίζουν γωνίες και απλώνουν, είναι κυλινδρικά και έχουν ελαστικότητα έτσι μπορούν να αντέχουν αρκετά μεγάλο βάρος καρπών αν και λυγίζουν. Τα φύλλα της είναι μετρίου μεγέθους, πλατιά, λεία, στιλπνά και φέρουν μίσχους με πτερύγια. Κατά το μήνα Απρίλιο κάποια από τα παλιά φύλλα πέφτουν και αντικαθίστανται από καινούργια. Τα άνθη της είναι λευκά, αρκετά μεγάλα και εύοσμα, βγαίνουν δε την άνοιξη μεμονωμένα από τους βλαστούς. Λίγο αργότερα από τους οφθαλμούς των φύλλων βγαίνουν νέοι βλαστοί που ανθοφορούν κατά ομάδες. Από τα άνθη αυτά δένονται καρποί σε μικρό ποσοστό ενώ τα περισσότερα πέφτουν. Όταν από τα 10 άνθη δέσει 1 καρπός τότε η καρποφορία του δέντρου κρίνεται πολύ ικανοποιητική. Η πορτοκαλιά ανθίζει μία φορά το χρόνο και η ανθοφορία της κρατάει 5-7 εβδομάδες. Ο καρπός της πορτοκαλιάς είναι το πορτοκάλι ή εσπερίδιο. Το δέντρο ευδοκimeί σε μία μεγάλη εδαφική ποικιλία, όμως προτιμά τα αμμοπηλώδη εδάφη. Ο πολλαπλασιασμός της γίνεται με εμβολιασμό συνήθως δέντρων που αναπτύσσονται από σπορά καλής ποιότητας πορτοκαλιών. Χρησιμοποιούνται επίσης δέντρα νεραντζιάς και μανταρινιάς. Οι πορτοκαλιάς δίνουν καλή καρποφορία για 80 περίπου χρόνια ενώ υπάρχουν και δέντρα που καρποφορούν και μετά από 100 ή περισσότερα χρόνια. Οι πρώιμες ποικιλίες ωριμάζουν τους

καρπούς τους από το μήνα Οκτώβριο ενώ οι όψιμες τους καλοκαιρινούς μήνες. Το πορτοκάλι έχει σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές, η φλούδα του είναι παχιά ή λεπτή ανάλογα με την ποικιλία και η σάρκα του έχει χρώμα πορτοκαλί ή -στην ποικιλία σαγκουίνι- κόκκινο. Η εξωτερική επιφάνεια της φλούδας είναι σχετικά ανώμαλη και φέρει μικρά αδενώδη στίγματα που παράγουν αρωματικό αιθέριο έλαιο. Η σάρκα του πορτοκαλιού χωρίζεται σε τμήματα που λέγονται σκελίδες ή φέτες. Κάθε φέτα περιβάλλεται από ινώδη ιστό λευκού χρώματος, που λέγεται ράκος. Στο εσωτερικό της κάθε φέτας υπάρχουν πολλά χωρίσματα, τα κύτταρα της σάρκας που είναι γεμάτα χυμό καθώς και μέχρι 3 σπόρια, αλλά μπορεί να υπάρχουν και φέτες χωρίς καθόλου σπόρια. Το πορτοκάλι έχει γλυκιά ή γλυκόξινη γεύση και είναι λιγότερο ή περισσότερο αρωματικό ανάλογα με την ποικιλία και την ποιότητα. Κάποια ελαφριά πικρή γεύση που παρατηρείται μερικές φορές οφείλεται σε ποσότητα αιθέριου ελαίου που έχει εισχωρήσει στη σάρκα. Το πορτοκάλι είναι πλούσιο σε βιταμίνη C. Περιέχει επίσης σάκχαρα, κάλιο, ασβέστιο, φώσφορο και βιταμίνη A. Είναι ωφέλιμο για τη διατροφή του ανθρώπου και η θρεπτική του αξία είναι μεγάλη. Καταναλώνεται νωπό ως φρούτο ή χρησιμοποιείται στην παραγωγή χυμών, φρέσκων ή συσκευασμένων. Οι καρποί που συλλέγονται όταν είναι άγουροι, μικροί και πράσινοι χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική.

Το αιθέριο έλαιο της φλούδας, των ανθών και των φύλλων χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία αλλά και στη ζαχαροπλαστική. Από τη φλούδα επίσης παρασκευάζεται γλυκό κουταλιού.

1.1.3. Ποικιλίες Πορτοκαλιών

Υπάρχουν 160 περίπου ποικιλίες πορτοκαλιάς, οι πιο σημαντικές που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι:

- Βαλέντσια.



Εικόνα 1.1: Πορτοκάλια Βαλέντσια

Είναι η πιο όψιμη ποικιλία. Οι καρποί ωριμάζουν τον Απρίλη και διατηρούνται έως το καλοκαίρι. Επίσης παρουσιάζουν δύο σημαντικά μειονεκτήματα: α) η σάρκα αφυδατώνεται και β) οι καρποί της επαναπρασινίζουν τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι καρποί είναι μετρίου μεγέθους, έχουν σχήμα ωοειδές και χρώμα πορτοκαλί. Είναι εμπορικά άσπερμοι με ευχάριστη γεύση αλλά υπόξινη λόγω φυσικής υπεροχής των οξέων. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος, είναι σκληρός και γερά προσκολλημένος στη σάρκα. Για το λόγο αυτό τα πορτοκάλια Valencia

αντέχουν στις μεταφορές. Οι μεμβράνες των σκελίδων είναι λίγο πιο σκληρές από τις κανονικές, παρόλα αυτά όμως, οι καρποί της χρησιμοποιούνται τόσο για νωπή κατανάλωση όσο και στη χυμοποιία (Χατζηχριστοδούλου Αγγέλα, 2006).

- Ναβαλίνες (ομφαλοφόρα ποικιλία)



Εικόνα 1.2: Πορτοκάλια ποικιλίας Ναβαλίνα

Οι καρποί έχουν άριστη εμφάνιση. Είναι μεγάλοι, σφαιρικοί, λεπτόφλουδοι, με έντονο πορτοκαλί χρώμα και πολύ γευστικοί. Μειονεκτεί ως προς το γεγονός ότι, ενώ οι καρποί μπορεί να διατεθούν στην αγορά από πολύ νωρίς, έχοντας τα κατάλληλα γευστικά χαρακτηριστικά, ο φλοιός είναι ακόμη πράσινος, πράγμα που δεν είναι συχνά αρεστό στους καταναλωτές. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητος ο αποπρασινισμός του καρπού, δηλαδή ο ψεκασμός αυτού με αιθυλένιο, το οποίο προάγει τον χρωματισμό του καρπού.

- Χίου.

Δίνει μικρούς καρπούς και ωριμάζει από τα μέσα Νοεμβρίου. Ο καρπός της έχει πολλά σπόρια, δίνει λίγο χυμό και είναι εξαιρετικά ανθεκτικός στη μεταφορά.

- Άρτας.

Οι καρποί της ποικιλίας αυτής είναι σφαιρικοί, έχουν λεπτό περικάρπιο υπόξινη γεύση και είναι εξαιρετικά αρωματικοί. Η ωρίμανση τους γίνεται κατά τον Ιανουάριο.

- Σουλτανί του Φόδελε.

Δίνει μεγάλους ωοειδείς καρπούς με φλούδα που αφαιρείται εύκολα, πολύ νόστιμη σάρκα με πλούσιο χυμό.

- Μέρλιν (ή Washington navel).

Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία. Οι καρποί ωριμάζουν από τις αρχές Νοεμβρίου και τροφοδοτούν την αγορά μέχρι το Φλεβάρη. Η ποικιλία είναι ιδιαίτερα απαιτητική στις κλιματικές συνθήκες. Ανεπαρκής εδαφική υγρασία κατά τη διάρκεια της καρπόδεσης και υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της άνθησης, προκαλούν σημαντική μείωση στην παραγωγή. Το δέντρο είναι ζωντανό και με κρεμοκλαδή ανάπτυξη. Οι καρποί είναι μεγάλοι, σφαιρικοί και στο άκρο απέναντι από τον ποδίσκο φέρουν χαρακτηριστικό ομφαλό. Επίσης είναι εμπορικά άσπερμοι και έχουν λεπτό φλοιό, ο οποίος έχει χρώμα έντονο πορτοκαλί που τείνει προς το κόκκινο. Η σάρκα είναι εύγευστη, γλυκιά (αφού στερείται των οξέων), τραγανή, αρωματική και με έντονο πορτοκαλί χρωματισμό.

- Μάλεμε Κρήτης (ΠΟΠ προϊόν).



Εικόνα 1.3: Πορτοκάλια Μάλεμε Κρήτης

Παράγονται στον Νομό Χανίων, στην περιοχή που οριοθετείται παραλιακά από τον Σταλό μέχρι το Κολυμπάρι με βάθος 6-8 χλμ. στην ενδοχώρα. Είναι της ποικιλίας **Washington Navel** και των κλώνων της (Μέρλιν, Ναβελίνες New Hall, Lane Late).

- Σαγκουίνι.



Εικόνα 1.4: Σαγκουίνι

Λέγεται και αιματόσαρκος ποικιλία εξαιτίας της κόκκινης σάρκας των καρπών της. Είναι ξενικής προέλευσης. Πολύ εύγευστοι και χυμώδεις καρποί δίνουν χυμούς πλούσιους σε βιταμίνες.

1.1.4.Οι ενεργητικές ιδιότητες του πορτοκαλιού

Το πορτοκάλι είναι ένα από τα πιο νόστιμα φρούτα του χειμώνα με λίγες θερμίδες και με ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες γεγονός που το καθιστά ένα από τα φρούτα που βοηθούν στην αποτοξίνωση του οργανισμού και στην απώλεια κιλών. Ο χυμός πορτοκαλιού είναι ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για την αποβολή τοξινών από τον οργανισμό.

Ο πιο φυσικός και γευστικός τρόπος για την θωράκιση του οργανισμού μας είναι το πορτοκάλι. Εντάσσοντάς το στην καθημερινή διατροφή αυξάνεται η ζωντάνια και ευεξία, ενώ η βιταμίνη C που περιέχει βοηθάει στο να καταπολεμηθούν πιο εύκολα τα κρυώματα και οι γρίπες του χειμώνα. Ένας χυμός πορτοκάλι

συνίσταται από τους διατροφολόγους ως ένα από τα πέντε γεύματα της ημέρας για την καλή λειτουργία του οργανισμού και του μεταβολισμού.

Η κατανάλωση πορτοκαλιών βοηθάει στο άσθμα, την βρογχίτιδα, την πνευμονία και τους ρευματισμούς. Είναι επίσης πολύτιμος σύμμαχος στην πρόληψη της πέτρας στους νεφρούς και του διαβήτη και μειώνει τα επίπεδα της χοληστερίνης και την υψηλή πίεση.

Οι θετικές επιδράσεις της βιταμίνης C αφορούν πολλά όργανα: Βοηθά το ανοσοποιητικό σύστημα (δηλαδή την άμυνα του οργανισμού), είναι ευεργετική για την καρδιά και τα αγγεία, είναι βασική προϋπόθεση για την παραγωγή του κολλαγόνου που είναι θεμελιώδες στοιχείο δομής των οστών, των χόνδρων, των τενόντων, των συνδέσμων και άλλων οργάνων.

Εκτός από βιταμίνη C, όμως, περιέχει επίσης σάκχαρα, ασβέστιο, φώσφορο, βιταμίνη A, θειαμίνη, ριβοφλαμίνη και άλλες βιταμίνες του συμπλέγματος B, μαγνήσιο, ποτάσιο, σίδηρο και ψευδάργυρο, σε μικρό ποσοστό... η λίστα είναι ατελείωτη!

Πιο συγκεκριμένα 100 γραμμ. πορτοκάλι περιέχουν μεταξύ άλλων: 75% βιταμίνη C, 4% ασβέστιο, 8% θειαμίνη, 5% βιταμίνη B5, 4% ποτάσιο, 4% βιταμίνη B6, 0,7 γραμμ. πρωτεΐνη και 46 θερμίδες.

Επιπλέον περιέχει περισσότερες από 170 φυτοχημικές ουσίες με αντιοξειδωτικές ιδιότητες που αποτρέπουν την παραγωγή ελευθέρων ριζών, 38 λιμονοειδή που προστατεύουν τον οργανισμό από πολλές μορφές καρκίνου και 60 φλαβονοειδείς χημικές ενώσεις που επίσης «οπλίζουν» το ανθρώπινο σώμα στη μάχη κατά της εμφάνισης του καρκίνου.

Περιέχει ουσίες με εξέχουσες αντιοξειδωτικές επιδράσεις, προσφέροντας μέγιστη προστασία έναντι της υπέρμετρης παραγωγής των ελευθέρων ριζών, μορίων με ιδιαίτερα βλαπτική επίδραση στο κύτταρο. Οι ουσίες αυτές ανήκουν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τα φλαβονοειδή, τα λιμονοειδή και τα καροτενοειδή.

Αναλυτικότερα, τα οφέλη που προσφέρουν στην υγεία τα πορτοκάλια είναι:

1. Λόγω της περιεκτικότητας τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του στόματος, του λάρυγγα και του στομάχου έως και 50%.

2. Η καθημερινή κατανάλωση εσπεριδοειδών (1 γκρέιπφρουτ ή 2 πορτοκάλια) έχει αποδειχθεί ότι μειώνει κατά 20% τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων, ενώ κατά 19% τον κίνδυνο για εγκεφαλικό.

3. Λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας του σε βιταμίνη C, δυναμώνει την άμυνα του οργανισμού και καταπολεμά τη δράση των ελευθέρων ριζών που προκαλούν γήρανση και εκφυλιστικές νόσους.

4. Ακόμη, ο χυμός τους είναι πλούσιος σε κάλιο (300 mg το ποτήρι), που βοηθά στην αποβολή υγρών και τοξινών, αλλά και σε ασβέστιο (73 mg το ποτήρι) που είναι απαραίτητο για τη σωστή δομή και ανάπτυξη του σκελετού.

5. Είναι ευεργετικό σε όλες τις βρογχικές και ασθματικές παθήσεις, καθώς και στις περιπτώσεις αδυναμίας, και θεωρείται τονωτικό για την καρδιά και διεγερτικό για την κυκλοφορία.

6. Ερευνητές της Φλόριντα αναφέρουν, επίσης, ότι τα πορτοκάλια και άλλα φρούτα της οικογένειας των κίτρων έχουν την ικανότητα να μειώνουν τη χοληστερίνη. Πολλά στοιχεία δείχνουν ότι η πηκτίνη, μια ίνα στη φλούδα και στις μεμβράνες του πορτοκαλιού και του γκρέιπφρουτ, μειώνει τη χοληστερίνη στους ανθρώπους.

7. Ο χυμός πορτοκαλιού από πολύ παλιά χρόνια, χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για την καταπολέμηση των ιώσεων.

8. Οι ουσίες τανγκερετίνη και κουερσπίνη, που ανευρίσκονται στο πορτοκάλι, εμποδίζουν τη δημιουργία καρκινογόνων ουσιών που προκαλούνται από τον καπνό του τσιγάρου. Οι καπνιστές λοιπόν, θα πρέπει να αυξήσετε την κατανάλωση τους.

9. Ο φυσικός χυμός πορτοκαλιού περιέχει σημαντική ποσότητα φολικού οξέος, το οποίο προστατεύει από καρδιακά επεισόδια, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί βασικό συστατικό στην παρασκευή αίματος.

10. Τέλος, σύμφωνα με έρευνα της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, η συστηματική κατανάλωση πορτοκαλιών προλαμβάνει ασθένειες όπως η αρθρίτιδα, η παχυσαρκία και ο εκφυλισμός της ωχράς κηλίδας του ματιού που αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία τύφλωσης στους ηλικιωμένους.

Οι χυμοί και τα άλλα προϊόντα των εσπεριδοειδών κατέχουν σημαντική θέση στη διατροφή του ανθρώπου καθώς και στις βιομηχανίες των τροφίμων. Ο χυμός πορτοκαλιού αποτελεί σχεδόν 70% των παραγόμενων χυμών φρούτων και λαχανικών στην Αμερική. Στην Ελλάδα, το χρονικό διάστημα 1991-1998, η παραγωγή φυσικού χυμού πορτοκαλιού αποτελούσε το 50,31% όλων των παραγομένων φυσικών χυμών. Οι χυμοί γενικά των εσπεριδοειδών κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην παγκόσμια αγορά των προϊόντων των φρούτων και τη δεύτερη θέση, μετά από το σταφύλι, στην ολική παραγωγή φρούτων.

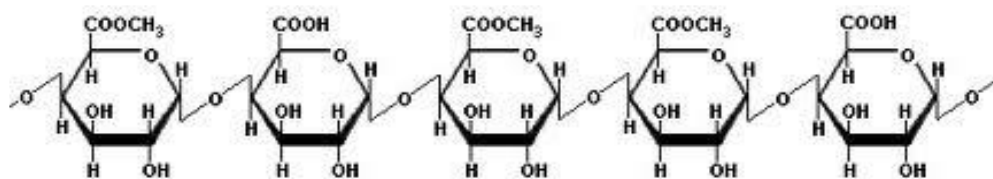
Από τους χυμούς των εσπεριδοειδών υπερέχουν ο πορτοκαλοχυμός κι ο χυμός μανταρινιού. Στην Ασία υπερέχει ο χυμός μανταρινιού με τα μοναδικά είδη αυτά της Ιαπωνίας, Κίνας και Ινδίας. Η Ευρώπη είναι γνωστή για τα υπέροχα κόκκινα πορτοκάλια (σαγκουίνια), η Αυστραλία, η Νότια Αφρική και η Καλιφόρνια για τα Navel, η Αργεντινή για τα λεμόνια της, το Τέξας, η Ινδονησία και η Νέα Ζηλανδία για τα γκρέιπφρουτ και η Βραζιλία για την ποικιλία των πορτοκαλοχυμών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Διατροφικά στοιχεία του πορτοκαλιού (ανά 100gr)

Διατροφικά στοιχεία του πορτοκαλιού (ανά 100gr)	
Θερμίδες(kcal)	47
Λιπίδιο (gr)	0.1
Χοληστερόλη (mg)	0
Νάτριο (mg)	0
Κάλιο (mg)	181
Υδατάνθρακες (gr)	12
Φυτικές ίνες (gr)	2.4
Ασβέστιο (mg)	40
Ζάχαρη (gr)	9
Πρωτεΐνη (gr)	0.9
Βιταμίνη B12 (μg)	0
Σίδηρος(mg)	0.1
Βιταμίνη C (mg)	53.2
Βιταμίνη B6 (mg)	0.1
Μαγνήσιο (mg)	10

1.2 Πηκτίνες

Πρόκειται για πολύπλοκους κολλοειδείς υδατάνθρακες, που απαντούν ή παρασκευάζονται από πολλά φυτά και περιέχουν γραμμικά πολυμερή του α- D-γαλακτουρονικού οξέος, ενωμένα με α-1,4-γλυκοζιδικούς δεσμούς. Μέρος των καρβοξυλομάδων είναι εστεροποιημένο με μεθανόλη, ενώ άλλο μπορεί να είναι αλατοειδώς ενωμένο με διάφορα μεταλλοκατιόντα, συνήθως ασβεστίου ή μαγνησίου. Οι καρβοξυλομάδες του D-γαλακτουρονικού οξέος μπορεί να είναι είτε ελεύθερες είτε εστεροποιημένες με μεθανόλη, είτε ενωμένες με νάτριο, κάλιο, ασβέστιο και αμμωνία. Οι πηκτίνες στο μόριο τους μπορεί να φέρουν ουδέτερα σάκχαρα όπως ραμνόζη, γαλακτόζη, ξυλόζη, αραβινόζη και γλυκόζη με τη μορφή πλευρικών αλυσίδων.



Σχήμα 1.1: Τμήμα μορίου πηκτίνης (πηκτινικό οξύ)

Οι πηκτινικές ύλες περιλαμβάνουν τις παρακάτω κατηγορίες ουσιών (Αναγνωστοπούλου και Ταλέλλη 2008):

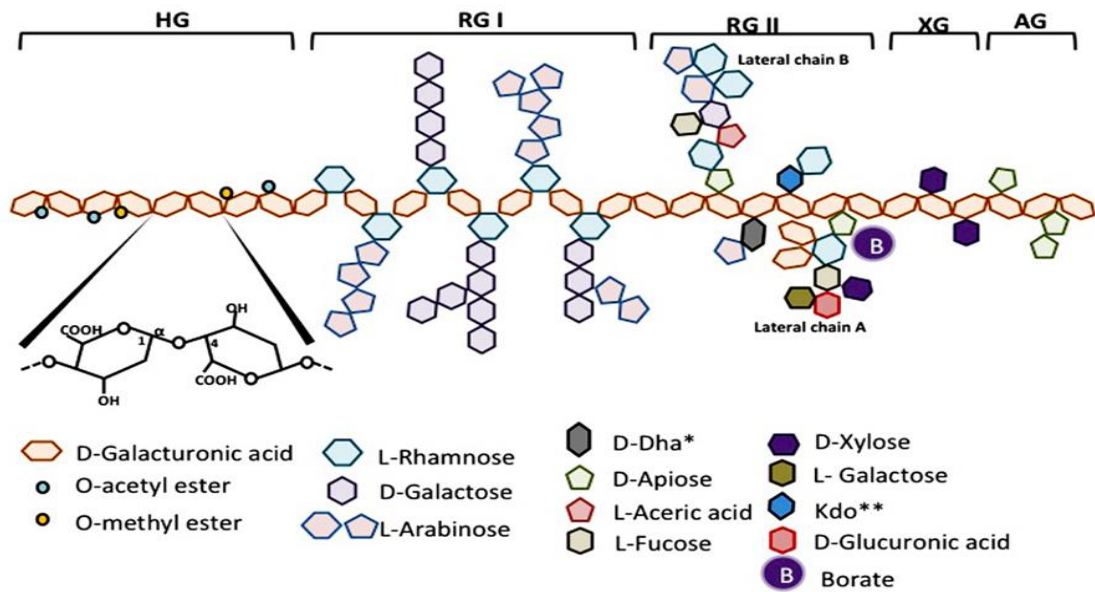
- Η πρωτοπηκτίνη η οποία βρίσκεται κυρίως στη μεσοκυττάρια στοιβάδα των φυτικών ιστών με ημικυτταρίνες και πρωτεΐνες και λειτουργεί ως συνδετικός στηρικτικός ιστός των κυττάρων κατά τρόπο ανάλογο με το κολλαγόνο.
- Τα πηκτινικά οξέα τα οποία είναι κολλοειδή πολυγαλακτουρονικά οξέα με σημαντικό αριθμό μεθυλεστερομάδων. Δίνουν πηκτές με ζάχαρη και οξέα (ή και μεταλλοκατιόντα εάν είναι πτωχά σε μεθοξυομάδες). Τα άλατά τους είναι είτε ουδέτερα είτε όξινα.
- Τα πηκτικά οξέα τα οποία είναι πηκτινικές ύλες που δεν έχουν μεθυλεστερομάδες, είναι αδιάλυτες στο νερό και με τη διάσπαση του μορίου τους παράγονται πολυγαλακτουρονικά οξέα. Το πηκτικό οξύ διαφέρει από το πηκτινικό διότι το πρώτο περιέχει μόνο ελεύθερες καρβοξυλομάδες σε αντίθεση με το πηκτινικό οξύ ένας μέρος από αυτές είναι εστεροποιημένο με μεθανόλη.

Η πηκτίνη περιλαμβάνει γενικά τα υδατοδιαλυτά πηκτινικά οξέα σε διάφορα ποσοστά μεθοξυομάδων και διάφορο βαθμό εξουδετέρωσης, τα οποία σχηματίζουν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, πηκτές με ζάχαρη και οξύ. (Αναγνωστοπούλου & Ταλέλλη, 2008)

1.2.1 Δομή πηκτίνης

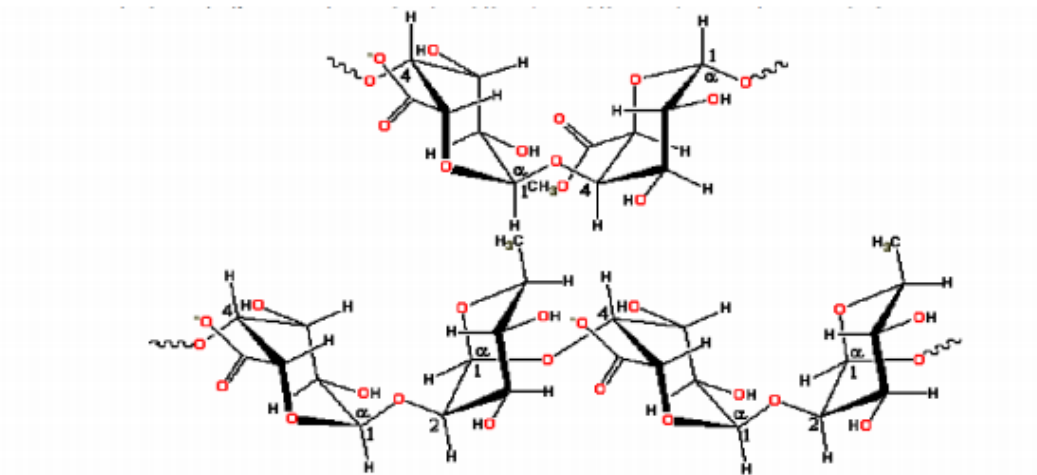
Η πηκτίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων με γραμμική αλυσίδα αποτελούμενη από D-γαλακτουρονικό οξύ συνδεδεμένο με α-(1-4) γλυκοσιδικούς δεσμούς. Στην ομογαλακτουρονική αυτή αλυσίδα υπάρχουν τμήματα των οποίων ο πολυμερής σκελετός περιέχει, βασικά, εναλλασσόμενα τμήματα γαλακτουρονικού οξέος και ραμνόζης. Τέτοια τμήματα καλούνται 'τριχωτά' λόγω της παρουσίας μικρών αλυσίδων ξυλόζης διανθισμένων με λεπτές μεγαλύτερες αλυσίδες από αραβινόζη και γαλακτόζη.

Η ξυλόζη στο 'τριχωτό' τμήμα είναι πρωταρχικά συνδεδεμένη με το γαλακτουρονικό οξύ, ενώ μεγάλη πλευρά της αλυσίδας της γαλακτόζης είναι συνδεδεμένη με τμήματα ραμνόζης του σκελετού. Αυτά τα αραβινογαλακτονικά τμήματα βρίσκονται κατά μήκος της αλυσίδας της πηκτίνης σε τακτά διαστήματα. Η συμμετρία αυτή ποικίλλει εξαρτώμενη από την πηγή προέλευσης της πηκτίνης.



*D-Dha = 3-deoxy-D-lyxo-2-heptulosaric acid
 **Kdo = 3-deoxy-D-manno-2-octulosonic acid

Σχήμα 1.2: Ενδεικτικό τμήμα ηηκτίνης με τις πλευρικές αλυσίδες (‘τριχωτό’ τμήμα)



Σχήμα 1.3: Τρισδιάστατη δομή ηηκτίνης

Κατά τη προσθήκη της ηηκτίνης σε διάλυμα σχηματίζεται ένα συζευγμένο κολλοειδές, που μπορεί να σχηματίσει ακόμη μεγαλύτερα μακρομοριακά τμήματα (Fishman et al. 1992).

Η ηηκτίνη είναι ένα υπερβολικά ετερογενές υλικό και οποιαδήποτε αναφορά στο M.B. της ή στο βαθμό εστεροποίησης ισχύει για τα μοριακά είδη που βρίσκονται σε συγκεκριμένο διάλυμα. Έτσι μέσες τιμές M.B. μόνες τους, δεν ορίζουν τη λειτουργικότητα μιας συγκεκριμένης ηηκτίνης, διότι διαφορετικές μέθοδοι

παρασκευής πηκτίνης καταλήγουν σε πηκτίνες με ίδια ακριβώς μέση τιμή M.B. ή βαθμού εστεροποίησης αλλά με διαφορετική κατανομή του μοριακού βάρους και των μεθυλεστέρων, άρα και με διαφορετικές εξολοκλήρου ιδιότητες.

Βαθμός εστεροποίησης της πηκτίνης, DE (Degree of Esterification):

Ως βαθμός εστεροποίησης ορίζεται το ποσοστό των εστεροποιημένων καρβοξυλομάδων στο μόριο μιας πηκτίνης και θεωρείται το σημαντικότερο μέγεθος για την κατάταξη των πηκτινών.

Η ικανότητα ζελοποίησης μιας πηκτίνης εξαρτάται από το βαθμό εστεροποίησης. Ανάλογα με το βαθμό εστεροποίησης, οι πηκτίνες διακρίνονται σε: α) Υψηλού αριθμού μεθοξυλίων (**HM: high methoxyl pectins**) με βαθμό εστεροποίησης, DE >50% και β) Χαμηλού αριθμού μεθοξυλίων (**LM: low methoxyl pectins**) με βαθμό εστεροποίησης DE <50% (Αναγνωστοπούλου & Ταλλέλη, 2008)

Ο βαθμός εστεροποίησης, ο οποίος κανονικά είναι γύρω στο 70% επηρεάζει έντονα τις ιδιότητες των πηκτινών. Όπως θα αναφερθεί αναλυτικότερα και παρακάτω, οι χαμηλού μεθοξυλ-πηκτίνες (**LM**) (εστεροποίηση < 50%) πηκτούν με το σχηματισμό γέφυρας ασβεστίου μεταξύ δύο γειτονικών αλυσίδων μέσω ενώσεως με δισθενή ιόντα όπως το Ca^{2+} (μπορούν να ενσωματωθούν τουλάχιστον 14-20 μονάδες). Η ικανότητα σχηματισμού πηκτής των δισθενών ιόντων είναι $\text{Mg}^{2+} \ll \text{Ca}^{2+}$, $\text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+}$, ενώ τα Na^{2+} και K^{+} δεν σχηματίζουν πηκτές. Συνήθως αν η περιεκτικότητα των μεθυλεστέρων είναι μεγαλύτερη από 50% τα ιόντα Ca^{2+} δείχνουν κάποια αλληλεπίδραση, όμως δεν σχηματίζουν πηκτή. Οι πηκτίνες αυτές χαρακτηρίζονται υψηλού μεθοξυλ-πηκτίνες (**HM**) και σχηματίζουν πηκτές μόνο όταν υπάρχει σάκχαρο και οξύ. Η δύναμη της πηκτής εξαρτάται από την περιεκτικότητα σακχάρου και οξέος, καθώς και από την ποσότητα της προστιθέμενης πηκτίνης.

1.2.2 Βιομηχανική παραγωγή πηκτίνης

Τα φρούτα περιέχουν κάποιο ποσοστό πηκτίνης το οποίο εξαρτάται από το είδος του φρούτου, την ποικιλία του και το στάδιο ωρίμανσης (τα λίγο ανώριμα φρούτα διαθέτουν περισσότερη πηκτίνη από τα υπερώριμα). Πλούσια σε πηκτίνες είναι τα μήλα, τα υπολείμματα τους, η φλούδα και οι φλοιοί των καρπών των εσπεριδοειδών μετά τη σύνθλιψή τους και την παραλαβή του μηλοχυμού, καθώς και η πούλπα των ζαχαρότευτλων μετά την παραλαβή της ζάχαρης. Για την παρασκευή πηκτινών εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι με μια σειρά κατεργασιών οι οποίες σε γενικές γραμμές είναι οι εξής:

1. Καθαρισμός της πρώτης ύλης και η σύντομη θερμική επεξεργασία για αδρανοποίηση των πηκτινολυτικών ενζύμων.
2. Ανάμειξη με νερό και θέρμανση μέχρι θερμοκρασία βρασμού. Έπειτα γίνεται η ρύθμιση του pH μεταξύ 1.0-3.5 με τη προσθήκη διαλύματος υδροχλωρικού ή θεικού οξέος. Η επίδραση του οξέος οδηγεί στον μερικό αποπολυμερισμό της

πρωτοπηκτικής και διαλυτοποίηση της. Στη συνέχεια γίνεται θέρμανση στους 93-100°C.

3. Στο διήθημα προστίθεται ισοπροπανόλη ή αιθανόλη, οπότε η πηκτίνη κατακρημνίζεται λόγω μείωσης της διηλεκτρικής σταθεράς.

4. Συμβαίνει επαναδιάλυση της πηκτίνης και νέα κατακρήμιση με τους παραπάνω διαλύτες για 3-4 φορές μέχρι να ληφθεί πηκτίνη με υψηλό βαθμό καθαρότητας.

5. Στη συνέχεια γίνεται ξήρανση και κονιοποίηση της πηκτίνης.

6. Τέλος, το τελικό προϊόν που λαμβάνεται έχει υγρασία 6-10% και είναι HM πηκτίνη με υψηλό DE (συνήθως 70-75).

Όσον αφορά, την εμπορική αξία της παραγόμενης πηκτίνης λαμβάνεται υπόψη η ποσότητα της πηκτίνης που θα πρέπει να προστεθεί για να σχηματισθεί πήκτωμα με ικανοποιητική συνεκτικότητα και εκφράζεται ως “βαθμός πηκτίνης”.

Ως “βαθμός πηκτίνης” ορίζεται το βάρος της σακχαρόζης σε g, που δεσμεύεται από 1g πηκτίνης, για να σχηματιστεί πήκτωμα σε ορισμένο χρόνο (24h) με 65% διαλυτά στερεά και pH 2.2.

1.2.3 Εφαρμογές της πηκτίνης στην Τεχνολογία Τροφίμων

Η πηκτίνη χρησιμοποιείται με σκοπό την παρασκευή μαρμελάδων και πελτέδων, όταν τα φρούτα (μαρμελάδες) και οι χυμοί φρούτων (πελτέδες) περιέχουν μικρά ποσά φυσικών πηκτινικών ουσιών τα οποία είναι μη επαρκή για το σχηματισμό πηκτώματος με ικανοποιητική συνεκτικότητα. Επίσης η πηκτίνη χρησιμοποιείται για τη παρασκευή ζελέδων ζαχαροπλαστικής και γαλακτούχου κρέμας.

Η πηκτίνη επίσης βοηθάει στην αύξηση του ιξώδους στο σιρόπι κονσερβοποιημένων φρούτων και σε χυμούς φρούτων. Οι HM πηκτίνες σχηματίζουν γαλακτώματα, οπότε χρησιμοποιούνται στην παρασκευή μαγιονέζας, salad dressings και στα γαλακτώματα αιθέριων ελαίων. Οι LM πηκτίνες χρησιμοποιούνται για εδώδιμες μεμβράνες σε τεμάχια επεξεργασμένου κρέατος, λουκάνικα, χοιρομέρια και σακχαρόπηκτα αφυδατωμένα φρούτα όπου αρχικά γίνεται εμβάπτιση του προϊόντος σε διάλυμα πηκτίνης και μετά σε διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου και τέλος το προϊόν οδηγείται στη ξήρανση.

1.2.4. Σχηματισμός πηκτώματος

Οι πηκτές, από πηκτίνη, περιγράφονται ως κάτι ενδιάμεσο μεταξύ στερεής και υγρής φάσης, αποτελούνται από τρισδιάστατο δίκτυο πηκτίνης, που εγκλωβίζει στα μεσοδιαστήματα του το νερό και τις διαλυμένες σε αυτό ουσίες (σακχαρόζη και οξύ). Το νερό (διαλύτης), το pH και οι διαλυμένες ουσίες, συνήθως σάκχαρα, επιδρούν στις ενδομοριακές δυνάμεις βοηθώντας έτσι στη δομή του πηκτώματος. Η δομή του πηκτώματος είναι τέτοια, που εμποδίζει τον διαχωρισμό της υδατικής φάσης

Ο σχηματισμός τοπικής κρυσταλλώσεως ευνοείται από τη μείωση της διαλυτότητας της πηκτίνης, ο οποίος συμβαίνει είτε με φυσικές είτε με χημικές μεταβολές κατά τον σχηματισμό πηκτής απ' την κατάσταση ολικής διάλυσης του πολυμερούς.

Οι πιο σπουδαίοι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν τη διαλυτότητα της πηκτίνης (τάση για σχηματισμό πηκτής) είναι:

- Θερμοκρασία
- Μοριακή σύνθεση της πηκτίνης
- pH
- Σάκχαρο και άλλα διαλυτά συστατικά
- Ιόντα ασβεστίου
- Το μοριακό βάρος
- Ο βαθμός εστεροποίησης

Οι πηκτίνες είναι μίγματα μερικών πολυσακχαριτών, αλλά συχνά αποτελούνται από ένα τύπο πολυμερούς. Έτσι, μπορεί να είναι:

- Πολυμερές του άνυδρου γαλακτουρονικού οξέος μερικώς εστεροποιημένο.
- Πολυμερές αραβάνης- αραβινόζης.
- Πολυμερές γαλακτάνης- γαλακτόζης.
- Πολυμερές D-ξυλόζης και L-αραβινόζης.

Γενικά, η κύρια και βασική δομή της πηκτίνης αποτελείται από μερικώς μεθυλιωμένο πολύ-α-(1->4)-D-γαλακτουρονικό οξύ («λεία» σχήμα ,άνω). Παρ'όλα αυτά, πηκτική δεν σχηματίζεται σε κάποιες σημαντικές “τριχωτές” περιοχές (σχήμα 2), οι οποίες αποτελούνται από εναλλασσόμενα α-(1->2)-L-ραμνοζο-α-(1->4)- D-γαλακτουρονο-ζυλο-τμήματα, τα οποία περιέχουν σημεία διακλαδώσεως με κυρίως ουδέτερες πλευρικές αλυσίδες (1-20 μονάδες) κυρίως L-αραβινόζης και D-γαλακτόζης. Μπορεί όμως να περιέχονται και μονάδες D-ξυλόζης, L-φουκόζης και D-γαλακτουρονικού οξέος.

Σε διάλυμα δεν παρουσιάζεται ευθεία διαμόρφωση του μορίου της πηκτίνης αντίθετα εκτείνεται και καμπυλώνει (σαν σκουλήκι) με μεγάλη ευκαμψία. Οι “τριχώδεις” περιοχές των πηκτινών είναι ακόμη πιο εύκαμπτες. Η δομή των πηκτινών διογκώνεται εξαιτίας του φορτίου των καρβοξυλομάδων. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποφευχθεί με δημιουργία ενώσεων με δισθενή κατιόντα. Οι τιμές της pKa είναι περίπου 2,9 και έτσι διασφαλίζεται σε πλήθος συνθηκών το σημαντικό αρνητικό φορτίο . Παρόμοιος χώρος καταλαμβάνεται απ'τους μεθυλεστέρες , οι οποίοι είναι πιο υδρόφοβοι και έτσι διαφοροποιούνται ως προς την επίδραση στην δόμηση του περιβάλλοντος ύδατος.

1.2.5 Διατροφικός ρόλος των πηκτινών

Τα παρακάτω στοιχεία για τον διατροφικό ρόλο των πηκτινών δίνουν και την διάσταση για την διατροφική αξία των μαρμελάδων και φυσικά όλων των προϊόντων συντήρησης φρούτων που χρησιμοποιούν πηκτίνες (Παπαθανασίου 2016).

- Οι πηκτίνες ανήκουν στην κατηγορία των διαλυτών φυτικών ινών (dietary fibers) που δεν μπορούν να υποστούν πέψη, να απορροφηθούν ή να μεταβολισθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό. Άλλες φυτικές ίνες είναι η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, η λιγνίτη και ολιγοσακχαρίτες, όπως η ινουλίνη. Τελευταία, το ενδιαφέρον έχει στραφεί στις φυτικές ίνες, διότι η παρουσία τους έχει συσχετισθεί με την καλή λειτουργία του παχέος εντέρου. Οι φυτικές ίνες, αφού διέλθουν από το λεπτό έντερο (όπου δεν αφομοιώνονται) φτάνουν στο παχύ έντερο όπου υφίστανται ζύμωση από μικροοργανισμούς (κυρίως βακτήρια) με αποτέλεσμα τη δημιουργία αερίων (π.χ. CO₂) και λιπαρών οξέων μικρής ανθρακικής αλυσίδας.
- Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, οι πηκτίνες έχουν την ικανότητα να μειώνουν τα επίπεδα τόσο της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL: Low density lipoprotein), της γνωστής και ως «κακής χοληστερίνης), όσο και τα επίπεδα της ολικής χοληστερίνης.
- Όσο μεγαλύτερο είναι το ιξώδες του τροφίμου που περιέχει πηκτίνη, τόσο αποτελεσματικότερη η μείωση της χοληστερίνης.
- Η κατανάλωση τροφίμων πλούσια σε πηκτίνες όπως τα φρούτα συνιστάται από διαιτολόγους διότι οι πηκτίνες αυξάνουν τον όγκο της τροφής που καταναλώνεται χωρίς την προσθήκη θερμίδων, προκαλούν κορεσμό, συμβάλλοντας στον έλεγχο του βάρους.
- Θεραπευτική δράση έναντι της διάρροιας, διότι καλύπτουν τις περιοχές του εντέρου που έχουν προσβληθεί από φλεγμονή (βασικά συστατικά αντιδιαρροϊκών φαρμάκων).
- Δεσμεύουν τοξικές ουσίες, εκμηδενίζοντας την τοξική τους δράση.
- Έχουν αντικαρκινικές ιδιότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΗΚΤΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΗΚΤΗΣ

Οι πηκτές θεωρούνται ως ένα ενδιάμεσο μεταξύ στερεής και υγρής φάσης, αποτελούμενες από ένα τρισδιάστατο δίκτυο πηκτίνης, που εγκλωβίζει στα μεσοδιαστήματα του το νερό και τις διαλυμένες ουσίες (σάκχαρα και οξύ). Το νερό που είναι διαλύτης, το ΡΗ και οι διαλυμένες ουσίες δηλαδή τα σάκχαρα επιδρούν στις ενδομοριακές δυνάμεις συνεισφέροντας στη δομή του πηκτώματος. Η δομή είναι τέτοια που εμποδίζει την υδατική φάση να διαχωριστεί.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά και τη δυνατότητα σχηματισμού του πηκτώματος είναι το pH, η συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών (σάκχαρα) που ανταγωνίζονται την πηκτίνη ως προς το νερό που είναι διαθέσιμο για ενυδάτωση, η θερμοκρασία του διαλύματος, η συγκέντρωση και το είδος της πηκτίνης, το Μ.Β. της πηκτίνης και ο βαθμός εστεροποίησης. (Αναγνωστοπούλου & Ταλλέλη, 2008)

2.1 Μηχανισμός ζελοποίησης ΗΜ πηκτινών

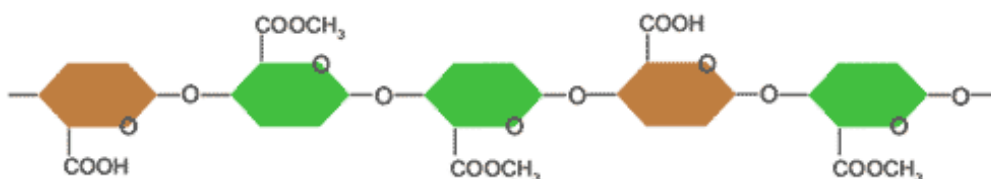
Για το σχηματισμό ΗΜ πηκτινών είναι απαραίτητη προϋπόθεση ή ύπαρξη ζάχαρης, νερού και όξινου περιβάλλοντος. Η πηκτίνη αποτελεί το ζελοποιητικό παράγοντα, ενώ η ζάχαρη και το όξινο περιβάλλον προκαλούν τις απαραίτητες φυσικοχημικές μεταβολές της πηκτίνης στο νερό. Όταν η πηκτίνη διαλύεται σε ουδέτερο περιβάλλον, οι ελεύθερες καρβοξυλομάδες αποκτούν αρνητικό φορτίο ενώ παράλληλα με τη δράση των υδροξυλομάδων γίνεται εγκλωβισμός του νερού στο μόριο της πηκτίνης.

Ο σχηματισμός πηκτώματος με ΗΜ πηκτίνες γίνεται με τη προσθήκη οξέος και ζάχαρης. Παρακάτω αναλύεται πως πραγματοποιείται ο σχηματισμός πηκτώματος.

Προσθήκη οξέος: Με τη μείωση του pH (δηλαδή με την αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου) επέρχεται ο περιορισμός του ιονισμού των μη εστεροποιημένων καρβοξυλομάδων. Οι μη ιονισμένες καρβοξυλομάδες χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλή ικανότητα ενυδάτωσης. Έτσι η απώλεια μέρους του μορίου των μακρομορίων της πηκτίνης έχει σα συνέπεια τη μείωση των ενδομοριακών και των διαμοριακών απωστικών δυνάμεων, όσο και την απώλεια μεγάλου μέρους του νερού ενυδάτωσης της πηκτίνης. Αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών είναι ο σχηματισμός υδρόφοβων ζωνών σύνδεσης περιορισμένου μεγέθους ανάμεσα σε μεθοξυομάδες των ΗΜ πηκτινών, που είναι ιδιαίτερα έντονος όταν υπάρχουν ουσίες με μεγάλη ικανότητα ενυδάτωσης (σάκχαρα), οι οποίες

περιορίζουν το νερό, που είναι διαθέσιμο για την ενυδάτωση της πηκτίνης. Οι υδρόφοβες ζώνες σύνδεσης, μεταξύ δύο μορίων πηκτίνης έχουν μήκος από 18 έως 250 μονάδες γαλακτουρονικού οξέος. Ο σχηματισμός ικανοποιητικού πηκτώματος απαιτεί τη δημιουργία μεγάλου αριθμού υδρόφοβων ζωνών σύνδεσης μικρού μήκους, διαφορετικά ευνοείται μάλλον ο σχηματισμός ιζήματος παρά ο σχηματισμός πηκτώματος. Ο αριθμός των υδρόφοβων ζωνών σύνδεσης ενισχύεται από το σχηματισμό μεγάλου αριθμού δεσμών υδρογόνου ανάμεσα στα πολυπληθή υδροξύλια και τα αδιάστατα καρβοξύλια μονάδων γαλακτουρονικού οξέος, με αποτέλεσμα τη συνένωση των μορίων των ΗΜ πηκτινών με σταθερό δίκτυο (πήκτωμα).

Αν και η συνεισφορά των δεσμών υδρογόνου στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, που απαιτούνται για το σχηματισμό πηκτώματος (εντροπία), είναι περίπου διπλάσια από τη συνεισφορά των υδρόφοβων δεσμών, ωστόσο ο ρόλος των τελευταίων είναι καθοριστικός. Αν δεν δημιουργηθούν οι υδρόφοβες ζώνες σύνδεσης δεν ξεπερνιέται το φράγμα της εντροπίας για να σχηματισθεί πήκτωμα, ούτε επιτυγχάνεται η αναγκαία προσέγγιση των γειτονικών μακρομορίων πηκτίνης για την πληρέστερη ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου.



Σχήμα 2.1.: Δομή ΗΜ πηκτίνης

Προσθήκη ζάχαρης: Η ζάχαρη έχει την τάση να αφυδατώνει τα μόρια των πηκτινών. Όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση της ζάχαρης, τόσο λιγότερο είναι το διαθέσιμο νερό, το οποίο δρα ως διαλύτης για τις πηκτίνες οπότε η ζάχαρη επηρεάζει την ισορροπία στο σύστημα πηκτίνης-νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη θρόμβωση της πηκτίνης και τη δημιουργία ενός δικτυωτού πλέγματος από ίνες μέσα στο οποίο εγκλωβίζεται η ζάχαρη.

Η πυκνότητα και η συνεκτικότητα του δικτυωτού πλέγματος είναι ευθέως ανάλογη της συγκέντρωσης της πηκτίνης. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση της ζάχαρης, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού δεσμεύεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται ανάλογα και η συνεκτικότητα και η ισχύς της παραγόμενης πηκτής.

Οι ΗΜ πηκτίνες ζελοποιούνται μόνο κάτω από όξινες συνθήκες και όταν η περιεκτικότητα της σακχαρόζης είναι το λιγότερο 55%. Πηκτίνες με DE 70-85% σχηματίζουν ικανοποιητικά πηκτώματα με pH 3.0-3.4 σε υψηλή θερμοκρασία πήξεως κοντά στη θερμοκρασία βρασμού (περίπου 95-97 °C), ενώ πηκτίνες με DE 50-70% σχηματίζουν ικανοποιητικά πηκτώματα με σακχαρόζη σε pH 2.8-3.2 με κάπως πιο χαμηλές θερμοκρασίες πήξεως.

Η συγκέντρωση της ΗΜ πηκτίνης που απαιτείται για το σχηματισμό συμβατικού πηκτώματος με την επιθυμητή συνεκτικότητα, μειώνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των υδρόφοβων ζωνών σύνδεσης λόγω περιορισμού της ενυδάτωσης των πηκτινικών μορίων. Για την ίδια ΗΜ πηκτίνη, όταν το pH και η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών είναι σταθερά, αύξηση της συγκέντρωσης της πηκτίνης προκαλεί αύξηση της συνεκτικότητας του παραγόμενου πηκτώματος. Για σταθερή συγκέντρωση της ΗΜ πηκτίνης, σταθερή τιμή pH και σταθερή συγκέντρωση διαλυτών ουσιών, η συνεκτικότητα του παραγόμενου πηκτώματος, καθώς και η ταχύτητα πήξεως είναι τόσο πιο μεγάλες, όσο υψηλότερος είναι ο DE της πηκτίνης.

Η ποσότητα της προστιθέμενης πηκτίνης ως ποσοστό στο βάρος του τελικού προϊόντος, ανέρχεται σε 0.1-0.8% για ΗΜ πηκτίνες, εξαρτώμενη από το βαθμό καθαρότητας, το μέσο μοριακό βάρος της πηκτίνης, ενώ επηρεάζεται σημαντικά από το pH του μίγματος. Στα συμβατικά πηκτώματα με ΗΜ πηκτίνες η ποσότητα της πηκτίνης, που πρέπει να προστεθεί, είναι πρακτικά ανεξάρτητη από μεταβολές pH του μίγματος για πηκτίνες με υψηλό DE, (ταχείας πήξεως), ενώ στις πηκτίνες βραδείας πήξεως το επίπεδο της προσθήκης μειώνεται με τη μείωση του pH. Το ποσοστό προσθήκης συνήθους πηκτίνης κατά την παρασκευή εδωδίων πηκτωμάτων εξαρτάται από την περιεκτικότητα των χυμών ή πολτών φρούτων, που χρησιμοποιούνται σε φυσικές πηκτινικές ουσίες.

Οι εμπορικές ΗΜ πηκτίνες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες που διαφέρουν ως προς την ταχύτητα πήξεως καθώς και ως προς τη θερμοκρασία που αρχίζει ο σχηματισμός πηκτώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Πίνακας με τις κατηγορίες των ΗΜ πηκτινών

Κατηγορία ΗΜ πηκτίνης	DM	Διάρκεια πήξεως (sec)	Θερμοκρασία πήξεως (°C)
Ταχείας πήξεως	72-75	20-70	95-97
Μέσης ταχείας πήξεως	68-71	100-150	87-92
Βραδείας πήξεως	62-66	180-250	72-83

Στις βιομηχανίες πελτέδων και μαρμελάδων χρησιμοποιούνται πηκτίνες βραδείας πήξεως, ώστε ο σχηματισμός πηκτώματος να αρχίσει μετά την πλήρωση των δοχείων με το καυτό μίγμα. Πηκτίνες ταχείας πήξεως χρησιμοποιούνται κυρίως στην παρασκευή μαρμελάδων με τεμάχια φλοιού ώστε να εξασφαλιστεί η ομοιόμορφη κατανομή σε όλη τη μάζα του προϊόντος.

Κρίσιμα σημεία ως προς τη ζεολοποίηση με χρήση ΗΜ πηκτινών είναι τα ακόλουθα:

1) Τιμές pH<3,2 οδηγούν σε μείωση της συνεκτικότητας της πηκτής, ενώ για pH>3.5 δεν σχηματίζεται πηκτή.

2) Αναλόγως, αν η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών είναι <65% λαμβάνεται αδύνατη πηκτή, ενώ αν είναι >65% η πηκτή σχηματίζει κρυστάλλους.

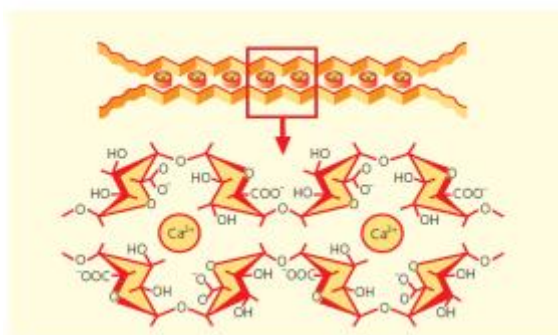
3) Έχουν μια κρίσιμη θερμοκρασία πάνω από την οποία δεν γίνεται ζελοποίηση, που εξαρτάται από τον ακριβή βαθμό εστεροποίησης .

4) Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός εστεροποίησης τόσο υψηλότερη είναι η κρίσιμη θερμοκρασία (π.χ. για μια HM πηκτίνη με DE=64% η κρίσιμη θερμοκρασία ζελοποίησης είναι 65°C, ενώ με DE=70% η κρίσιμη θερμοκρασία ζελοποίησης είναι 85°C .

5) Τα συμβατικά πηκτώματα σχηματίζονται με σχετικά αργό ρυθμό και δεν είναι θερμοαντιστρεπτά (δηλαδή δεν υγροποιούνται κατά τη θέρμανση του πηκτώματος και ξαναπήζουν κατά την ψύξη).

2.2 Μηχανισμός ζελοποίησης LM πηκτινών

Ο σχηματισμός πηκτώματος στηρίζεται στη συνένωση ιονισμένων καρβοξυλομάδων (-COO-) δύο γειτονικών μορίων με γέφυρες Ca²⁺.



Σχήμα 2.2: Το μοντέλο ‘egg-box’ (κιβωτός αυγών) για την τρισδιάστατη διάταξη της LM πηκτίνης – ιόντων ασβεστίου

Οι LM πηκτίνες με DE 50% ή μικρότερο σχηματίζουν πήκτωμα αλλά με διαφορετικό μηχανισμό από ότι οι HM πηκτίνες. Δεν απαιτούν υψηλά ποσοστά ζάχαρης ή χαμηλή τιμή pH για να αρχίσει η ζελοποίηση αλλά την παρουσία δισθενούς κατιόντος όπως ασβεστίου. Έτσι το δισθενές κατιόν συνενώνεται με τις ιονισμένες ομάδες (-COO-) γειτονικών αλυσίδων και σχηματίζεται πήκτωμα.

Οι LM πηκτίνες παράγονται από τις HM πηκτίνες με χημική (όξινη-αλκαλική) ή ενζυμική απομεθυλίωση. Η όξινη απομεθυλίωση μπορεί να γίνει ταυτόχρονα με την εξαγωγή της πηκτίνης από την πρώτη ύλη. Η επεξεργασία αυτή συνήθως μειώνει το MB της πηκτίνης αν και νεώτερες μέθοδοι δίνουν πηκτίνες με μεγάλο MB και χαμηλό DE. Μερικές πηγές πηκτίνης, όπως ηλιόσποροι, έχουν από τη φύση τους χαμηλό DE και μια προσεκτική επεξεργασία δίνει πηκτίνη με μεγάλο MB και χαμηλό DE. Στις LM πηκτίνες, που έχουν παραχθεί με χημική απεστεροποίηση, η κατανομή των ελεύθερων καρβοξυλίων είναι τυχαία, ενώ στις LM πηκτίνες, που έχουν υποστεί ενζυμική απεστεροποίηση, κατά κανόνα δεν είναι τυχαία.

Οι χημικώς απομεθυλιωμένες LM πηκτίνες σχηματίζουν καλύτερα πηκτώματα από τις περισσότερες ενζυμικώς απομεθυλιωμένες LM πηκτίνες. Για να σχηματισθούν καλά πηκτώματα με LM πηκτίνες πρέπει η συγκέντρωση Ca^{2+} να είναι σε ορισμένα επίπεδα.

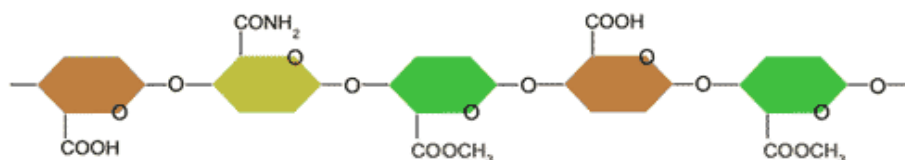
Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι άριστες συγκεντρώσεις Ca^{2+} για το σχηματισμό πηκτώματος με LM πηκτίνες σε mg/g είναι 4-10 για ενζυμικώς απομεθυλιωμένες πηκτίνες και 30-60 για LM πηκτίνες που έχουν υποστεί όξινη απομεθυλίωση. Τα πηκτώματα με γέφυρες ιόντων ασβεστίου σχηματίζονται χωρίς την παρουσία σακχαρόζης, όμως η αύξηση των διαλυτών στερεών με τη προσθήκη μικρής ποσότητας σακχαρόζης αυξάνει τη συνεκτικότητα του πηκτώματος. Η ικανότητα των LM πηκτινών να σχηματίζουν πηκτές με λιγότερη περιεκτικότητα σε ζάχαρη επιτρέπει τη παραγωγή διαιτητικών μαρμελάδων και ζελεδών, ενώ η ικανότητα τους να ζελοποιούν με ασβέστιο σε υψηλότερο PH, επιτρέπει αυτές να παράγουν ζελέδες με ευαίσθητα στην οξύτητα τρόφιμα, όπως το γάλα.

Η απαιτούμενη ενέργεια για ζελοποίηση με LM πηκτίνες είναι πολύ λιγότερη από την αντίστοιχη των HM πηκτινών. Τέλος τα πηκτώματα με LM πηκτίνες είναι θερμοαντιστρεπτά (δηλαδή υγροποιούνται κατά τη θέρμανση και ξαναπήζουν κατά τη ψύξη).

Αμιδούχες LM πηκτίνες (E440 ii)

1) Εμπλουτίζονται με αμμωνία κατά τη βιομηχανική τους παραγωγή, με στόχο τη βελτίωση της ικανότητας ζελοποίησης (χρειάζονται λιγότερα ιόντα ασβεστίου)

2) Αύξηση της συγκέντρωσης ασβεστίου οδηγεί σε αύξηση της συνεκτικότητας της πηκτής. (Αναγνωστοπούλου & Ταλλέλη, 2008)



Σχήμα 2.3: Δομή αμιδούχας LM πηκτίνης

2.3 Ο ρόλος της ζάχαρης

Ο ρόλος της συνίσταται στη μείωση του νερού που είναι διαθέσιμο για την ενυδάτωση της πηκτίνης και διευκολύνει τη δημιουργία διαμοριακών υδρόφοβων ζωνών σύνδεσης και δεσμών υδρογόνου. Χρησιμοποιείται είτε ζάχαρη εμπορίου (2 μέρη σακχαρόζη-1 γλυκόζη 1-φρουκτόζη) είτε σιρόπι γλυκόζης. Πριν την προσθήκη ζάχαρης απαιτείται σιγανός βρασμός, ενώ μετά την προσθήκη, γρήγορος βρασμός. Αν η ζάχαρη βράσει μαζί με το φρούτο παρατεταμένα, το χρώμα, το άρωμα και η γεύση καταστρέφονται και γίνεται σκληρή η επιδερμίδα του φρούτου. Κατά το βρασμό, ένα μέρος της ζάχαρης ιμπερτοποιείται (μετατρέπεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη). Η ιμπερτοποίηση πρέπει να φτάσει στο κατάλληλο σημείο:

ιμβερτοσάκχαρα 30-35% των συνολικών σακχάρων. Αν η ιμβερτοποίηση είναι ανεπαρκής, το τελικό προϊόν θα κρυσταλλωθεί (κρυστάλλωση σακχαρόζης). Αν η ιμβερτοποίηση είναι υπερβολική, το τελικό προϊόν θα κρυσταλλωθεί (κρυστάλλωση γλυκόζης). Μετά το τέλος του βρασμού, τα τελικά σάκχαρα πρέπει να είναι 65-70% (οπότε εμποδίζεται η ανάπτυξη αλλοιογόνων μικροοργανισμών).

Οι «πηκτές» παρασκευάζονται με ανάμιξη 45 μερών βάρους χυμού ή πολτού φρούτου με 55 μέρη βάρους σακχάρων (ισχύουσα νομοθεσία). Μέρος της σακχαρόζης που απαιτείται για την παρασκευή πελτέ ή μαρμελάδας και μέχρι ποσοστό 25% μπορεί να αντικατασταθεί με αμυλοσιρόπι ή γλυκόζη (προϊόντα με μικρότερη τάση για κρυστάλλωση, μεγαλύτερη διαύγεια και λάμψη, λιγότερη γλυκύτητα).

2.4 Οξέα- Ρύθμιση pH

Τα οξέα προστίθενται πάντα στο τέλος του βρασμού ώστε να αποτραπεί η εκτεταμένη υδρόλυση της σακχαρόζης και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες λόγω εξάτμισης. Βοηθούν στη διάσπαση της πηκτίνης. Προστατεύουν την κρυστάλλωση της ζάχαρης. Βελτιώνουν τη γεύση και το άρωμα. Συμβάλλουν στη δημιουργία κατάλληλου pH, απαραίτητου για τη ζελοποίηση (ιδανικό pH 2.8-3.5) μέσω του ελέγχου του αριθμού των ιονισμένων καρβοξυλίων με στόχο να περιοριστούν οι ηλεκτροστατικές απώσεις μεταξύ των μακρομορίων της πηκτίνης. Βοηθούν στη μερική ιμβερτοποίηση της σακχαρόζης. Σε φρούτα φτωχά σε οξέα προστίθεται χυμός λεμονιού ή κιτρικό οξύ προς το τέλος του βρασμού 8. Αν η οξύτητα είναι μεγάλη, η ιμβερτοποίηση προχωρά πολύ υποβαθμίζοντας το προϊόν

2.5 pH

Η ρύθμιση του pH του μίγματος που προορίζεται για την παρασκευή πηκτώματος αποβλέπει στον έλεγχο του αριθμού των ιονισμένων καρβοξυλίων για να περιορισθούν οι ηλεκτροστατικές απώσεις μεταξύ των μακρομορίων της πηκτίνης. Η ρύθμιση πραγματοποιείται με προσθήκη υδατικού διαλύματος οξέος κιτρικού, τρυγικού και σπανιότερα μηλικού στο τέλος του βρασμού για να αποφευχθεί υδρόλυση της σακχαρόζης και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες σε οξύ λόγω εξάτμισης.

Στα εδώδιμα πηκτώματα η ελάχιστη τιμή pH, που αντιστοιχεί σε αποδεκτά όξινη γεύση, είναι 2.8. Στην τιμή αυτή η σειρά κατάταξης των πηκτινών ως προς το βαθμό πηκτίνης διαφέρει ανάλογα με το DM. Έτσι η πηκτίνη με DM 73.7 έχει βαθμό πηκτίνης 263, πηκτίνη με DM 61.9 έχει βαθμό πηκτίνης 261 ενώ πηκτίνη με DM 43.7 έχει βαθμό πηκτίνης γύρω στο 200.

Πηκτίνες με DE>85 σχηματίζουν ικανοποιητικό πήκτωμα χωρίς την προσθήκη οξέος στο μίγμα (pH 3.5-3.8). οι πηκτίνες ταχείας πήξεως με (DE>71-74) σχηματίζουν ικανοποιητικά πηκτώματα σε pH 3.0 έως 3.4, ενώ πηκτίνες βραδείας πήξεως DM (62-66) σχηματίζουν ικανοποιητικά πηκτώματα σε Ph 2.8-3.2. Τα

εδώδιμα πηκτώματα που σχηματίζονται με τη χρήση συνήθων πηκτινών ταχείας πήξεως, αποκτούν μέγιστη συνεκτικότητα σε pH 3.35-3.45.

Γενικά η μείωση του pH επιφέρει αύξηση της συνεκτικότητας του παραγόμενου πηκτώματος. Μείωση του pH πέρα από ορισμένα όρια δημιουργεί πολύ συνεκτικό πήκτωμα και συνήθως προκαλεί τον αποχωρισμό του νερού. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως «συναίρεση».

Οι LM πηκτίνες σχηματίζουν εδώδιμα πηκτώματα με γέφυρες Ca^{2+} σε μεγάλο εύρος τιμών pH (2.5-6.5), όμως ο σχηματισμός πηκτώματος ευνοείται σε τιμές pH πιο ψηλές από το συνηθισμένο pH των συμβατικών πηκτωμάτων με σακχαρόζη και οξύ. Αυτό συμβαίνει επειδή με την αύξηση του pH του μίγματος αυξάνει το ποσοστό ιονισμού των ελεύθερων καρβοξυλομάδων και διευκολύνεται ο σχηματισμός πηκτώματος με τη δημιουργία διπλών διαμοριακών ετεροπολικών δεσμών με Ca^{2+} .

2.6 Παρασκευή μαρμελάδων

Η βιομηχανική παραγωγή πελτέδων και μαρμελάδων έχει σα βασικά συστατικά τη πηκτίνη, τη ζάχαρη και το οξύ, ενώ προαιρετικά, ανάλογα με το παραγόμενο προϊόν, χρησιμοποιούνται ρυθμιστικά αντιαφριστικές ουσίες, συντηρητικά και διάφορες ουσίες βελτίωσης της γεύσης.

Η ακριβής διαδικασία παρασκευής που επιλέγεται, εξαρτάται από τον τύπο του προϊόντος, από την διαθέσιμη πρώτη ύλη και από τα στάδια που θα ακολουθηθούν κατά την παραγωγή. Τα βασικά στάδια που εφαρμόζονται σε όλες τις περιπτώσεις είναι:

- Ανάμιξη των συστατικών
- Εξάτμιση μέχρι να αποκτηθούν τα επιθυμητά διαλυτά συστατικά
- Θερμική επεξεργασία για παστερίωση
- Προσθήκη κιτρικού οξέος για ρύθμιση pH στο τελικό στάδιο συμπύκνωσης για περιορισμό υδρόλυσης της σακχαρόζης και ελαχιστοποίηση απωλειών οξέος

Παραδοσιακά η παρασκευή της μαρμελάδας γίνεται με την ανάμειξη όλων των συστατικών από το πρώτο στάδιο. Ωστόσο οι πρόσφατες απαιτήσεις της αγοράς για σταθερότητα στην ποιότητα των προϊόντων απαιτούν την προσθήκη βασικών συστατικών στα τελευταία στάδια. Έτσι το κιτρικό οξύ, για την ρύθμιση του pH, προστίθεται στο τελικό στάδιο συμπύκνωσης για περιορισμό της υδρόλυσης της σακχαρόζης και την ελαχιστοποίηση απωλειών οξέος λόγω εξάτμισης.

Επίσης τελευταία προστίθενται και οι αρωματικές ουσίες για την αποφυγή των απωλειών λόγω εξάτμισης.

Η διαδικασία παραγωγής ζελέδων και μαρμελάδων μπορεί να εκτελεστεί σε δοχείο με εξάτμιση σε απλή ατμοσφαιρική πίεση. Οι απαιτήσεις για σταθερό και οικονομικό προϊόν ταχείας παραγωγής και βελτιωμένης ποιότητας έχουν αντικαταστήσει τον παραπάνω τρόπο σε μεγάλο βαθμό.

Οι σύγχρονες βιομηχανίες στηρίζονται στην εξάτμιση σε χαμηλή θερμοκρασία ή εξάτμιση υπό κενό, με επιπλέον παστερίωση για να έχει το προϊόν το μικροβιολογικό φορτίο, που θα επιτρέπει την παρατεταμένη αποθήκευση του.

Κριτήρια για την επιλογή κατάλληλης επεξεργασίας:

- Τα απαιτούμενα ολικά στερεά στο τελικό προϊόν
- Απαιτήσεις για την ακεραιότητα των φρούτων
- Σύσταση των φρούτων
- Η απαιτούμενη αναλογία συστατικών για την παραγωγή του προϊόντος
- Η περιοχή μέσα στην οποία θα κυμαίνονται τα συστατικά

2.7 Παρασκευή μαρμελάδων με χρήση ΗΜ πηκτίνης

- Βρασμός του φρούτου (για μετατροπή της αδιάλυτης πρωτοπηκτίνης σε υδατοδιαλυτή πηκτίνη, αδρανοποίηση ενζύμων διευκόλυνση χυμοποίησης/πολτοποίησης)
- Παραλαβή χυμού (για πελτέδες) ή πολτού (για μαρμελάδες) με συμπίεση των φρούτων σε διηθητικό πιεστήριο-λαμβάνεται χυμός με αιωρούμενα στερεά που απομακρύνονται με διήθηση
- Εκτίμηση ποιότητας χυμού ή πολτού – υπολογισμός προσθήκης πηκτίνης και οξέος (μετράται η οξύτητα, το pH, η περιεκτικότητα σε πηκτίνη και οι βαθμοί Brix και υπολογίζεται το απαιτούμενο οξύ και η ποσότητα της πηκτίνης)
- Σχηματισμός μίγματος: η κονιοποιημένη πηκτίνη αραιώνεται με σακχαρόζη σε αναλογία 1:10 περίπου, προστίθεται με αργή ανάδευση, ακολουθεί θέρμανση και προσθήκη της σακχαρόζης
- Συμπύκνωση μίγματος: με στόχο την επιθυμητή περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά-συνεχής έλεγχος των βαθμών Brix κατά τη διάρκεια του βρασμού
- Ρύθμιση pH
- Πλήρωση δοχείων: άμεση στις πηκτίνες ταχείας πήξεως (το μίγμα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία βρασμού μέχρι να ολοκληρωθεί η πλήρωση γιατί ο σχηματισμός πηκτώματος αρχίζει ήδη στους 97°C)

2.8 Παρασκευή μαρμελάδων με χρήση LM πηκτίνης

1. Βρασμός του φρούτου (για μετατροπή της αδιάλυτης πρωτοπηκτίνης σε υδατοδιαλυτή πηκτίνη, αδρανοποίηση ενζύμων διευκόλυνση χυμοποίησης/πολτοποίησης)
2. Παραλαβή χυμού (για πελτέδες) ή πολτού (για μαρμελάδες) με συμπίεση των φρούτων σε διηθητικό πιεστήριο-λαμβάνεται χυμός με αιωρούμενα στερεά που απομακρύνονται με διήθηση
3. Εκτίμηση ποιότητας χυμού ή πολτού – υπολογισμός προσθήκης πηκτίνης

και οξύς, καθώς και ρυθμιστικών αλάτων για ρύθμιση του pH (μετράται η οξύτητα, το pH, η περιεκτικότητα σε πηκτίνη και οι βαθμοί Brix και υπολογίζεται το απαιτούμενο οξύ και η ποσότητα της πηκτίνης)

4. Σχηματισμός μίγματος: μετά τη ρύθμιση του pH, ο χυμός χωρίζεται στα δύο και κάθε μισό θερμαίνεται σε Θ βρασμού-στο ένα μισό προστίθεται η κονιοποιημένη πηκτίνη (αραιωμένη σε σακχαρόζη) με αργό ρυθμό-στο άλλο μισό προστίθεται η σακχαρόζη (ή σορβιτόλη για διαβητικούς), μικρή ποσότητα γλυκερίνης και ευδιάλυτο άλας του ασβεστίου (π.χ. CaCl_2)-ανάμιξη των δύο μισών
5. Πλήρωση δοχείων: άμεση και ο σχηματισμός πηκτώματος γίνεται κατά την ψύξη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

2.9 Βιομηχανική μέθοδος παρασκευής μαρμελάδας

Τα βασικά βήματα για την παρασκευή μαρμελάδας είναι η επιλογή του φρούτου, ο βρασμός για τη δημιουργία πήγματος, γέμισμα των δοχείων με το τελικό προϊόν και η συσκευασία (Κούλης 2010).

Τα φρούτα πρέπει να είναι ώριμα, να έχουν πλούσια γεύση και άρωμα και να έχουν ωραία δομή. Αρχικά πρέπει να πλυθούν με άφθονο νερό για να φύγει η σκόνη και ότι άλλο υπάρχει στην επιφάνεια του φρούτου. Αν τυχόν το φρούτο έχει ψεκάσει, πρέπει να ξεπλένεται στην αρχή με ένα ζεστό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος και μετά με νερό.

Όλα τα μούρα πρέπει να διαλέγονται και να ξεπλένονται πολύ προσεκτικά. Οι φράουλες πρέπει να πλένονται καλά τα ροδάκινα, τα μήλα, τα αχλάδια και άλλα φρούτα με σκληρή φλούδα, πρέπει να ξεφλουδίζονται, ενώ τα βερίκοκα, τα δαμάσκηνα και τα ξερά δαμάσκηνα μπορεί να τους αφαιρεθεί το κουκούτσι μηχανικά. Τα δαμάσκηνα και τα βερίκοκα πρέπει να πολτοποιηθούν πολύ καλά και τα μούρα δεν πρέπει να μαλακώσουν από το βράσιμο πριν την προσθήκη της ζάχαρης, παρά μόνο να λειώσουν.

Η ποσότητα της ζάχαρης που θα προστεθεί εξαρτάται από το είδος του φρούτου, την ωριμότητά του, και την επιθυμητή γλυκύτητα του τελικού προϊόντος. Ωστόσο η πιο συνηθισμένη αναλογία είναι η 1:1. Αυτή η αναλογία είναι ιδανική για φρούτα όπως μούρα, βερίκοκα, δαμάσκηνα, ανανά και άλλα φρούτα. Φρούτα με μεγάλη γλυκύτητα και χαμηλή οξύτητα, όπως ώριμα ροδάκινα, γλυκά ξερά δαμάσκηνα, και γλυκές ποικιλίες σταφυλιών, συνήθως χρειάζονται λιγότερο από την ισόποση αναλογία σε ζάχαρη.

Οι μαρμελάδες μπορούν να περιέχουν πρακτικά αρκετά είδη φρούτων. Μπορούν να γίνουν πολύ συνδυασμοί φρούτων και να προκύψουν πολλά νέα προϊόντα.

Ο βρασμός είναι το πιο βασικό βήμα στην παρασκευή μαρμελάδας, καθώς σε αυτό το βήμα δημιουργείται το gel. Η ιδανική ποσότητα σακχάρων, πηκτίνης και οξέος είναι αυτή που θα δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Παρόλο που ο βρασμός είναι το βασικό βήμα, πρέπει να είναι όσο πιο σύντομος γίνεται. Παρατεταμένο βράσιμο, έχει ως αποτέλεσμα καταστροφή του αρώματος και της γεύσης, αλλαγή του χρώματος και υδρόλυση της πηκτίνης και όλα αυτά οδηγούν στην αστοχία ζελοποίησης. Προτιμώνται μηχανήματα που δημιουργούν κενό, έτσι ώστε ο βρασμός να γίνεται σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 100°C (περίπου 87°C). Έτσι επιδιώκεται η λιγότερη δυνατή καταπόνηση του μίγματος και αποφυγή δυσάρεστων επιπτώσεων που προκαλεί η υψηλή θερμοκρασία. Το μίγμα πρέπει να ελέγχεται καθ' όλη τη διάρκεια του βρασμού αφού μερικά φρούτα (κυρίως όχι τόσο ώριμα) αφρίζουν με αποτέλεσμα να φουσκώνει το μίγμα και να υπάρχει απώλεια προϊόντος από την αντλία κενού.

Για να καθοριστεί ο χρόνος του βρασμού πρέπει να υπολογιστούν τα επιθυμητά ολικά τελικά διαλυτά στερεά του τελικού προϊόντος. Αφού έχει εξαχθεί η τελική συνταγή με τις κατάλληλες αναλογίες συστατικών, υπολογίζεται με βάση τα αρχικά και τα τελικά διαλυτά στερεά η ποσότητα του νερού που πρέπει να εξατμιστεί. Ο χρόνος βρασμού που απαιτείται είναι συνδυασμός της ευστοχίας της συνταγής, των υλικών, της εμπειρίας και των δυνατοτήτων του μηχανήματος.

Η παραλαβή του τελικού προϊόντος προϋποθέτει 3 βασικά βήματα:

1. ψύξη πριν το γέμισμα
2. γέμισμα
3. ψύξη μετά το γέμισμα

Όπως αναφέρεται και παραπάνω, η υπερβολική θέρμανση επηρεάζει την συνολική εμφάνιση και ποιότητα του τελικού προϊόντος. Καθώς η ιμπερτοποίηση της ζάχαρης επηρεάζεται από την θερμοκρασία, ένα αξιόπιστο σύστημα ψύξης είναι αναγκαίο για να ελέγχεται η διεργασία απόλυτα. Δυσκολίες υπάρχουν και κατά τη διάρκεια του γεμίσματος, καθώς πολλές φορές υπάρχουν καραμελοποιημένα κομμάτια φρούτων που εμποδίζουν την κυκλοφορία μέσα στην αντλία. Για αυτό προτιμότερο είναι το γέμισμα να γίνεται εν θερμό, δηλαδή ενώ ακόμα το μίγμα είναι ζεστό και να συσκευάζεται. Αναγκαίο για αυτό το λόγο είναι η επιλογή του κατάλληλου μηχανήματος συσκευασίας. Χρησιμοποιούνται μηχανήματα πλήρως ή μερικώς αυτοματοποιημένα που συνδέονται απευθείας με αντλία με το μηχανήμα βρασμού και το γέμισμα γίνεται αφού έχει ολοκληρωθεί το στάδιο του βρασμού. Το μηχανήμα αυτό μπορεί να έχει μία ή και περισσότερες αντλίες (ανάλογα με την γραμμή παραγωγής).

Σημαντικό στη συσκευασία είναι η επιλογή του δοχείου που θα μπει το τελικό προϊόν. Στην βιομηχανία της μαρμελάδας χρησιμοποιούνται γυάλινα βάζα διαφόρων σχημάτων και χωρητικότητας. Το δοχείο σφραγίζεται με καπάκι υπό κενό, έτσι ώστε να είναι πλήρως στεγανοποιημένο και αεροστεγώς κλεισμένο.

Αφού έχουν ολοκληρωθεί όλα τα παραπάνω βήματα, ακολουθεί η παστερίωση της μαρμελάδας. Αυτό πραγματοποιείται σε παστεριωτή κυλινδρικού κατά προτίμηση σχήματος. Ο χρόνος παστερίωσης διαφέρει ανάλογα τα συστατικά του προϊόντος και το σχήμα και μέγεθος του γυάλινου δοχείου. Στην κλασική μαρμελάδα ο χρόνος παστερίωση είναι περίπου μισή ώρα. Με την παστερίωση επιτυγχάνεται η καταστροφή των μικροοργανισμών που έχουν επιζήσει μετά το πέρας

της διεργασίας. Η θερμοκρασία παστερίωσης είναι από 70-80°C. Επειδή σε τέτοιες θερμικές διεργασίες έχουμε υψηλή θερμοκρασία το προϊόν υποβαθμίζεται ποιοτικά και για αυτό πρέπει να επιλέγεται ο βέλτιστος χρόνος παστερίωσης.

Τέλος ακολουθεί η αποθήκευση του τελικού προϊόντος σε μέρος με σταθερή θερμοκρασία (θερμοκρασία δωματίου) σε μέρος που να μην το βλέπει ο ήλιος, μιας και θα έχουμε αλλοίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της μαρμελάδας.

2.10. Προβλήματα που προκύπτουν στη βιομηχανία της μαρμελάδας

1. Αποτυχία στην παραγωγή ενός καλά πηκτωμένου προϊόντος

Όταν ένα προϊόν μαρμελάδας αποτυγχάνει να πηκτώσει σωστά (οπότε δεν θα έχει και καλή εξωτερική όψη), θα πρέπει να προσέξει κανείς τα παρακάτω (Featherstone 2016):

1. Θα πρέπει να ελέγχεται η σωστή διάλυση της πηκτίνης. Τα σωματίδια της ξηρής σκόνης της πηκτίνης, συνήθως διαλύονται εύκολα και γρήγορα σε ζεστό ή κρύο νερό. Όμως, όταν πολλά τέτοια σωματίδια προστίθενται ταυτόχρονα, αυτά δεν διαλύονται άμεσα και τελείως. Μερικά από τα ατελώς ενυδατωμένα, διογκωμένα σωματίδια, κολλούν επάνω σε γειτονικά τους σωματίδια, και συνήθως εγκλωβίζουν τα λιγότερο ενυδατωμένα από αυτά. Ο σβώλος που σχηματίζεται με τον τρόπο αυτό, περιέχει ένα αδιάλυτο πυρήνα που προστατεύεται από την επίδραση του διαλύτη μέσω ενός κολλώδους εξωτερικού καλύμματος. Η τάση για σχηματισμό σβώλων του υλικού ξεπερνιέται εύκολα, εάν αναμιχθεί κάποια ξηρή, εύκολα διαλυτή ουσία, όπως η ζάχαρη, με την πηκτίνη, έτσι ώστε να χρησιμεύσει σαν μέσο αραιώσης. Συνήθως χρησιμοποιείται 4-5 φορές περισσότερη ζάχαρη σε σχέση με την πηκτίνη. Υγρά αραιωτικά μέσα, όπως όπως η γλυκόζη, σιρόπι ζάχαρης, ή μέλι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να φτιάξουν ένα πολτό, έτσι ώστε εάν προστεθεί νερό, με ανάδευση, η πηκτίνη ενσωματώνεται στο διάλυμα χωρίς να σχηματίζει σβώλους. Σε πολλές περιπτώσεις, η αιτία της αποτυχίας του υλικού να σχηματίσει σωστή υφή, είναι η ακατάλληλη ή ατελής διάλυση της πηκτίνης. Αρκετό νερό ή χυμός φρούτου (στον οποίο όμως δεν προστίθεται ζάχαρη), θα πρέπει να χρησιμοποιείται, έτσι ώστε να υπάρχουν τουλάχιστο 15 λίτρα για κάθε μισό κιλό πηκτίνης. Η πηκτίνη θα πρέπει να αναμιγνύεται μόνο με 4-5 μέρη βάρους ζάχαρης, έτσι ώστε, όταν διαλύεται σε νερό ή σε χυμό φρούτου, να παράγει ένα «βαρύ» σιρόπι ζάχαρης. Θα πρέπει το όλο σύστημα να αναδεύεται καλά για να αποφευχθεί το σβόλιασμα, και εάν στη συνέχεια υποβληθεί σε πολύ έντονο βρασμό, θα πρέπει να εξασφαλισθεί, ότι όλη η πηκτίνη είναι στο διάλυμα, πριν να προστεθεί οποιαδήποτε ποσότητα πρόσθετης ζάχαρης. Εάν διασπαρθεί μισό κιλό πηκτίνης σε αρκετό νερό, έτσι ώστε να πάρει κανείς 12-15 λίτρα διαλύματος, η ανάδευση θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη ταχύτητα, για να αποφευχθεί ο σχηματισμός σβώλων υλικού, ενώ η πηκτίνη μεταφέρεται αργά στο διάλυμα. Σε αυτό τον βαθμό συγκέντρωσης, σε κάθε παρτίδα με δοχεία υλικού θα πρέπει να κρατά η προσθήκη της πηκτίνης τουλάχιστο 15 λεπτά, πριν να εξασφαλισθεί ότι έχει διαλυθεί όλη η προστιθέμενη ποσότητα πηκτίνης στο διάλυμα, εκτός εάν διαλύεται σε μία χύτρα που έχει επικάλυμμα με ατμό, οπότε το τελικό

διάλυμα υφίσταται έντονο βρασμό, ο οποίος θα εξασφαλίσει την πλήρη διάλυση της πηκτίνης.

2. Θα πρέπει να ελέγχεται ο βαθμός Brix του υλικού(πυκνότητα). Εάν το τελικό προϊόν έχει θερμοκρασία μικρότερη από την συνιστώμενη των 105°C, για ένα προϊόν με 65°Brix, το αποτέλεσμα θα είναι μια αραιά υφή (εξωτερική όψη) του πηκτώματος (ζελέ). Σε προβλήματα αυτού του τύπου, είναι πολύτιμη η χρήση ενός διαθλασίμετρου, με ενσωματωμένη κλίμακα απευθείας ανάγνωσης της ποσότητας της ζάχαρης, επειδή έτσι ελέγχει κανείς άμεσα, με μια απλή ανάγνωση του διαθλασίμετρου, την ποσότητα των διαλυτών στερεών του προϊόντος.

3. Θα πρέπει να ελέγχεται το pH του υλικού. Το pH έχει μια σημαντική επίδραση στον σχηματισμό του πηκτώματος (ζελέ) με την προσθήκη πηκτίνης. Ακόμη και αν η ζάχαρη και η πηκτίνη έχουν προστεθεί σε σωστές ποσότητες, δεν θα σχηματισθεί το πήκτωμα μέχρις ότου η οξύτητα να ρυθμισθεί σε τιμές κάτω από την οριακή τιμή του

pH, που είναι κοντά στο 3,5. Μια μικρή μετατόπιση της τάξης του 0,05 στην περιοχή pH 3,3-3,5 μπορεί μερικές φορές να κάνει τη διαφορά μεταξύ επιτυχίας και αποτυχίας του παραγωγού της μαρμελάδα. Θα πρέπει να ελέγχεται σε ένα πεχάμετρο η τιμή του pH σε μια μικρή ποσότητα προϊόντος σε κάθε παρτίδα, το εάν αυτή είναι μεγαλύτερη, σε σχέση με αυτή που συνιστάται, ώστε να πάρει κανείς τη μέγιστη δύναμη πηκτώματος. Στην περίπτωση αυτή, είτε δεν έχει προστεθεί αρκετό οξύ, ή δεν έχει προστεθεί καθόλου. Μια άλλη πιθανότητα, είναι το φρούτο να περιέχει μια ασυνήθιστα μεγάλη ποσότητα αλάτων που ρυθμίζουν το pH, και έχουν την τάση να ελαττώνουν την οξύτητα στο υλικό και μπορεί να αποτρέψουν τελείως το σχηματισμό του πηκτώματος.

4. Αποτυχία στην προσθήκη επαρκούς ποσότητας πηκτίνης. Συχνά, προστίθεται στο υλικό ανεπαρκής ποσότητα πηκτίνης, ή σε ακραίες περιπτώσεις, η πηκτίνη μένει αδιάλυτη εκτός του υλικού, (εάν δεν επιβλέπεται σωστά η πορεία της παραγωγικής διαδικασίας). Εάν το pH και το Brix του τελικού προϊόντος είναι μέσα σε αποδεκτές περιοχές τιμών, θα είναι τελείως αδύνατο να μην έχει προστεθεί αρκετή πηκτίνη στην αρχή της επεξεργασίας του φρούτου.

2. Υπερβολική επίπλευση του φρούτου στη μαρμελάδα

Μπορεί κανείς να αποφύγει κανονικά την επίπλευση των φρούτων, χρησιμοποιώντας μια πηκτίνη ταχείας πήξης, κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του προϊόντος με τη μέθοδο του ανοικτού βραστήρα, και ψύχοντας μετά το υλικό σε περίπου 88°C, πριν από το γέμισμα των δοχείων. Στην περίπτωση της επεξεργασίας των φρούτων σε κενό, μια διαδικασία που βοηθά συνήθως είναι να ελαττωθεί το κενό προς το τέλος της επεξεργασίας του φρούτου, έτσι ώστε να πετύχει κανείς την γρήγορη μεταφορά του σιροπιού επάνω στα τεμάχια των φρούτων, αυξάνοντας έτσι το βάρος τους και αποτρέποντας την επίπλευση. Όμως αυτό είναι δύσκολο να γίνει στην περίπτωση της παραγωγής μαρμελάδων κερασιού, όπου κανείς δεν μπορεί να αποτρέψει την επίπλευση με κανένα από τους παραπάνω τρόπους. Η αιτία για την επίπλευση των κερασιών στην έτοιμη μαρμελάδα είναι ότι κατά την επεξεργασία των φρούτων, το σιρόπι γύρω από το φρούτο συγκεντρώνεται με μεγαλύτερο ειδικό

βάρος, σε σχέση με τον χυμό και το σιρόπι μέσα στο φρούτο. Έτσι, το φρούτο είναι ελαφρύτερο από το σιρόπι. Ένας τρόπος για να ξεπερασθεί το πρόβλημα αυτό, είναι να επεξεργάζεται το υλικό λίγο πέρα από το επιθυμητό Brix (πιθανώς μέχρι 71°Brix), και μετά να ελαττώνεται η συγκέντρωση του σιροπιού, με αραίωση με νερό. Έτσι, η συγκέντρωση του σιροπιού, τόσο μέσα όσο και έξω από το φρούτο ανεβαίνει πάνω από το σημείο που απαιτείται. Όταν η συγκέντρωση θα ελαττωθεί πάλι με νερό, μόνο το σιρόπι εξωτερικά ελαττώνεται, και έτσι εξισώνεται το ειδικό βάρος του φρούτου και του σιροπιού που το περιβάλλει.

3. Μεγάλο επίπεδο στυφότητας στο έτοιμο προϊόν μαρμελάδα

Εάν το επίπεδο στυφότητας στο έτοιμο προϊόν, με τη χρήση του πρότυπου διαλύματος κιτρικού οξέος, είναι πολύ υψηλό, συνιστάται η χρήση ενός πρότυπου διαλύματος τρυγικού οξέος, που θα χρησιμοποιηθεί σε τέτοια ποσότητα, ώστε να παράγει την ίδια τιμή pH. Εάν το επίπεδο της στυφότητας είναι πολύ χαμηλό, προτείνεται η χρήση ενός ασθενούς οξέος, όπως κιτρικό ή γαλακτικό για να ρυθμίσει το επιθυμητό pH. Αυτά τα οξέα μπορούν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, σε ισοδύναμες ποσότητες, αλλά η στυφότητα του τελικού προϊόντος, θα ποικίλλει με τα διάφορα οξέα που θα χρησιμοποιούνται.

4. Αποφυγή του αφρού και των φυσαλίδων στις μαρμελάδες

Υπάρχουν διάφορες αιτίες για τον σχηματισμό αφρού ή φυσαλίδων στις μαρμελάδες. Πιθανώς, η συχνότερη αιτία είναι ο εγκλωβισμός του αέρα ή του αφρού που προέρχεται από την επεξεργασία του φρούτου στο έτοιμο προϊόν. Η συνήθης πρακτική για τη λύση αυτού του προβλήματος, είναι να αφεθεί το υλικό σε ηρεμία στον βραστήρα, μέχρι να σχηματισθεί επιφανειακά μια «επιδερμίδα» (κρούστα), που αποτελείται κυρίως από τον αφρό, και να γίνει η «αποχέτευση» της καθαρής, απαλλαγμένης από αφρούς, έτοιμης μαρμελάδας μέσω μίας βαλβίδας που υπάρχει στον πυθμένα του βραστήρα. Μερικές φορές, σε ορισμένα γεμιστικά μηχανήματα, λόγω της ταχύτητας της λειτουργίας τους, και του μεγέθους των ανοιγμάτων και των πωμάτων του μηχανήματος, ο αέρας εγκλωβίζεται τη στιγμή που το προϊόν μπαίνει στο δοχείο. Η λύση στο πρόβλημα αυτό είναι είτε να κλείσει κανείς απλά το γεμιστικό μηχανήμα, ή να τροποποιήσει το μέγεθος των ανοιγμάτων στο μηχανήμα, έτσι ώστε να μην υπάρχουν πλέον οι επιδράσεις της πίεσης. Επίσης, η χρήση πηκτίνης που πήζει το υλικό πολύ γρήγορα, μπορεί να προκαλέσει αυτά τα προβλήματα, λόγω του γεγονότος που το έτοιμο προϊόν αποκτά γρήγορα μεγάλο πάχος, η συσσωματώνεται πολύ απότομα μετά το γέμισμα των δοχείων, και έτσι αποτρέπει τις φυσαλίδες του αέρα να ανεβούν στην επιφάνεια του υλικού. Μερικές φορές σχηματίζονται φυσαλίδες στις μαρμελάδες λόγω της ζύμωσης που συμβαίνει. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με κατάλληλες διαδικασίες που εξασφαλίζουν την αποστείρωση των προϊόντων και των συσκευασιών. Η σταδιακή ψύξη, με προσθήκη ζεστού νερού στην αρχή, και ψυχρότερου νερού έπειτα, και τέλος κρύου νερού, αποτρέπει τον σχηματισμό φυσαλίδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΑΚΧΑΡΟΖΗ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΑΚΧΑΡΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΗΚΤΗΣ ΦΡΟΥΤΟΥ

3.1 Γενικά-γλυκαιμικός δείκτης

Η αίσθηση της γλυκύτητας πιστεύεται ότι οφείλεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων του γλυκαντικού παράγοντα και των υποδοχέων της γλώσσας. Η πορεία είναι γρήγορη και αντιστρεπτή και δεν παρέχεται καμία απόδειξη ότι γίνεται χημική αντίδραση. Πιστεύεται ότι η γλυκύτητα των συνηθισμένων σακχάρων οφείλεται σε μία ειδική διευθέτηση στο χώρο μεταξύ ενός πρωτονίου οξέος (υδρόξυ-υδρογόνο) και μίας βάσης κατά Lewis (άτομο οξυγόνου).

Η γλυκιά γεύση είναι δυνατόν να προέρχεται από ενώσεις με πολύ διαφορετικές χημικές δομές. Έχει αποδειχθεί με πολυάριθμες ενώσεις, ότι όσο αυξάνεται η υδροφοβικότητα αλλά και η ικανότητα των υδροφοβικών ομάδων να πληρώνουν τους κενούς χώρους, τόσο αυξάνεται και η ένταση της γλυκύτητας, φτάνοντας σε ένα μέγιστο, ενώ πέρα από ένα σημείο η γλυκιά γεύση καταστέλλεται ή μετατρέπεται σε πικρή.

Η ένταση της γλυκύτητας μιας ένωσης μπορεί να μετρηθεί ποσοτικά και εκφράζεται ως:

- όριο ανίχνευσης, cts_v (threshold detection level), το οποίο είναι η χαμηλότερη συγκέντρωση ενός υδατικού διαλύματος στην οποία αυτό το διάλυμα μπορεί να γίνει αντιληπτό ως γλυκό.
- σχετική ένταση γλυκύτητας (relative sweetening strength) μιας ένωσης X, η οποία συγκρίνεται με μία πρότυπη ένωση S. Η σχετική ένταση γλυκύτητας είναι 4το πηλίκο των συγκεντρώσεων c (% w/w ή mol/l) ισόγλυκων διαλυμάτων των S και X:

$$f(cs) = cs/cx, \text{ για } \rightarrow cs \text{ ισόγλυκο με } cx$$

Η σακχαρόζη σε 2,5 ή αλλιώς σε διάλυμα 10% συνήθως χρησιμεύει ως πρότυπη ένωση ($fsac,g$). Επειδή η ένταση της γλυκύτητας εξαρτάται από τη συγκέντρωση, η συγκέντρωση του διαλύματος αναφοράς πρέπει πάντα να δίνεται ως ($f(cs)$). Όταν η ένταση γλυκύτητας εκφράζεται ως $fsac,g(10)=100$, σημαίνει ότι η ένωση είναι 100 φορές πιο γλυκιά από ένα διάλυμα σακχαρόζης 10%. Σε μίγματα γλυκών ενώσεων παρατηρείται συνεργιστική αύξηση της έντασης. Αυτό σημαίνει ότι η ένταση της γλυκύτητας είναι υψηλότερη από την υπολογισμένη τιμή.

Γλυκαντικές ύλες είναι εκείνες οι οργανικές ενώσεις που έχουν χαρακτηριστική γεύση και που χαρακτηρίζονται σαν «φυσικές» εφόσον απαντούν σε φυτικούς ή ζωικούς ιστούς και σε «συνθετικές» εφόσον είναι προϊόντα συνθετικής παρασκευής που δεν βρίσκονται στην φύση (63 Π.Δ. 513/83). Αποτελούν ενώσεις που αποδίδουν γλυκιά γεύση έχοντας καθόλου ή λιγότερες θερμίδες σχετικά με τη ζάχαρη. Είναι σημαντικό όμως να γνωρίζουμε την ασφάλειά τους όταν

χρησιμοποιούνται στην διατροφή του ανθρώπου. Με τον όρο γλυκαντικές ουσίες ή γλυκαντικά, χαρακτηρίζονται πρόσθετες ουσίες φυσικής ή συνθετικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται, είτε για να προσδώσουν γλυκιά γεύση στα τρόφιμα, είτε ως επιτραπέζια γλυκαντικά (ύ 237 94/35/EK) (Βρεττέας 2012).

Οι γλυκαντικές ύλες είναι φυσικές ή συνθετικές ενώσεις, οι οποίες δίνουν την αίσθηση της γλυκύτητας και δεν περιέχουν ή περιέχουν ελάχιστες θερμίδες («μη διατροφικές γλυκαντικές ύλες») σε σχέση με την ένταση της γλυκύτητας (Belitz H.D. et al.).

Οι φυσικές γλυκαντικές ύλες διακρίνονται σε α) σακχαρούχες και β) μη σακχαρούχες. Στην κατηγορία των σακχαρούχων ανήκουν οι παρακάτω γλυκαντικές ύλες: i.οι μονοσακχαρίτες, ii. οι ολιγοσακχαρίτες και iii. οι πολυσακχαρίτες.

Παραδείγματα αυτών είναι: η σακχαρόζη, η ιμβερτόζη, η φρουκτόζη, η μαλτόζη, η λακτόζη, η ραφινόζη κ.ά. Η σακχαρόζη είναι ένας δισακχαρίτης που αποτελείται από D- γλυκόζη και D-φρουκτόζη. Ο τρισακχαρίτης ραφινόζη είναι ευρέως διαδεδομένος στη φύση και βρίσκεται στο σιρόπι ζάχαρης (μελάσα) κατά τη διάρκεια της κρυστάλλωσης της σακχαρόζης.

Στην κατηγορία των μη σακχαρούχων είναι οι γλυκαντικές ουσίες που δεν ανήκουν στην τάξη των 6 υδατανθράκων αλλά περιέχουν γλυκιά γεύση. Οι περισσότερες από αυτές ανήκουν στην ομάδα των πολυαλκολών. Παραδείγματα αυτών είναι: η σορβιτόλη, η μαννιτόλη, η ξυλιτόλη, η λακτιτόλη, η ισομαλιτιτόλη.

Οι συνθετικές γλυκαντικές ουσίες προσφέρουν γλυκιά γεύση αλλά δεν προσφέρουν θερμίδες ή προσφέρουν ελάχιστες. Τέτοιες γλυκαντικές είναι οι παρακάτω: η ακεσουλφάμη, η ασπαρτάμη, το κυκλαμικό οξύ και άλατα του με νάτριο και ασβέστιο, η δουλκίνη, η γλυκίνη, η σακχαρίνη και τα άλατα της με νάτριο και κάλιο κ.ά.

Άλλη κατηγοριοποίηση των γλυκαντικών είναι η εξής: Ένα είδος αποτελούν τα γλυκαντικά έντονης γλυκύτητας, όπως η ακεσουλφάμη K (E 950), η ασπαρτάμη (E951), το άλας ασπαρτάμης-ακετοσουλφάμης (E 962), η σακχαρίνη (E 954), τα κυκλαμικά (E 952), η θαυματίνη (E 957), η νεοεσπεριδίνη DC (E 959) και η σουκραλόζη (E 955). Το άλλο είδος είναι τα γλυκαντικά όγκου ή πολυόλες (bulk sweeteners όπως η σορβιτόλη (E 420), μαννιτόλη (E 421), ισομαλιτιτόλης (E 953), μαλιτιτόλη (E 965), λακτιτόλης (E 966) και ξυλιτόλη (E 967). Οι έντονες γλυκαντικές ουσίες χρησιμοποιούνται ως επιτραπέζια γλυκαντικά, καθώς και σε αφεψήματα και έχουν τόσο έντονη γλυκιά γεύση που απαιτείται μόνο μία μικρή ποσότητα. Οι πολυόλες παρέχουν λιγότερες θερμίδες κατά βάρος σε σύγκριση με τη ζάχαρη, αλλά έχουν το ίδιο όγκο (bulk), γι' αυτό είναι χρήσιμα στην παρασκευή αρτοσκευασμάτων χαμηλών θερμίδων.

Πίνακας 3.1: Γλυκαντική δύναμη διαφόρων γλυκαντικών υλών

Σακχαρόζη	100	Μαλτόζη	46
Φρουκτόζη	115	Γαλακτόζη	63
Ιμβερτοσάκχαρο	65	A-Λακτιτόλη	39
Γλυκόζη	69	Σορβιτόλη	54
Ξυλόζη	67	Ξυλιτόλη	100

Γλυκαιμικός δείκτης (Varzakas and Chryssanthopoulos 2012)

Ο όρος του γλυκαιμικού δείκτη κατηγοριοποιεί τα τρόφιμα με βάση την επίδρασή τους στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα μετά την κατανάλωση ενός τροφίμου και εισήχθη για πρώτη φορά το 1981 προκειμένου να διευκολυνθεί ο έλεγχος του επιπέδου γλυκόζης στο αίμα σε ανθρώπους που πάσχουν από διαβήτη και να συντελέσει στη θεραπεία του.

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990, η μόνη κλινική εφαρμογή του γλυκαιμικού δείκτη (GI) ήταν η θεραπεία του διαβήτη. Εντούτοις, το επιστημονικό ενδιαφέρον για το γλυκαιμικό δείκτη αυξήθηκε τα τελευταία δέκα χρόνια αφού πλέον αναγνωρίστηκε η επίδρασή του στην ανθρώπινη υγεία. Πιο συγκεκριμένα έρευνα που διεξήχθη από την ομάδα του Dr. Walter Willett στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ απέδειξε ότι η διατροφή χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη μειώνει τον κίνδυνο ανάπτυξης διαβήτη (Willett et al, 1998). Άλλες μελέτες κατέδειξαν ότι ο γλυκαιμικός δείκτης παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του ανθρώπινου βάρους. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν καθοριστικά καθώς διεύρυναν το ενδιαφέρον από την κλινική χρήση του γλυκαιμικού δείκτη για τη θεραπεία του διαβήτη στην πρόληψη και θεραπεία ενός μεγάλου εύρους δυσλειτουργιών και κατέδειξαν ότι σχετίζεται έτσι και με τον ευρύ πληθυσμό.

Γενικά, οι περιεχόμενοι υδατάνθρακες σε ένα τρόφιμο χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, για διάφορους λόγους, απορροφούνται πιο αργά από το γαστρεντερικό σύστημα και επομένως τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και στη συνέχεια ινσουλίνης είναι χαμηλότερα από ότι μετά την κατανάλωση τροφίμου με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη.

Ο γλυκαιμικός δείκτης των τροφίμων ορίζεται ως η εκατοστιαία αύξηση του σακχάρου του αίματος μετά από χορήγηση ενός τροφίμου που περιέχει 50 g διαθέσιμων υδατανθράκων (χωρίς να συμπεριλαμβάνονται οι ίνες ή το ανθεκτικό άμυλο) σε σύγκριση με την αύξηση που προκύπτει από χορήγηση γλυκόζης (η αντίδραση στη γλυκόζη θεωρείται 100).

Οι τιμές GI για τα διάφορα τρόφιμα κυμαίνονται σε ποσοστό μικρότερο του 20 % έως και 120 % όταν χρησιμοποιείται γλυκόζη ως αναφορά. Γενικά ισχύει ότι:

τρόφιμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη θεωρούνται όσα έχουν $GI \leq 55$,

τρόφιμα μέσου γλυκαιμικού δείκτη όσα έχουν $GI: 56 - 69$, ενώ

τρόφιμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη όσα έχουν $GI \geq 70$.

Ο γλυκαιμικός δείκτης συγκρίνει ποιοτικά την ικανότητα των τροφίμων που περιέχουν ίσα ποσά υδατανθράκων να ανεβάζουν τα επίπεδα του σακχάρου του αίματος. Όμως τα διάφορα τρόφιμα δεν περιέχουν ίσες ποσότητες υδατανθράκων και εκτός από την ποιότητα σημαντική είναι και η ποσότητα των υδατανθράκων που καταναλώνονται η οποία όπως προαναφέρθηκε επηρεάζει επιπρόσθετα την απόκριση του οργανισμού σε έκκριση ινσουλίνης. Προκειμένου να εισαχθεί και η ποσότητα των υδατανθράκων που καταναλώνονται στους υπολογισμούς καθιερώθηκε η έννοια του γλυκαιμικού φορτίου.

Το γλυκαιμικό φορτίο ενός τροφίμου υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τον γλυκαιμικό του δείκτη με την ποσότητα των υδατανθράκων σε γραμμάρια που παρέχονται από το τρόφιμο και διαιρώντας το αποτέλεσμα με το 100.

Ουσιαστικά, κάθε μονάδα του γλυκαιμικού φορτίου αντιπροσωπεύει την ισοδύναμη ανυψωτική επίδραση στα επίπεδα του σακχάρου του αίματος ενός γραμμαρίου καθαρής γλυκόζης ή λευκού ψωμιού. Η σύλληψη της έννοιας του γλυκαιμικού φορτίου αναπτύχθηκε από τους επιστήμονες για να περιγράψει ταυτόχρονα την ποιότητα (γλυκαιμικός δείκτης) αλλά και την ποσότητα των υδατανθράκων ενός γεύματος ή μιας δίαιτας.

Το 1988 ο Jenkins άρχισε την έρευνα πάνω στο γλυκαιμικό φορτίο και τον έλεγχο της γλυκόζης του αίματος, ενώ το 2002 ο Willet και οι συνεργάτες του συνέχισαν την έρευνα και συμπέραναν ότι η αντικατάσταση της δίαιτας υψηλού γλυκαιμικού φορτίου με δίαιτα χαμηλού γλυκαιμικού φορτίου είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του κινδύνου εμφάνισης διαβήτη τύπου 2.

Ο γλυκαιμικός δείκτης συντελεί στην επιλογή του είδους των τροφίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες που πρέπει να περιλαμβάνονται στη διατροφή. Οι πιο πρόσφατες συστάσεις του FAO/WHO των Ηνωμένων Εθνών για την κατανάλωση υδατανθράκων επισημαίνουν ότι ο γλυκαιμικός δείκτης των τροφίμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη διατροφική σύστασή τους, έτσι ώστε να κατευθύνει και να καθορίσει τις διατροφικές επιλογές.

Εκτός από τη σακχαρόζη, υπάρχουν και άλλες μορφές υδατανθράκων, πιο απλοί και πιο σύνθετοι, που βρίσκονται σε τροφές όπως είναι η πατάτα, τα λαχανικά, τα φρούτα, τα δημητριακά, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα όσπρια και τα αμυλώδη προϊόντα.

Οι υδατάνθρακες αποτελούν το 50-55 % της ημερήσιας θερμιδικής πρόσληψης και επιπλέον αποτελούν τη βάση της διατροφική πυραμίδας, με όλες τους τις μορφές - ως μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες και πολυσακχαρίτες. Ταυτόχρονα όμως είναι εκείνο το διατροφικό στοιχείο που επηρεάζει άμεσα τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα, αλλά και εκείνο που συχνά αποφεύγουν ή προσπαθούν να αποφύγουν τα άτομα με διαβήτη.

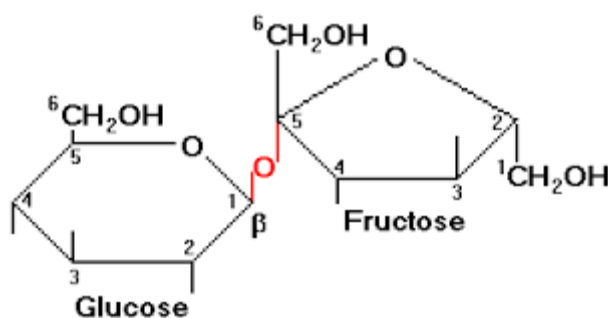
Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει άμεση ανάγκη τους υδατάνθρακες, τόσο για να αντεπεξέλθει στις σωματικές και τις πνευματικές του δραστηριότητες αλλά και επειδή είναι στοιχεία πολύτιμα για την υγεία αφού αποτελούν πηγή πολλών βιταμινών, ιχνοστοιχείων.

Είναι λοιπόν φυσικό, η κατανάλωση ενός γεύματος που περιέχει υδατάνθρακες να προκαλεί μια χαρακτηριστική αύξηση και μετέπειτα μείωση στα επίπεδα της γλυκόζης του αίματος μετά από περίπου 3 ώρες. Το πόσο σύνθετος είναι ο υδατάνθρακας, η μορφή με την οποία βρίσκεται μέσα στο γεύμα, ο τρόπος με τον οποίο έχει παρασκευαστεί παίζουν ρόλο στο ρυθμό και την ταχύτητα με την οποία θα απορροφηθεί και στο κατά πόσο θα επηρεάσει τις τιμές ζαχάρου του ασθενούς.

3.2 Σακχαρόζη

Η σακχαρόζη (sucrose) είναι οργανική κρυσταλλική, γλυκαντική ουσία και ο πλέον διαδεδομένος δισακχαρίτης στη φύση. Βρίσκεται σε διάφορα φυτικά προϊόντα (φρούτα, χαρούπια κ.α.). Η παραγωγή της ζάχαρης γίνεται, κυρίως, από τα σακχαρότευτλα και τα σακχαροκάλαμα μετά από κατάλληλη επεξεργασία. Ο μοριακός χημικός της τύπος είναι $C_{12}H_{22}O_{11}$ και στην καθαρή μορφή της είναι λευκή και άχρωμη. Όταν θερμαίνεται άνω των $20^{\circ}C$, μετατρέπεται σε μία μάζα κολλώδη με χρώμα καφέ και γεύση πικρή, η γνωστή μας καραμέλα. Όπως όλοι οι πολυσακχαρίτες, υδρολύεται σε διαλύματα οξέων ή βάσεων και σε ιδιαίτερα ένζυμα, οπότε χωρίζεται στους μόνοσακχαρίτες που την αποτελούν. Αποτελείται από ένα μόριο α -D(+) γλυκόζης και ένα μόριο β -D (-) φρουκτόζης που συνδέονται μεταξύ τους με $\alpha, \beta \rightarrow 1,2$ γλυκοζιτικό δεσμό. Η σακχαρόζη διαλύεται εύκολα στο νερό και το διάλυμα της είναι δεξιόστροφο.

Κατά την υδρόλυσή της, είτε με το ένζυμο ιμπερτάση, είτε με αραιό οξύ, παράγεται ισομοριακό μίγμα D (+) γλυκόζης και D(-) φρουκτόζης



Σχήμα 3.1: Δομή μορίου σακχαρόζης

Η παραγωγή της σακχαρόζης γίνεται κυρίως, από τα σακχαρότευτλα και τα σακχαροκάλαμα. Η παραγωγή σακχαρόζης από τα σακχαρότευτλα, σε γενικές γραμμές ακολουθεί την παρακάτω πορεία :

1. Πλύσιμο και κόψιμο σε φέτες.

Τα σακχαρότευτλα πλένονται καλά για την απομάκρυνση των ξένων υλών και στη συνέχεια μεταφέρονται σε κοπτικές μηχανές όπου κόβονται σε λεπτές φέτες.

2. Παραλαβή χυμού.

Οι λεπτές φέτες οδηγούνται σε εκχυλιστήρες όπου με την βοήθεια ζεστού νερού ($80^{\circ}C$) εκχυλίζονται. Το τελικό προϊόν της εκχύλισης είναι ο ακατέργαστος χυμός (Raw juice), ο οποίος εκτός από τη σακχαρόζη περιέχει και άλλες ουσίες όπως οργανικά οξέα, χρωστικές, άλατα, πρωτεΐνες. Συνολικά περιέχει 10-13% ολικά στερεά. Μετά την απομάκρυνση του ακατέργαστου χυμού παραμένει η πούλπα, που περιέχει μη υδατοδιαλυτά συστατικά των σακχαρότευτλων (κυτταρίνη, ημικυτταρίνη) και η οποία μετά από επεξεργασία διατίθεται για ζωοτροφή.

3. Καθαρισμός του χυμού.

Στον ακατέργαστο χυμό προστίθεται αρχικά υδροξύλιο του ασβεστίου, $Ca(OH)_2$, που εξουδετερώνει τα οξέα, ενώ καταβυθίζει τις χρωστικές και μέρος των πρωτεϊνών. Στη

συνέχεια προστίθεται CO₂ το οποίο εξουδετερώνει την περίσσεια του Ca(OH)₂, σχηματίζοντας ανθρακικό ασβέστιο το οποίο καταβυθίζεται, παρασύροντας και ανεπιθύμητες αιωρούμενες ουσίες.

Ακολουθεί διήθηση και λαμβάνεται διαυγής λεπτόρευστος χυμός (thin juice) κιτρινωπού χρώματος που περιέχει 10-12%, περίπου, σακχαρόζη.

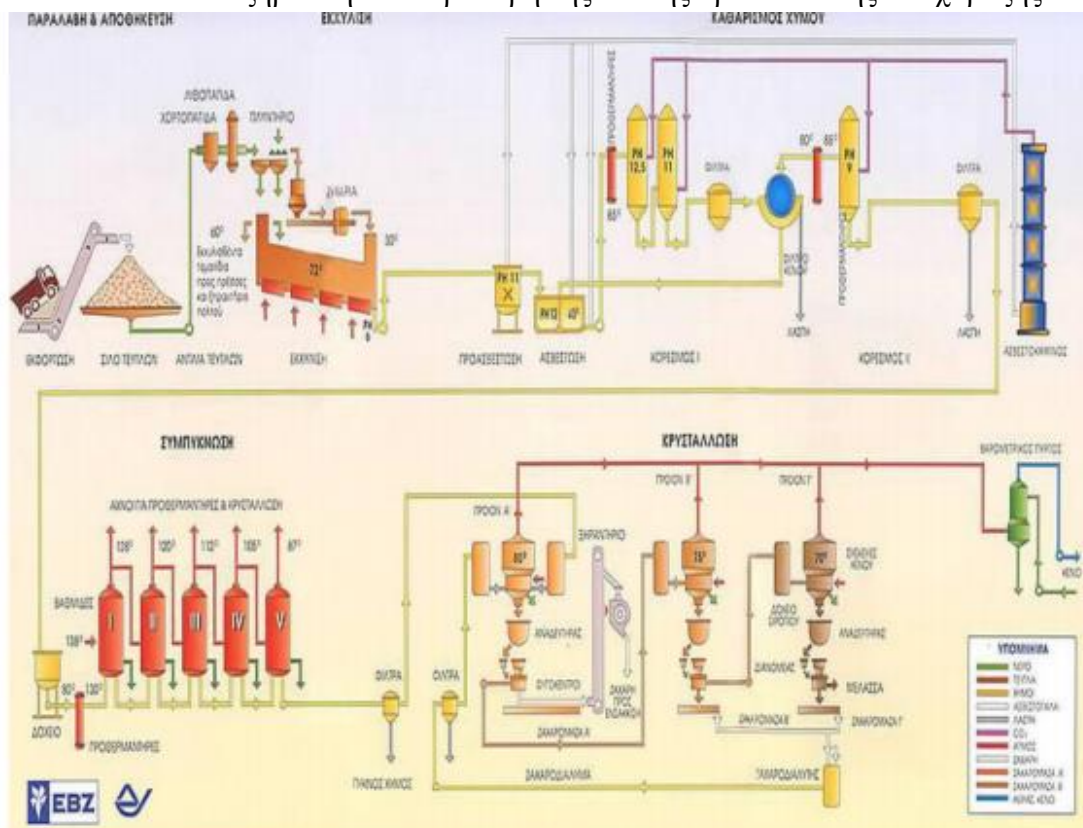
4. Συμπύκνωση.

Κατόπιν ο διαυγής χυμός συμπυκνώνεται σε δύο φάσεις. Αρχικά, για την απομάκρυνση του νερού, θερμαίνεται ο χυμός υπό ελαττωμένη πίεση. Ο χυμός που λαμβάνεται σ' αυτή τη φάση διηθείται και μετατρέπεται σ' ένα διαυγές χυμό ο οποίος προωθείται σε βραστήρες κενού (Vacuum boiler), όπου σχηματίζονται οι κρύσταλλοι της σακχαρόζης. Στη συνέχεια ακολουθεί φυγοκέντρωση του μίγματος (κρύσταλλοι σακχαρόζης και υγρό) και λαμβάνεται η ακατέργαστη ζάχαρη (Raw sugar) και το υγρό που αποτελεί την μελάσα (melasses). Η μελάσα χρησιμοποιείται σαν ζωοτροφή, στη βιομηχανία παραγωγής μαγιάς, σαν τροφή των ζυμομυκήτων, καθώς και για παρασκευή αρτοποιημάτων και γλυκισμάτων.

5. Ραφινάρισμα της σακχαρόζης.

Η ακατέργαστη σακχαρόζη καθαρίζεται περαιτέρω σε φυγοκεντρικά συστήματα για την απομάκρυνση κάθε ίχνους υπολείμματος σιροπιού (μελάσας), με ατμό ή με ψεκασμό νερού.

Ακολουθεί ξήρανση και παραλαβή της λευκής κρυσταλλικής σακχαρόζης.



Σχήμα 3.2: Απλοποιημένο διάγραμμα ροής παρασκευής σακχαρόζης από σακχαρότευτλα (πηγή: http://www.ebz.gr/sugar_production_flow.htm)

Οι βασικότερες λειτουργίες της ζάχαρης στα τρόφιμα περιλαμβάνουν την διαλυτότητα της στο νερό και την ικανότητά της να μειώσει το σημείο ψύξης και να αυξηθεί το σημείο βρασμού. Η ζάχαρη είναι αποτελεσματική στη μείωση των σημείων πήξης.

Η ζάχαρη παίζει σημαντικό ρόλο στην επέκταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων αρτοποιίας. Μπορεί να συνδεθεί με τα μόρια του νερού, επιβραδύνοντας την απώλεια υγρασίας και την πρόληψη του μπαγιατέματος στα ψημένα τρόφιμα. Επιπλέον, η γλυκόζη / φρουκτόζη μίγμα σε ιμβερτοποιημένη ζάχαρη που υπάρχει στις μαρμελάδες και ζελέ βοηθά στην αναστολή της ανάπτυξης μικροβίων και, αργότερα, της αλλοίωσης.

Η ζάχαρη μπορεί να ενεργήσει ως αντιοξειδωτικό σε ορισμένα συστήματα τροφίμων. Είναι σε θέση να μπλοκάρει ιόντα μετάλλων (π.χ. χαλκός, σίδηρος) και να αποτρέψει ή να επιβραδύνει τις αντιδράσεις οξείδωσης, που κάνουν τα τρόφιμα να επιδεινώνονται.

Τα κυριότερα είδη ζάχαρης που φέρονται στο εμπόριο είναι η κρυσταλλική ζάχαρη, η ζάχαρη άχνη που παράγεται από άλεση της κρυσταλλικής ζάχαρης και περιέχει άμυλο 3%, περίπου, για να αποφεύγεται το σβόλιασμα και η καφέ ζάχαρη (Brown sugar), η οποία είναι κρυσταλλική ζάχαρη με μικρές ποσότητες μελάσας.

Στην τεχνολογία της μαρμελάδας, η ζάχαρη είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη γλυκαντική ουσία. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια σιρόπια γλυκόζης χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν μέρος της ζάχαρης. Σε μαρμελάδες με μεγάλο αριθμό ολικών διαλυτών στερεών 68 % και πάνω παρατηρείται κρυσταλλοποίηση της ζάχαρης κατά την διάρκεια της αποθήκευσης και για αυτό είναι απαραίτητη η χρήση ανάστροφου σακχάρου. Αν η συγκέντρωση ζάχαρης είναι πολύ υψηλή, το πήγμα κρατάει λιγότερο νερό με αποτέλεσμα να χάνει τις ιδιότητες του πήγματος, πιθανώς λόγω υδρόλυσης.

3.3 Φρουκτόζη

Κρυσταλλική φρουκτόζη άρχισε να διαδίδεται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων και για φαρμακευτικές εφαρμογές σχεδόν είκοσι πέντε χρόνια πριν. Είναι φυσικά και λειτουργικά διακριτή από άλλους υδατάνθρακες στη διαλυτότητα, τη ταπείνωση του σημείου πήξεως, την ανύψωση του σημείου βρασμού, την ενεργότητα του νερού, την ωσμωτική πίεση, την αντίδραση Maillard και την ανάπτυξη της γεύσης, τα ενισχυτικά γεύσης, τη συνέργεια του αμύλου, και το μεταβολισμό.

Η λειτουργική ιδιότητα που διακρίνει πλέον τη φρουκτόζη από άλλους θρεπτικούς υδατάνθρακες, είναι η υψηλή σχετική γλυκύτητα της. Η σχετική γλυκύτητα είναι μια υποκειμενική σύγκριση της κορυφαίας οργανοληπτικής αντίληψης της γλυκύτητας μιας ουσίας, συνήθως σε σχέση με μια αναφορά στη σακχαρόζη. Αναφέρθηκαν σχετικές τιμές γλυκύτητας που εμπίπτουν στο εύρος 1,8 φορές με εκείνης της σακχαρόζης για την κρυσταλλική φρουκτόζη και 1,2 φορές με εκείνης της σακχαρόζης για την υγρή φρουκτόζη. Πρέπει να τονιστεί, ωστόσο, ότι η σχετική γλυκύτητα της φρουκτόζης εξαρτάται από την ανωμερική κατάσταση της φρουκτόζης κατά τη στιγμή που γίνεται η σύγκριση της γλυκύτητας.

Η γλυκύτητα της φρουκτόζης γίνεται αντιληπτή πιο γρήγορα, πιο έντονη και με μεγαλύτερη ένταση, και διαλύεται πιο γρήγορα στον ουρανίσκο, από τη σακχαρόζη ή τη δεξτρόζη. Είναι αυτή η πρώιμη ένταση γλυκύτητας που ευθύνεται για την ενίσχυση του αρώματος τόσο συχνά παρατηρείται σε σκευάσματα με φρουκτόζη. Η χρήση της φρουκτόζης καθιστά έτσι δυνατή τη διαμόρφωση ενός πιο γευστικού προϊόντος, ή, εναλλακτικά, προσφέρει μια ευκαιρία για την εξοικονόμηση κόστους μέσω της μείωσης της χρήσης της γλυκαντικής ουσίας.

Η φρουκτόζη είναι ένα αναγωγικό σάκχαρο, ενώ η σακχαρόζη δεν είναι. Εάν οι συνθήκες θερμοκρασίας και το pH είναι ευνοϊκές, τα αναγωγικά σάκχαρα μπορούν να υποβληθούν σε μια σειρά χημικών συμπεκνώσεων και αντιδράσεων αποικοδόμησης με πρωτεΐνες και αμινοξέα που παράγουν αρωματικές ενώσεις και είναι υπεύθυνα για την αμάρωση του προϊόντος. Σε ψημένα αγαθά, η χρυσή κρούστα, η απολαυστική γεύση και το άρωμα του ψωμιού και του κέικ οφείλεται σε αναγωγικά σάκχαρα όπως η φρουκτόζη. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σακχαρόζη, που είναι μη-αναγωγικό σάκχαρο, μπορεί μόνο να συμβάλει σημαντικά στην αμάρωση και την ανάπτυξη της γεύσης μετά την αντιστροφή της στα αναγωγικά σάκχαρα από τα οποία αποτελείται, φρουκτόζη και δεξτρόζη.

Η φρουκτόζη στη διατροφή απαντάται είτε ομοιοπολικά δεσμευμένη σε γλυκόζη στο δισακχαρίτη, τη σακχαρόζη ή ως ελεύθερος μονοσακχαρίτης. Σαν ελεύθερος μονοσακχαρίτης η φρουκτόζη μπορεί να προέρχεται από φρούτα και μούρα, ή από γλυκαντικά όπως μέλι, σιρόπι καλαμποκιού υψηλής φρουκτόζης, και κρυσταλλική ή υγρή φρουκτόζη. Κατά την κατάποση η σακχαρόζη υδρολύεται προς γλυκόζη και φρουκτόζη από τα κατάλληλα ένζυμα που σχετίζονται με τα σύνορα του εντερικού επιθηλίου. Οι προκύπτοντες μονοσακχαρίτες μεταφέρονται αμέσως μέσω της μεμβράνης στα σύνορα του εντερικού επιθηλίου από τη δισακχαριδάση - συναφή σύστημα μεταφοράς, χωρίς να απελευθερώνονται στον lumen.

Η ανθρώπινη εντερική ικανότητα απορρόφησης της φρουκτόζης απουσία της γλυκόζης φαίνεται να διαφέρει σημαντικά από το ένα άτομο στο άλλο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στις ΗΠΑ διατροφικά στοιχεία κατανάλωσης δείχνουν ότι οι τυπικές αναλογίες γλυκόζης-φρουκτόζης είναι περισσότερο από επαρκείς για να στηρίζουν την απορρόφηση φρουκτόζης στο γενικό πληθυσμό. Τα άτομα που εμφανίζουν συμπτώματα της δυσαπορρόφησης της φρουκτόζης συμβουλεύονται να αποφεύγουν την κατανάλωση των προϊόντων στα οποία η φρουκτόζη είναι ο μόνος υδατάνθρακας.

Κατασκεύασαν ένα γλυκαιμικό δείκτη όπου είναι ένας αριθμός (στην κλίμακα 0-100) που κατατάσσει τα διάφορα τρόφιμα ανάλογα με το πόσο γρήγορα ανεβάζουν τη γλυκόζη του αίματος (το «ζάχαρο» του αίματος όπως λέγεται στην καθημερινή γλώσσα). Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, ο γλυκαιμικός δείκτης δείχνει ουσιαστικά πόσο γρήγορα γίνεται η πέψη ενός τροφίμου.

Ο χρόνος που το στομάχι επεξεργάζεται μια τροφή εξαρτάται όχι μόνο από την ποσότητα της τροφής αλλά και από το είδος της.

Συμπερασματικά οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση 100 g καθαρής φρουκτόζης ως γλυκαντικής ουσίας σε κέικ και ποτά, ή από μόνη της, οδηγεί σε σημαντικά μειωμένη γλυκαιμική επίδραση, όπως υποδεικνύεται από

σημαντικά λιγότερο σοβαρές αντιδράσεις γλυκόζης και της ινσουλίνης. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα, "η φρουκτόζη μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη ως γλυκαντικός παράγοντας στη διαιτητική θεραπεία για επιλεγμένους ασθενείς με αντιδραστική υπογλυκαιμία."

Η κρυσταλλική φρουκτόζη αρχικά προωθήθηκε ως θρεπτικός ωφέλιμο γλυκαντικό λόγω των μοναδικών μεταβολικών διεργασιών του στο σώμα. Αρχικές συνθέσεις των προϊόντων με στόχο τη διατροφή και την υγεία των καταναλωτών που περιλαμβάνονται σε σκόνη για τη διατροφή και στα ποτά για τον αθλητισμό, τις διατροφικές σοκολάτες, και ειδικά για διαβητικούς και τα διαιτητικά τρόφιμα. Οι επιστήμονες επιχείρησαν να ενσωματώσουν τη κρυσταλλική φρουκτόζη που έχει υψηλή ένταση στα κύρια προϊόντα διατροφής (Σφλώμος, 2011).

3.4 Γλυκοζίτες στεβιόλης

Το φυτό στέβια, με επιστημονική ονομασία *Stevia Rebaudiana* Bertoni, εντάσσεται στην ευρύτερη οικογένεια Asteraceae, στην οποία ανήκουν κοινά φυτά όπως οι μαργαρίτες και τα χρυσάνθεμα. Πρόκειται για ένα πολυετές, ποώδες, πολύκλαδο και αυτοφυές φυτό των υψιπέδων της Βραζιλίας και της Παραγουάης. Το όνομα του φυτού δόθηκε προς τιμή του Ισπανού ιατρού και βοτανολόγου του 16ου αιώνα Pedro Jaime Esteve (Stevius). Το ύψος του φυτού είναι 60-70 cm, αλλά μπορεί να φθάσει και το 1 m. Τα φύλλα του έχουν μήκος 2 έως 3 cm. Συνολικά έχουν καταγραφεί 100 έως 200 ποικιλίες στέβιας οι οποίες συναντώνται στο Μεξικό και στις νότιες πολιτείες των ΗΠΑ. Οι Ινδιάνοι της φυλής των Γκουαράνι (Guarani), αυτόχθονες των περιοχών της Παραγουάης και Βραζιλίας, χρησιμοποιούσαν για αιώνες τα φύλλα της στέβιας και τα εκχυλίσματά τους ως γλυκαντική και φαρμακευτική ουσία. Την ονόμαζαν «καα-χε-έ» (kaa-he-é), που σημαίνει «φύλλο – μέλι». Ένα ξερό φύλλο του φυτού είναι 10 έως 15 φορές γλυκύτερο από ίσο βάρος ζάχαρης, ενώ κονιοποιημένα ξηρά παρασκευάσματα από εκχυλίσματα των φύλλων στέβιας είναι μέχρι και 300 φορές γλυκύτερα. Οι Ευρωπαίοι γνώρισαν τις ιδιότητες της στέβιας από την εποχή των κατακτήσεων της Νότιας Αμερικής. Οι Ισπανοί κατακτητές είχαν ονομάσει το φυτό "Yerba Dulce" (γλυκό βοτάνι). Ωστόσο, αυτό το «γλυκό βοτάνι» στη συνέχεια ξεχάστηκε ή έμεινε στα επίπεδα μιας παλιάς ανάμνησης ή ενός τοπικού θρύλου.

Ο Bertoni ονόμασε τη νέα αυτή ποικιλία της στέβιας *Rebaudiana*, προς τιμήν του Παραγουανού χημικού Ovidio Rebaudi, που πρώτος απομόνωσε με εκχύλιση τα γλυκά συστατικά του φυτού. Δικαιολογημένα οι Παραγουανοί θεωρούν τη στέβια ως εθνικό προϊόν και επιδιώκουν η χώρα τους να χαρακτηριστεί ως χώρα προέλευσης του φυτού.



Σχήμα 3.3: (a) Μορφολογία του φυτού της Stevia (b) προετοιμασία εδάφους και χάραξη αυλακιών για τη φύτευση (c) καλλιέργεια των βλαστών στις κορυφές των αυλακιών, (d) Νερά φυτά, (e) Δίκτυο άρδευσης σε χωράφι με το φυτό Stevia, (f) Φύλλα από το φυτό Stevia, έτοιμα για συλλογή (g) Στάδιο ανθοφορίας του φυτού (πηγή: Singh and Rao 2005)

Το 1908 ο Raenack απομόνωσε σε κρυσταλλική μορφή τις γλυκαντικές ύλες από αλκοολικό εκχύλισμα εκχύλισμα φύλλων στέβιας. Η έρευνα για το φυτό και τις γλυκαντικές ουσίες που παράγονται από το φυτό συνεχίστηκε (1931) από δύο Γάλλους χημικούς, οι οποίοι απομόνωσαν τους γλυκοζίτες που δίνουν τη γλυκιά γεύση στη στέβια (Bridel M, Lavielle R: "Sur le principe sucre des feuilles de kaa-he-e (stevia rebaudiana B)", Academie des Sciences Paris Comptes Rendus (Parts 192): 1123-1125, 1931.)

Η στέβια έγινε ευρύτερα γνωστή κατά τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, λόγω της έλλειψης ζάχαρης. Τότε, η στέβια άρχισε να καλλιεργείται στη Μ. Βρετανία ως υποκατάστατο της ζάχαρης και μετά τον πόλεμο, η Ιαπωνία συνέχισε τις έρευνες πάνω στις δυνατότητες διατροφικής αξιοποίησης της στέβιας. Σήμερα παραμένει ως η κύρια παραγωγός χώρα γλυκαντικών προϊόντων στέβιας.

Λόγω των περιορισμών στη χρήση συνθετικών γλυκαντικών ουσιών που ισχύουν στην Ιαπωνία, έχει εγκριθεί η χρήση των γλυκοζιτών της στέβιας σε πολλά τρόφιμα, στα οποία περιλαμβάνονται δημητριακά, τσάι και αναψυκτικά. Η στέβια καλλιεργείται επίσης στη Νότια Αμερική, στον Καναδά, τις ΗΠΑ, στην Ευρώπη, στην Αυστραλία, στην Κίνα και άλλες ασιατικές χώρες.

Στην Ελλάδα το 2012 ιδρύθηκε ο πρώτος συνεταιρισμός παραγωγών στέβιας «Stevia Hellas», με τα μέλη του να δραστηριοποιούνται κυρίως στους νομούς Φθιώτιδας και Θεσσαλίας. Απαρτίζεται από 206 παραγωγούς (Α. Στεργίου «Στέβια, αντί για καπνά» Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία 20 Οκτ. 2013) οι οποίοι μεταπήδησαν από τον τομέα της καπνοπαραγωγής στη συγγενή καλλιέργεια της στέβιας. Πειραματικές καλλιέργειες είχαν αρχίσει ήδη από το 2006, αλλά ο συνεταιρισμός μόλις τον Αύγουστο του 2013 άρχισε να συγκομίζει και να διαθέτει στην αγορά τις πρώτες ποσότητες αμιγούς ελληνικής στέβιας.

Νομοθετικό πλαίσιο

Οι γλυκοζίτες στεβιόλης (E960) χρησιμοποιούνται ως γλυκαντική ουσία και εξάγονται από τα φύλλα του φυτού *Stevia rebaudiana*. Η γλυκαντική αυτή ουσία έχει έως και 300 φορές τη γλυκύτητα της ζάχαρης, αλλά μια σχεδόν αμελητέα επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα: Ως εκ τούτου, θεωρείται από κάποιους ως ένα ελκυστικό υποκατάστατο της ζάχαρης. Σε μια επιστημονική γνώμη που εξέδωσε τον Απρίλιο του 2010, η ομάδα ANS κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι γλυκοζίτες στεβιόλης δεν είναι γενετοξικοί ή καρκινογόνοι και καθόρισε ως ΑΗΠ τα 4 mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα, σύμφωνα με τη σύσταση της Μικτής FAO/WHO Επιτροπής Εμπειρογνομόνων για τα πρόσθετα τροφίμων (JECFA) το 2008. (PFAN, 2010) Η ΑΗΠ αυτή ισοδυναμεί με καθημερινή δόση έως και 240 mg για μια γυναίκα 60 κιλών ή 280mg για έναν άνδρα 70 κιλών. (www.eufic.org) Η Ομάδα σημείωσε, ωστόσο, ότι η ADI θα μπορούσε να υπερβληθεί τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά, εάν αυτή η γλυκαντική ουσία χρησιμοποιείτο στα ανώτατα όρια που προτείνονται από τους αιτούντες. Μετά από αίτημα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής τον Ιανουάριο του 2011, η EFSA αναθεώρησε την προηγούμενη εκτίμηση της έκθεσης

των καταναλωτών σε αυτό το γλυκαντικό με βάση αναθεωρημένα επίπεδα χρήσης που προτείνονται από τους αιτούντες. Η Επιτροπή ANS κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι αν και οι αναθεωρημένες εκτιμήσεις της έκθεσης ήταν ελαφρώς χαμηλότερες από αυτές τον Απρίλιο του 2010 οι ενήλικες και τα παιδιά που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες τροφίμων που περιέχουν γλυκοζίτες στεβιόλης, θα μπορούσαν ακόμα υπερβαίνουν την ADI που ορίστηκε από την Επιτροπή, εάν η γλυκαντική ουσία χρησιμοποιείται στα ανώτατα όρια που προτείνονται. Το Νοέμβριο του 2011, η Επιτροπή εξέδωσε τον κανονισμό της ΕΕ 1131/2011 με τον οποίο χορήγησε την άδεια για τη χρήση των γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντική ουσία σε τρόφιμα. (EFSA, 2011). Στο πρόσθετο τροφίμων αποδόθηκε ο αριθμός «E 960» και προστέθηκε στον επίσημο κατάλογο της ΕΕ των εγκεκριμένων προσθέτων τροφίμων. Οι κύριοι «συμμετέχοντες» στη συνολική αναμενόμενη έκθεση σε γλυκοζίτες στεβιόλης είναι μη αλκοολούχα αρωματισμένα ποτά (αναψυκτικά). Η Αρχή εξέφρασε στη γνωμοδότησή της την ADI για γλυκοζίτες στεβιόλης ως ισοδύναμα στεβιόλης. Η διατροφική έκθεση σε γλυκοζίτες στεβιόλης επίσης εκφράστηκε ως ισοδύναμα στεβιόλης. Επομένως, τα ανώτατα επιτρεπόμενα επίπεδα χρήσης θα πρέπει επίσης να εκφράζονται ως ισοδύναμα στεβιόλης. Τα ανώτατα επίπεδα γλυκοζιτών στεβιόλης εκφράζονται ως άθροισμα όλων των γλυκοζιτών στεβιόλης που αναφέρονται ονομαστικά στις προδιαγραφές και μπορούν να μετατραπούν σε ισοδύναμα στεβιόλης χρησιμοποιώντας τους συντελεστές μετατροπής που αναφέρονται στις τεχνικές προδιαγραφές. Τα μέτρα που προβλέπονται στον παρόντα κανονισμό είναι σύμφωνα με τη γνώμη της μόνιμης επιτροπής για την τροφική αλυσίδα και την υγεία των ζώων και ούτε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ούτε το Συμβούλιο αντιτάχθηκαν σε αυτά (COMMISSION REGULATION (EU) No 1131/2011). Εκτός από την ΕΕ, στις 20/12/2008 2008 ο FDA (Food and Drug Administration) των ΗΠΑ ενέκρινε τη χρήση του γλυκαντικού από το φυτό στέβια, ενώ και η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία ενέκριναν πρόσφατα ορισμένα παρασκευάσματα γλυκοζιτών στεβιόλης ως συστατικά σε φαγητά και ροφήματα στις αγορές τους. Στις ΗΠΑ στις 20/12/2008 εγκρίθηκε με καθυστέρηση η χρήση των γλυκοζιτών στεβιόλης ως τρόφιμο και υποκατάστατο της ζάχαρης, ενώ μέχρι τώρα επιτρεπόταν η χρήση τους μόνο ως διαιτητικό συμπλήρωμα διατροφής. Η καθυστέρηση στην έγκριση των γλυκοζιτών στεβιόλης από ΗΠΑ και ΕΕ ως τρόφιμο και ως υποκατάστατο της ζάχαρης δεν οφείλεται σε επιστημονικούς λόγους (δήθεν τοξικότητας της στέβιας), αλλά πρωτίστως σε πολιτικούς λόγους και σε ισχυρές αντιστάσεις και αντιδράσεις οικονομικών συμφερόντων (παραγωγούς ζάχαρης και ασπαρτάμης) στις ΗΠΑ και στην ΕΕ.

Στεβιόλη

Η στεβιόλη (steviol) είναι ένα τετρακυκλικό διτερπένιο με σκελετό ent-καουρενίου (ent-kaurene) και αποτελεί το άγλυκο τμήμα των γλυκοζιτών που βρίσκονται στα φύλλα της στέβιας. Οι γλυκοζίτες της στεβιόλης προκύπτουν με αντικατάσταση του υδρογόνου του καρβοξυλίου (κάτω μέρος του μορίου της στεβιόλης, θέση R1) με γλυκόζη (glucose, Glc) σχηματίζοντας ένα εστέρα και του υδρογόνου του υδροξυλίου (επάνω μέρος του μορίου, θέση R2) με συνδυασμούς μορίων κυρίως γλυκόζης και σε κάποιους γλυκοζίτες με τα σάκχαρα ραμνόζη (rhamnose, Rha) και ξυλόζη (xylose, Xyl). Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται πληροφορίες ως προς τη δομή των κυριότερων γλυκοζιτών της στεβιόλης, που βρίσκονται στο εκχύλισμα της στέβιας.

Πίνακας 3.2: Δομή και ονομασίες των κυριότερων γλυκοζιτών στεβιόλης

<p>Πηγή: (Geuns JMC: "Molecules of Interest: Stevioside", Phytochemistry 64: 913-921, 2003)</p>			
<p>β-Γλυκόζη α-Ραμνόζη β-Ξυλόζη</p>			
Ονομασία ένωσης	R1	R2	Γλυκαντική ισχύς
Στεβιόλη	H	H	-
Στεβιολοβιοσίδη	H	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	100 - 125
Στεβιοσίδη	β -Glc	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	150 - 300
Ρεμπαουδιοσίδη A	β -Glc	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	250 - 400
Ρεμπαουδιοσίδη B	H	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	300 - 350
Ρεμπαουδιοσίδη C (Δουλκοσίδη B)	β -Glc	β -Glc- α -Rha (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	50 - 120
Ρεμπαουδιοσίδη D	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	250 - 450
Ρεμπαουδιοσίδη E	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	β -Glc- β -Glc (2 \rightarrow 1)	150 - 300
Ρεμπαουδιοσίδη F	β -Glc	β -Glc- β -Xyl (2 \rightarrow 1) β -Glc (3 \rightarrow 1)	-
Δουλκοσίδη A	β -Glc	β -Glc- α -Rha (2 \rightarrow 1)	50 - 120

Η στέβια καλλιεργείται συστηματικά και χρησιμοποιείται ως γλυκαντική ύλη στην Ιαπωνία, Κίνα (η κυριότερη παραγωγός χώρα με 200.000 στρέμματα καλλιεργειών στέβιας), Ταϊβάν, Ταϊλάνδη, Μαλαισία και στο Ισραήλ και σε χώρες της Λατινικής Αμερικής, όπως η Βραζιλία, Κολομβία και η Παραγουάη.

Οι γλυκοζίτες της στέβιας δεν επηρεάζουν τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και λόγω των απαιτούμενων μικρών ποσοτήτων δεν επιβαρύνουν με θερμίδες τη διατροφή. Συχνά αναφέρεται στις διαφημίσεις ότι οι γλυκοζίτες έχουν μηδενικό θερμιδικό περιεχόμενο, ωστόσο αυτό είναι λάθος εφόσον περιέχουν σάκχαρα τα οποία προσλαμβάνει ο οργανισμός. Απλά, η διαιτητική τους αξία βασίζεται στην πολύ μικρή ποσότητά τους που χρειάζεται για την επίτευξη γλυκαντικού αποτελέσματος.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα του κρυσταλλικού μίγματος των γλυκοζιτών της στέβιας είναι η σταθερότητά του σε θερμοκρασία έως και 200°C (δεν υφίσταται διάσπαση ή καραμελοποίηση), ιδιότητα που επιτρέπει τη χρήση του στη μαγειρική και ζαχαροπλαστική σε αντίθεση με τη συνθετική ασπαρτάμη. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του εκχυλίσματος γλυκοζιτών της στέβιας (στεβιοσίδη) και συγκρίνονται με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των πλέον κοινών τεχνητών γλυκαντικών ουσιών.

Πίνακας 3.3: Σύγκριση της στεβιοσίδης με τα κοινά τεχνητά γλυκαντικά μέσα
Δομή και ονομασίες των κυριότερων γλυκοζιτών στεβιόλης

<i>Πηγή: Mohamed Diaa ElDin Soliman (1997). Stevi Plant, Natural Concentrated sweeteners .Egyptian Society of Sugar Technologists, 28th Annual Conference , Dec. 2-4, 1997</i>					
Ιδιότητα	Ασπαρτάμη	Ακεσουλφάμη Κ	Κυκλαμικά	Σακχαρίνη	Στεβιοσίδη
Τρόπος παρασκευής	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Συνθετική	Φυσική
Γλυκαντική ισχύς	200	150	30	250	200
Σταθερότητα στη θέρμανση	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα σε διάφορα pH	Μέτρια	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή	Σταθερή
Σταθερότητα στο ψήσιμο	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Διαλυτότητα στην αλκοόλη	Όχι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Ναι
Σταθερότητα στο μαγείρεμα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Αίσθηση πλήρωσης του στόματος	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Χρησιμοποιείται από	το 1981	το 1988	το 1938	το 1879	Αιώνες

Πλεονεκτήματα της χρήσης των γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντικό

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

- είναι ένα εντελώς φυσικό, μη συνθετικό προϊόν
- οι γλυκοζίτες στεβιόλης δεν περιέχουν θερμίδες
- τα φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη φυσική τους κατάσταση
- απαιτούνται μικρές ποσότητες, χάρη στην τεράστια γλυκαντική της δύναμη (τα ξηρά φύλλα 40 φορές και οι γλυκοζίτες στεβιόλης έως 300 φορές μεγαλύτερη γλυκύτητα από τη ζάχαρη)
- το φυτό δεν παρουσιάζει τοξικότητα
- τα φύλλα, καθώς και ο καθαρός γλυκοζίτης στεβιόλης μπορεί να μαγειρευτεί και να χρησιμοποιηθεί στο ψήσιμο
- το γλυκαντικό διατηρείται σταθερό όταν θερμαίνεται μέχρι και στους 200°C
- κλινικές δοκιμές και συχνή ανθρώπινη χρήση δεν έδειξαν αρνητικά αποτελέσματα
- ιδανική, μη εθιστική γλυκαντική ουσία για τα παιδιά
- πολυετής διάρκεια ζωής στο ράφι
- μπορεί να αναμιχθεί με άλλα γλυκαντικά με αξιοσημείωτα αποτελέσματα ενίσχυσης γεύσης (www.eustas.org)

Μειονεκτήματα της χρήσης γλυκοζιτών στεβιόλης ως γλυκαντικό

Το γλυκαντικό από το φυτό στέβια όμως παρουσιάζει και μερικά ελαττώματα, που δυσχεραίνουν τη χρήση του στη βιομηχανία τροφίμων. Κατ' αρχήν η στεβιοσίδη αφήνει μία πικρή επίγευση, που χαρακτηρίζει τη γεύση του εκχυλίσματος στέβιας και δυσαρεστεί τους καταναλωτές. Σε αντίθεση με τη ζάχαρη, οι γλυκοζίτες στεβιόλης, δεν συμμετέχουν σε μη ενζυμική κασπάνωση και δεν καραμελοποιούνται κατά το ψήσιμο, ενώ δεν μπορούν να μεταβολιστούν μέσω μαγιάς. Σημαντικό στην παρασκευή γλυκισμάτων με γλυκαντικό από στέβια είναι επίσης ο μειωμένος όγκος γλυκαντικού που απαιτείται για συγκεκριμένη γλυκύτητα σε σύγκριση με τη ζάχαρη. (www.eustas.org)

Ερυθριτόλη

Με βάση τα όσα αναλύθηκαν παραπάνω γίνεται ξεκάθαρο ότι η στέβια είναι μια ουσία που δεν χρησιμοποιείται σε 100% καθαρότητα αλλά σε συνδυασμό με έναν φορέα. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία για την εκτέλεση του πειραματικού μέρους

χρησιμοποιήθηκε στέβια με φορέα ερυθριτόλη. Άλλος συνήθης φορέας για την στέβια είναι η σουκραλόζη.

Η ερυθριτόλη είναι μια άλλη γλυκαντική ουσία χαμηλής θερμιδικής αξίας. Είναι μια αλκοόλη σακχάρου που βρίσκεται φυσιολογικά σε ορισμένα φρούτα. Περιέχει 0,24 θερμίδες ανά γραμμάριο, ή περίπου 6% των θερμίδων της ζάχαρης, με 70% της γλυκύτητας της. Η ερυθριτόλη δεν επιδρά στα επίπεδα σακχάρου στο αίμα ή τα επίπεδα ινσουλίνης και δεν έχει καμία επίδραση σε βιοδείκτες όπως η χοληστερόλη ή τα τριγλυκερίδια. Απορροφάται μέσα στο σώμα από το έντερο, αλλά τελικά αποβάλλεται από τους νεφρούς αμετάβλητη. Μελέτες δείχνουν ότι η ερυθριτόλη είναι πολύ ασφαλής. Ωστόσο, το ίδιο όπως και με άλλες αλκοόλες σακχάρων, μπορεί να προκαλέσει πεπτικά προβλήματα αν καταναλώνεται σε μεγάλες ποσότητες. Η ερυθριτόλη στη γεύση μοιάζει πολύ με τη ζάχαρη, αν και μπορεί να έχει ήπια επίγευση. Η ερυθριτόλη σίγουρα δεν φαίνεται να είναι επιβλαβής με οποιονδήποτε τρόπο και φαίνεται να είναι καλύτερα ανεκτή από τις περισσότερες άλλες αλκοόλες ζάχαρης.

Εν κατακλείδι η ερυθριτόλη είναι μια αλκοόλη σακχάρου που είναι πολύ γλυκιά, αλλά χαμηλή σε θερμίδες. Μελέτες δείχνουν ότι είναι πολύ ασφαλή για κατανάλωση, μολονότι μπορεί να προκαλέσει πεπτικά προβλήματα σε υψηλές δόσεις.

3.5 Παρασκευή πηκτών με εναλλακτικά σάκχαρα-βιβλιογραφική επισκόπηση

Την τελευταία δεκαετία, το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει στραφεί στην παρασκευή γλυκών προϊόντων με βάση τα φρούτα (μαρμελάδες, ζελέ, ζαχαρωτά κλπ.) αντικαθιστώντας τη ζάχαρη με εναλλακτικά σάκχαρα, ειδικά λόγω των βλαβερών επιπτώσεων του δημοφιλούς αυτού υδατάνθρακα στην υγεία του ανθρώπου. Πιο συγκεκριμένα, οι Pizzolato et al 2012 παρασκεύασαν μαρμελάδα από μούρα με τον παραδοσιακό τρόπο (σακχαρόζη) αλλά και με σταδιακή υποκατάσταση αυτής με γλυκοζίτες στεβιόλης σε ποσοστά 25-50-75 και 100%. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα καινοτόμα προϊόντα πηκτής (με τη στέβια) παρουσίασαν παραπλήσια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, αλλά μόνο εκείνα με το χαμηλό ποσοστό υποκατάστασης έγιναν αποδεκτά από τους δοκιμαστές, μετά από αντίστοιχο οργανοληπτικό έλεγχο των τελικών δειγμάτων. Αυτό φανερώνει ότι το μεγάλο ποσοστό γλυκοζιτών στεβιόλης προσδίδει τέτοια γλυκύτητα (σε ένταση, και ενδεχομένως σε ποιότητα) που δεν είναι αρεστή στο καταναλωτικό κοινό. Σε μια αντίστοιχη, πιο πρόσφατη εργασία, οι Belovic et al 2017 παρασκεύασαν εναλλακτικές μαρμελάδες από πούλπα τομάτας με 50% αντικατάσταση της σακχαρόζης με γλυκοζίτες στεβιόλης και με πλήρη αντικατάσταση της με 50% φρουκτόζη και 50% γλυκοζίτες στεβιόλης, επιδιώκοντας να παρασκευάσουν ένα διαιτητικό προϊόν, κατάλληλο για διαβητικούς. Ταυτόχρονα, εξετάστηκε και η επίδραση προσθήκης LM πηκτίνης στην υφή των τελικών προϊόντων. Τα διαφορετικά προϊόντα εξετάστηκαν ως προς την ευκολία επάλειψης (ως πιθανά spreads), και βρέθηκε ότι η LM παίζει σημαντικό ρόλο σε χαρακτηριστικά υφής, ενώ το

οργανοληπτικό πάνελ αξιολόγησε θετικά το προϊόν με τη συνολική αντικατάσταση σακχαρόζης από φρουκτόζη και γλυκοζίτες στεβιόλης.

Οι Santanu et al. 2013 μελέτησαν την παρασκευή μαρμελάδας από μάνγκο με αντικατάσταση της σακχαρόζης από γλυκοζίτες στεβιόλης και σουκραλόζη, προκειμένου να παράξουν προϊόντα με ελαττωμένες θερμίδες. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι, από όλες τις απόπειρες, μόνο η κατά 25% αντικατάσταση με στέβια ή σουκραλόζη (σε αντίθεση με την κατά 50-75 και 100% αντικατάσταση) έδωσε αποδεκτά τελικά προϊόντα, στα οποία μετρήθηκαν ρεολογικά, δομικά και άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον εύρημα της εργασίας αυτής είναι ότι η μελέτη της μικροδομής των διαφορετικών μαρμελάδων έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στη διαμόρφωση του μικροδικτύου της πηκτίνης, στην πηκτή με τη σακχαρόζη και σε αυτές που περιείχαν και ποσοστό 25% σε σουκραλόζη και γλυκοζίτες στεβιόλης.

Οι Carvalho et al. 2013 μελέτησαν την παρασκευή διαιτητικής μαρμελάδας φράουλας με χρήση στέβιας (rebaudioside-A) από το αντίστοιχο φυτό και μέτρησαν τις φυσικοχημικές, μικροβιολογικές και οργανοληπτικές του ιδιότητες, σε σύγκριση με ένα δείγμα αναφοράς, που είχε παρασκευασθεί εξ ολοκλήρου με σουκραλόζη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, ενώ η οργανοληπτική αξιολόγηση έδειξε να υπερτερεί το δείγμα με τους γλυκοζίτες της στεβιόλης, ειδικά όσον αφορά στο άρωμα και τη συνολική προτίμηση (εκφραζόμενη ως πρόθεση για αγορά του προϊόντος).

Τέλος, υπήρξαν λίγες δημοσιεύσεις (Garcia-Martinez et al 2002, Igual et al. 2010, 2014) που πρότειναν νέες, εναλλακτικές μεθόδους παρασκευής μαρμελάδας (σε αντικατάσταση της θερμικής μεθόδου) με βάση την ωσμωτική αφυδάτωση (πρώτης ύλης φρούτου, προηγουμένως ωσμωτικά αφυδατωμένου ή τη χρήση μικροκυμάτων). Τα συμπεράσματα τους έδειξαν ότι οι πηκτές που παρασκευάστηκαν μετά από ωσμωτική αφυδάτωση του φρούτου διατήρησαν καλύτερα το χρώμα του νωπού καρπού, συγκρινόμενες με τις θερμικά παρασκευασμένες, αλλά ήταν απαραίτητη η ενίσχυση σε ίνες, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή συνεκτικότητα του τελικού προϊόντος. Από την άλλη μεριά, η επεξεργασία με μικροκύματα επηρέασε το χρώμα σε παρόμοιο βαθμό με τη συμβατική θέρμανση των δειγμάτων, αυξάνοντας όμως τη συνεκτικότητα των δειγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΗΚΤΩΝ

Επιγραμματικά, οι συσκευασίες της μαρμελάδας είναι οι εξής:

- Γυάλινα βάζα.
- Πλαστικές συσκευασίες.
- Ατομικές μερίδες (για ξενοδοχεία, καφετερίες, εστιατόρια).
- Δοχεία άνω των 2 κιλών(για τροφοδοσία διαφόρων επιχειρήσεων).

Η επιλογή του υλικού συσκευασίας (περιέκτη) γίνεται με βάση τα εξής κριτήρια:

1. Αεροστεγής στεγανότητα μετά το κλείσιμο (να μην υπάρχει δυνατότητα εισόδου μικροοργανισμών και οξυγόνου).
2. Καλή αντοχή στις καταπονήσεις και ιδίως στις πιέσεις κατά τη θερμική επεξεργασία και την ψύξη που ακολουθεί(Αυξομειώσεις θερμοκρασιών)
3. Το υλικό συσκευασίας δεν πρέπει να αντιδρά με τα συστατικά του περιεχομένου τροφίμου και να μη γίνεται « μετανάστευση» ανεπιθύμητων ουσιών από το υλικό συσκευασίας προς το τρόφιμο.
4. Καλή προσαρμοστικότητα στο ρυθμό λειτουργίας των γεμιστικών και κλειστικών Μηχανημάτων

4.1 Συσκευασία σε γυάλινους περιέκτες (Featherstone 2016)

Η συσκευασία αυτή είναι η συνηθέστερη, προκειμένου για τις μαρμελάδες φρούτων. Ίσως το μοναδικό τους μειονέκτημα είναι ότι είναι εύθραυστα και δεν αντέχουν τα θερμικά σοκ(απότομες θερμοκρασιακές αυξομειώσεις). Από την άλλη μεριά όμως, έχουν τα εξής πλεονεκτήματα :

- Είναι διαφανείς και επιτρέπουν στον καταναλωτή να βλέπει το προϊόν (π.χ. μαρμελάδες, κονσερβοποιημένες ελιές, σπαράγγια, πίκλες)
- Επίσης είναι χημικά αδρανείς και δεν επηρεάζουν χημικά το προϊόν.
- Μετά το άνοιγμα, το τρόφιμο μπορεί να παραμείνει χωρίς τον κίνδυνο διάβρωσης.
- Πριν το γέμισμα, πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικά με φύσημα πεπιεσμένου αέρα και ψεκασμό με θερμό νερό.

Πώματα

Τα πώματα(καπάκια) που χρησιμοποιούνται για το κλείσιμο των γυάλινων περιεκτών ταξινομούνται σε τρεις κύριες κατηγορίες :

- Πώματα πίεσεως
- Πώματα κενού
- Κοινά πώματα

Τα πώματα πίεσεως είναι πώματα γυάλινων φιαλών και χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου η πίεση στο εσωτερικό του δοχείου είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (π.χ. γυάλινη συσκευασία αναψυκτικών με ανθρακικό) και μπορεί να κυμαίνεται από 2 μέχρι 8 atm. Τα πώματα αυτά κατασκευάζονται από λευκοσίδηρο σε συνδυασμό με liner από φελλό ή plastisol και αφαιρούνται από το γυάλινο δοχείο με ειδικό εργαλείο (ανοιχτήρι) που ενεργεί σαν μοχλός. Τα πώματα κενού είναι πώματα γυάλινων βάζων και χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου η πίεση στο εσωτερικό του δοχείου είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική (π.χ. γυάλινη συσκευασία που περιέχει τρόφιμα που έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία). Υπάρχουν διάφοροι τύποι πωμάτων κενού που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση και μπορεί να είναι είτε παραβιαζόμενα (pry-off cap) είτε βιδωτό με προεξοχές (lug-type twist cap). Τέλος, τα κοινά πώματα είναι συνήθως βιδωτά πώματα που χρησιμοποιούνται και για φιάλες και για βάζα, είναι σχεδιασμένα απλά και ο μοναδικός τους ρόλος είναι να συγκρατούν το περιεχόμενο τρόφιμο μέσα στο γυάλινο περιέκτη.



Εικόνα 4.1: Γυάλινοι περιέκτες για μαρμελάδες.

Διαδικασία συσκευασίας

Οι σύγχρονες τάσεις στη γυάλινη συσκευασία έχουν στόχο την δημιουργία γυάλινων περιεκτών οι οποίοι θα περιορίζουν στο ελάχιστο την επίδραση των παραπάνω μειονεκτημάτων. Πιο συγκεκριμένα γίνεται προσπάθεια να αυξηθεί η μηχανική αντοχή τους, να μειωθεί το βάρος τους, καθώς και να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια το κόστος κατασκευής τους. Αυτό επιτυγχάνεται σε σημαντικό βαθμό με την παραγωγή γυάλινων περιεκτών οι οποίοι διαθέτουν λεπτά τοιχώματα τα οποία επικαλύπτονται εξωτερικά με διάφορα πλαστικά υλικά ή ειδικούς κηρούς (Παπαδάκης 2010). Οι γυάλινοι περιέκτες που κατασκευάζονται με αυτόν τον τρόπο παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τους κλασικούς γυάλινους περιέκτες, ενώ το βάρος τους μπορεί να είναι μειωμένο μέχρι και 20% γεγονός που, εκτός των άλλων, μειώνει και το κόστος μεταφοράς τους. Σε κάθε περίπτωση, όπου τα φρούτα έχουν την τάση να επιπλέουν, λόγω του ότι είναι σε μεγάλα κομμάτια, η και ολόκληρα φρούτα, όπως π.χ φράουλες, βατόμουρα, κ.λπ., συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται πηκτίνες ταχείας πήξης, οι οποίες δίνουν στο προϊόν γρήγορα μια αύξηση πυκνότητας, αμέσως μετά την θερμική

επεξεργασία, και επίσης, με τον τρόπο αυτό, το φρούτο κατανέμεται ομοιόμορφα μέσα στο δοχείο.

Όμως στην περίπτωση των μαρμελάδων με μεγάλα κομμάτια ροδάκινου, φράουλας, κερασιών, που έχουν παραχθεί με τη μέθοδο της εξάτμισης σε πλάκες (ή του ανοικτού βραστήρα), είναι αναγκαίο και πολύ επιθυμητό επίσης, το να ψύχονται οι μαρμελάδες σε ένα δοχείο με κάλυμμα πριν από την στιγμή που θα οδηγηθούν στο μηχάνημα του γεμίσματος. Αλλιώς, το γέμισμα θα γίνει με το υλικό πολύ ζεστό, με αποτέλεσμα αυτό να επιπλέει. Εάν δεν γίνει ψύξη, η επίπλευση του υλικού μπορεί να ελεγχθεί μόνο με τη χρήση υπερβολικής ποσότητας πηκτίνης, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα, αυτή να σχηματίσει ένα πολύ σφικτό πήκτωμα (ζελέ) κατά την πήξη. Επομένως, η διεργασία της ψύξης θεωρείται θεμελιώδης. Κανονικά οι μαρμελάδες ψύχονται σε θερμοκρασία περίπου 71 °C και μερικές φορές σε 60°C, πριν από το γέμισμα. Στην περίπτωση των μαρμελάδων, που έχουν την τάση να διαχωρίζονται σε σιρόπι και φρούτο, μέσα στη χοάνη ή τη δεξαμενή του γεμιστικού μηχανήματος, ακόμη και αν έχει ψυχθεί λίγο, θα ήταν καλό στο σημείο αυτό να γίνει μια ήπια ανάδευση στο υλικό. Με τον τρόπο αυτό, θα υπάρχει ομοιογένεια στο προϊόν, με το οποίο θα γεμισθούν τα δοχεία.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του γεμιστικού μηχανήματος, είναι καλό να παρακολουθεί κανείς το καθαρό βάρος των έτοιμων, φινιρισμένων συσκευασιών, όπως έρχονται από το μηχάνημα του γεμίσματος (γεμιστικό). Λόγω τού μεγαλύτερης πυκνότητας των μαρμελάδων, συνήθως 1,33 φορές μεγαλύτερης σε σχέση με το νερό, συχνά συμβαίνει το έτοιμο προϊόν που έχει μεγαλύτερο βάρος εκείνη τη στιγμή, να τοποθετείται σε ένα δεδομένο δοχείο που είναι προορισμένο για μικρότερο βάρος.

Καθάρισμα των δοχείων

Τα γυάλινα δοχεία θα πρέπει να καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα ή με νερό πριν από το γέμισμα. Η διαδικασία είναι η εξής:

1) Η προθέρμανση των δοχείων

Γίνεται για να αποφευχθεί η διοχέτευση ζεστού προϊόντος σε ψυχρό υάλινο δοχείο. Θα προκύψουν πιθανόν μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές, με φυσικό αποτέλεσμα τη θραύση του γυαλιού, και επίσης, για να μην ψύξει το κρύο δοχείο τη θερμοκρασία του προϊόντος κάτω από τα ασφαλή για την υγεία των καταναλωτών επίπεδα θερμοκρασίας, και επομένως να ελαττώσει την πιθανότητα της μόλυνσης του προϊόντος. Τα δοχεία θα πρέπει να προθερμαίνονται πριν από το γέμισμα. Για δοχεία χωρητικότητας μέχρι 2 λίτρων, η προθέρμανση θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του δοχείου και του ζεστού προϊόντος να μην είναι μεγαλύτερη από 16°C. Για δοχεία χωρητικότητας 2 λίτρων ή μεγαλύτερης, η μέγιστη θερμοκρασιακή αυτή διαφορά δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10°C.

2) Γέμισμα των δοχείων

Γενικά, χρησιμοποιούνται γεμιστικά μηχανήματα με πιστόνια. Η θερμοκρασία γεμίσματος μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος. Στα προϊόντα όπου η επίπλευση του φρούτου δεν είναι πρόβλημα, οι μαρμελάδες πρέπει

να γεμίζουν προθερμανθέντα δοχεία σε θερμοκρασία αρκετά υψηλή ώστε να εξασφαλίζεται μια θερμοκρασία σφραγίσματος 79-85 °C. Στις μαρμελάδες, όπου η επίπλευση του φρούτου είναι πρόβλημα, το γέμισμα γίνεται μερικές φορές σε θερμοκρασία 57°C. Σε τόσο χαμηλή θερμοκρασία, είναι απαραίτητο να παστεριωθούν τα δοχεία μετά το σφράγισμα, για αρκετό χρονικό διάστημα, έτσι ώστε τελικά το ψυχρότερο σημείο του δοχείου να έχει θερμοκρασία 82 °C.

3) Σφράγισμα

Αμέσως μετά το γέμισμα, τα δοχεία θα πρέπει να σφραγίζονται με ερμητικό τρόπο, που μπορεί να είναι σφραγίδα στο καπάκι (top seal), η πλευρικό σφράγισμα (side seal), η βιδωτό καπάκι με κάλυμμα πλαστικό(βλ. παραπάνω, στην ίδια §, πάματα). Οι μέθοδοι top seal και side seal εφαρμόζονται κατά το σφράγισμα με τζετ ατμού σε κενό.

4) Παστερίωση

Για τα προϊόντα, για τα οποία το γέμισμα των φιαλών γίνεται σε ικανοποιητική θερμοκρασία (85°C), ή και μεγαλύτερη, δεν είναι απαραίτητη η περαιτέρω παστερίωση, αλλά όμως χρειάζεται να παραμείνουν κάποιο χρονικό διάστημα πριν από την ψύξη (συνήθως 3-5 λεπτά). Μαρμελάδες, των οποίων η γέμιση έγινε σε θερμοκρασίες <85°C, θα πρέπει να παστεριωθούν μετά το ερμητικό σφράγισμα. Η παστερίωση μπορεί να συνοδεύεται από βύθιση των δοχείων σε ζεστό υδρόλουτρο, ή σε ατμόσφαιρα υδρατμών.

5) Ψύξη

Μετά την περίοδο της παστερίωσης, τα δοχεία θα πρέπει να ψύχονται το γρηγορότερο δυνατόν, έτσι ώστε να παραμένει η μέγιστη ένταση χρώματος και αρώματος στο προϊόν. Για την αποτελεσματική ψύξη, θα πρέπει να χρησιμοποιείται η μέθοδος ψεκασμού ή η μέθοδος βύθισης σε κρύο νερό. Στους ψύκτες τύπου ψεκασμού (spray type), εφαρμόζεται αρχικά μία πολύ λεπτή δέσμη κρύου νερού στο πρώτο τμήμα του ψύκτη, (για 5 λεπτά) και στη συνέχεια, ισχυρότερες δέσμες νερού, σε θερμοκρασία περίπου 57 °C, και μετά χρησιμοποιείται ψυχρότερο νερό. Στους ψύκτες τύπου βύθισης (immersion type), το πρώτο τμήμα του ψύκτη θα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασίες 57-63°C, και στη συνέχεια χρησιμοποιείται νερό πιο χαμηλής θερμοκρασίας. Ανεξάρτητα από τον τύπο της μεθόδου ψύξης που θα ακολουθηθεί, οι μαρμελάδες θα πρέπει τελικά να ψύχονται σε μία θερμοκρασία περίπου 38 °C, ή κατά τι μικρότερη, πριν να προωθηθούν για την προσθήκη ετικέτας και να κλειστούν στα χαρτοκιβώτια στην αποθήκη.

4.2 Συσκευασία σε πλαστικά σακίδια (Featherstone 2016)

Τα πλαστικά, αν και αποτελούν το νεότερο υλικό συσκευασίας, αποτελούν το μεγαλύτερο σε όγκο υλικό στη συσκευασία τροφίμων. Η αλματώδης ανάπτυξη της πλαστικής συσκευασίας οφείλεται στο σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής της καθώς και στις πάμπολλες ιδιότητες των πλαστικών (Παπαδάκης 2010). Οι σημαντικότερες ιδιότητες των πλαστικών συσκευασιών είναι οι εξής :

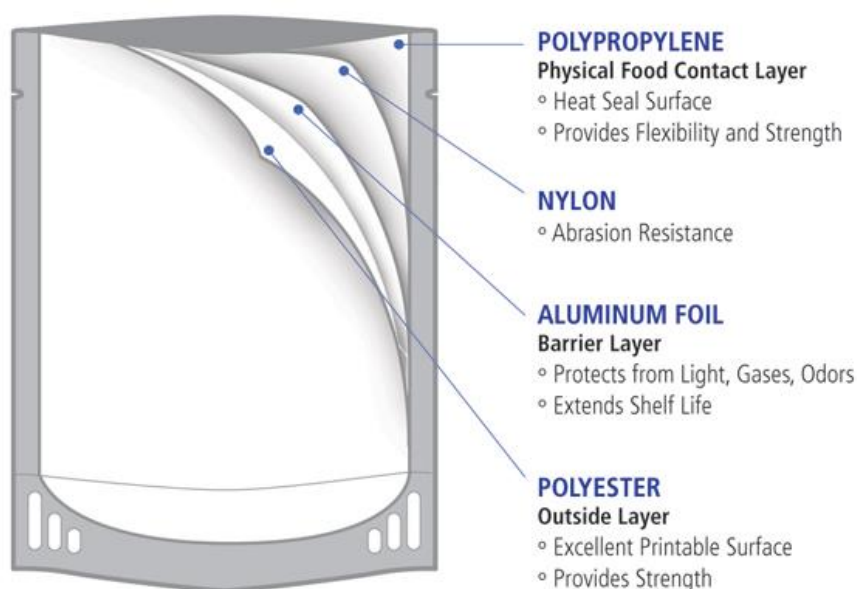
- Το χαμηλό βάρος τους. Τα πλαστικά λόγω της χαμηλής πυκνότητάς τους έχουν πολύ μικρό βάρος γεγονός που συμβάλει στη διευκόλυνση αλλά και στη μείωση του κόστους μεταφοράς. Το μόνο υλικό που είναι ελαφρύτερο από τα πλαστικά είναι το χαρτί. Επειδή, όμως, το χαρτί μειονεκτεί σε πολλά σημεία έναντι των πλαστικών, κρίνεται σχεδόν ακατάλληλο για τη συσκευασία πολλών προϊόντων.
- Η αντοχή τους στις καταπονήσεις. Τα πλαστικά χαρακτηρίζονται ως σκληρά αλλά παράλληλα και ελαστικά υλικά. Το γεγονός αυτό τους προσφέρει μεγάλη ανθεκτικότητα στις διάφορες μηχανικές καταπονήσεις και τα χτυπήματα που είναι δυνατόν να υποστούν.
- Η ανθεκτικότητά τους στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα πλαστικά παρουσιάζουν μεγάλη ανθεκτικότητα στις διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος με εξαίρεση την επίδραση του υπεριώδους φωτός. Όπως και το γυαλί, δε μουχλιάζουν ούτε διαβρώνονται όπως συμβαίνει με το χαρτί και τα μέταλλα αντίστοιχα. Έτσι τα πλαστικά είναι ιδανικά για τη συσκευασία διαβρωτικών προϊόντων καθώς και προϊόντων τα οποία πρόκειται να διατηρηθούν σε αβέβαιες συνθήκες περιβάλλοντος.
- Η στεγανότητά τους στους υδρατμούς και το οξυγόνο. Τα πλαστικά, αν και είναι λιγότερο στεγανά από το γυαλί και τα μέταλλα, εξασφαλίζουν όχι απόλυτη αλλά ικανοποιητική στεγανότητα στο οξυγόνο, τους υδρατμούς και στα άλλα αέρια. Είναι δε δυνατόν να συνδυαστούν και με άλλα εύκαμπτα υλικά, όπως για παράδειγμα το χαρτί και το αλουμινόχαρτο, και να δημιουργηθούν πολύφυλλες μεμβράνες (laminates) οι οποίες προσφέρουν πολύ καλή στεγανότητα.
- Δεν προσδίδουν ανεπιθύμητες οσμές στα τρόφιμα. Με τη τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί, είναι δυνατόν τα πλαστικά να μην προσδίδουν ανεπιθύμητες οσμές στα τρόφιμα ούτε να μεταβάλλουν τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.
- Απουσία θραυσμάτων και αιχμηρών άκρων. Σε αντίθεση με το γυαλί και τα μέταλλα, στα πλαστικά απουσιάζει ο κίνδυνος θραυσμάτων και αιχμηρών άκρων γεγονός που, αν όχι μηδενίζει, μειώνει στο ελάχιστο τον κίνδυνο τραυματισμού του καταναλωτή.
- Μεγάλο εύρος θερμοκρασιών χρησιμοποίησης. Τα πλαστικά με ειδική επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, από θερμοκρασίες βαθιάς κατάψυξης (-40 0C) έως θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες (200 0C).

Είδη πλαστικών συσκευασιών για μαρμελάδες

Τα σακίδια αποστείρωσης (retort pouches).

Αυτά αποτελούν την εναλλακτική συσκευασία των κονσερβοποιημένων τροφίμων σε μεταλλικούς και γυάλινους περιέκτες. Κατασκευάζονται από πολύφυλλες μεμβράνες οι οποίες θα πρέπει να έχουν μεγάλη μηχανική αντοχή προκειμένου να αντέξουν τη διαδικασία της αποστείρωσης του προϊόντος, να παρέχουν πλήρη στεγανότητα σε

υδρατμούς και αέρια και να εξασφαλίζουν το ερμητικό κλείσιμο του περιέκτη. Στο Σχήμα 10 παρουσιάζονται αναλυτικά τα διαφορετικά τμήματα μιας κοινής πολύφυλλης μεμβράνης που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των σακιδίων αποστείρωσης.



Σχήμα 4.1: Η δομή μίας πολύφυλλης πλαστικής μεμβράνης.

Όπως φαίνεται στο σχήμα XX, είναι κατασκευασμένα εξωτερικά από θερμοπλαστική μεμβράνη για αντοχή, συνήθως πολυεστερικής σύστασης, (προσανατολισμένο προπυλένιο, (OPP), πολυτερεφθαλικός αιθυλεστέρας, (PET)). Ενδιάμεσα έχουν επένδυση από φύλλο αλουμινίου ή πολυαμίδιο, για πλήρη στεγανότητα. Εσωτερικά από πολυαιθυλένιο (PE) ή πολυπροπυλένιο (PP) που εξασφαλίζει άριστη θερμοσυγκόλληση. Τα σακίδια αποστείρωσης διαθέτουν πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα:

1. Είναι εύχρηστα
2. Έχουν πολύ μικρό βάρος
3. Καταλαμβάνουν όγκο πολύ μικρότερο από τις αντίστοιχες μεταλλικές ή γυάλινες συσκευασίες.

Επίσης, επειδή διαθέτουν λεπτά τοιχώματα ο χρόνος θερμικής τους επεξεργασίας μπορεί να είναι μικρότερος κατά 30-50%, γεγονός που έχει ευεργετική επίδραση στην ποιότητα του τροφίμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1.1. ΟΡΓΑΝΑ

- ποτήρια ζέσεως 500ml
- Αποχυμωτής
- Ηλεκτρονικός ζυγός (KERN Kb)
- pH-μετρο (EUTECH INSTRUMENTS)
- Διαθλασίμετρο χειρός (Atago)
- γκαζάκι
- Χύτρα βρασμού
- Ηλεκτρονικό θερμόμετρο χειρός (ANALYTIKA MULTI-THERMOMETER)
- Αποστειρωμένοι γυάλινοι περιέκτες για το τελικό προϊόν
- Χρωματόμετρο (Suga Test Instruments)
- Μετρητής ενεργότητας ύδατος a_w Aqualab
- Αναλυτής Υφής (texture analyzer Stable Microsystems)

5.1.2. ΥΛΙΚΑ

- Φρούτα (πορτοκάλι – λεμόνι)
- Ζάχαρη
- Πηκτίνη 200 βαθμών (SIGMA Pectin from citrus peel /Alfa Aesar Pectin Citrus Powder)
- Παρασκεύασμα Στέβια (επιτραπέζιο γλυκαντικό με βάση τους γλυκοζίτες στεβιόλης και την ερυθριτόλη- Linodiet-) με ισοδύναμη γλυκύτητα 1:1 με τη σακχαρόζη (Linodiet, Nova foods)
- Φρουκτόζη

5.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Αρχικά παραλαμβάνεται ο χυμός από δύο πορτοκάλια και ένα λεμόνι. Για την παραλαβή του χυμού στύβονται τα φρούτα σε αποχυμωτή έως ότου το βάρος του χυμού να είναι 200-300 γραμμάρια.

Ο χυμός μεταφέρεται σε προζυγισμένα ποτήρια ζέσεως και ζυγίζεται. Από τα πορτοκάλια κόβονται λεπτές φέτες του φλοιού από τις οποίες αφαιρείται μέρος του λευκού τμήματος και κόβονται σε λεπτά τμήματα πάχους 1 cm.

Λαμβάνεται ποσότητα των λεπτών λωρίδων του φλοιού ίση με το 10% του βάρους του χυμού.

Ο φλοιός τοποθετείται σε δοχείο (κατσαρόλα) μαζί με 100g νερό και αφήνονται να βράσουν για 20 λεπτά. Προστίθεται νερό όποτε χρειάζεται για να μην καεί το μίγμα.

Ακολουθεί μέτρηση του pH και των βαθμών Brix του χυμού, με χρήση pHμέτρου και διαθλασίμετρου χειρός. Με βάση τους βαθμούς Brix του χυμού υπολογίζονται τα διαλυτά στερεά συστατικά του. Έπειτα υπολογίζεται η ποσότητα ζάχαρης (ή στέβιας/φρουκτόζης), με βάση την αναλογία φρούτο/ζάχαρη 45/55.

Για την αντικατάσταση μέρους ζάχαρης (ή και εξ' ολοκλήρου αντικατάσταση της) από στέβια/φρουκτόζη απαιτείται η εξισορρόπηση της γλυκύτητας των γλυκαντικών ουσιών ώστε το γευστικό αποτέλεσμα να είναι το επιθυμητό. Ο δείκτης γλυκύτητας της φρουκτόζης είναι 1,7 δηλαδή η φρουκτόζη είναι κατά 70% πιο γλυκιά από τη ζάχαρη. Το παρασκεύασμα στέβιας που χρησιμοποιήθηκε είχε αναλογία γλυκύτητας με τη ζάχαρη 1:1.

Ακολουθεί ο υπολογισμός της πηκτίνης, αφού υπολογιστούν τα συνολικά διαλυτά στερεά συστατικά, δηλαδή η ποσότητα των/της γλυκαντικών ουσιών και των διαλυτών στερεών που περιέχει ο χυμός.

Αφού ολοκληρωθούν τα 20 λεπτά, προστίθεται στο δοχείο με το φλοιό ο χυμός και συνεχίζεται η θέρμανση του μίγματος μέχρις ότου η θερμοκρασία φτάσει τους 75 βαθμούς Κελσίου (η θερμοκρασία παρακολουθείται με ηλεκτρονικό θερμόμετρο χειρός). Τότε προστίθεται η πηκτίνη, αναμεμιγμένη με περίπου οκταπλάσια ποσότητα της γλυκαντικής ουσίας και αναδεύεται συνεχώς το μίγμα μέχρι να διαλυθεί εντελώς η πηκτίνη. Μόλις διαλυθεί προστίθεται και η υπόλοιπη γλυκαντική ουσία.

Συνεχίζεται η θέρμανση έως ότου τα διαλυτά στερεά συστατικά του μίγματος φθάσουν στους 68 βαθμούς Brix. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται με συστηματική παρακολούθηση των βαθμών Brix του μίγματος με χρήση διαθλασίμετρου χειρός, κατά τη διάρκεια του βρασμού του.

Στη συνέχεια απομακρύνεται το προϊόν από τη φωτιά, αφαιρείται ο αφρός και συσκευάζεται εν θερμώ σε γυάλινους περιέκτες, οι οποίοι έχουν αποστειρωθεί νωρίτερα. Έπειτα αφήνεται σε θερμοκρασία δωματίου για να ακολουθήσουν οι εργαστηριακές μετρήσεις.

5.2.1. Πειραματικές μετρήσεις

Για την εύρεση της ιδανικής συνταγής χρειάστηκαν αρκετές δοκιμές με διαφορετικές αναλογίες των γλυκαντικών ουσιών, χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή διαφορετικές αναλογίες μιγμάτων στέβιας/φρουκτόζης/ζάχαρης και επιλέχθηκαν εκείνες που έδωσαν αποδεκτό τελικό προϊόν. Τελικά, επιλέχθηκαν οι παρακάτω μαρμελάδες-δείγματα με διαφορετικές περιεκτικότητες στις γλυκαντικές ουσίες που

προαναφέρθηκαν, οι οποίες ήταν αποδεκτές και είχαν τα επιθυμητά οργανοληπτικά αποτελέσματα.

1. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 100% περιεκτικότητα σε φρουκτόζη
2. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 75% φρουκτόζη – 25% ζάχαρη
3. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 50% φρουκτόζη – 50% ζάχαρη
4. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 25%φρουκτόζη – 75% ζάχαρη
5. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 25% γλυκοζίτες στεβιόλης- 75% ζάχαρη
6. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 10% γλυκοζίτες στεβιόλης- 90% ζάχαρη
7. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 75% φρουκτόζη-25% γλυκοζίτες στεβιόλης
8. Μαρμελάδα Πορτοκάλι 90% φρουκτόζη – 10% γλυκοζίτες στεβιόλης

5.3.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

5.3.1. Μέτρηση ενεργότητας νερού

Γενικά

Η ενεργότητα ύδατος είναι μια θεμελιώδης έννοια η οποία αναφέρεται και περιγράφει το διαθέσιμο νερό το οποίο υπάρχει σε οποιαδήποτε ζωντανό οργανισμό. Το νερό είναι το κύριο συστατικό του ανθρώπινου σώματος και επίσης η ποσότητα του, η θέση του και η κατάσταση του καθορίζουν ορισμένους παράγοντες στα τρόφιμα όπως :

- Τα φυσικά χαρακτηριστικά
- Τις τεχνολογικές ιδιότητες
- Τη μικροβιακή σταθερότητα
- Το χρόνο συντήρησης
- Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Εάν θέλουμε να ορίσουμε την ενεργότητα ύδατος αυστηρά θερμοδυναμικά είναι η μερική τάση ατμών του διαλύματος προς τη μερική τάση ατμών του καθαρού νερού στην ίδια θερμοκρασία.

$$a_w = \frac{P}{P_o}$$

Όπου P η μερική τάση ατμών του διαλύματος και P_o η μερική τάση του καθαρού νερού.

Επίσης η ενεργότητα ύδατος ή όπως ονομάζεται αλλιώς, σχετική υγρασία ισορροπίας μετρά την τάση υδρατμών των υγροσκοπικών προϊόντων.

Τα υγροσκοπικά προϊόντα μπορούν να προσλαμβάνουν υγρασία με διάφορους τρόπους όπως διάχυση του μορίου του ύδατος μέσα στο τρόφιμο, ρόφηση, δέσμευση ύδατος με επιφανειακή ενέργεια, ρόφηση και χημική αντίδραση και τριχοειδή συμπύκνωση.

Ένα τρόφιμο περιλαμβάνει το δεσμευμένο νερό (ύδωρ ενυδάτωσης) ή όπως αλλιώς ονομάζεται το ακινητοποιημένο μέρος νερού και το ελεύθερο νερό. Το ελεύθερο τμήμα νερού του τροφίμου συνήθως μετράται με όρους τάσης ατμών εκφρασμένους σε σχετική υγρασία ισορροπίας η οποία μπορεί να εντοπιστεί όταν το δείγμα είναι σε ισορροπία και σε σταθερή θερμοκρασία. Έτσι μπορούμε να καταλάβουμε ότι η σταθερότητα της περιεκτικότητας υγρασίας μετριέται εάν υπολογίσουμε τη διαφορά μεταξύ σχετικής υγρασίας ισορροπίας και σχετικής υγρασίας περιβάλλοντος. (Λαζος,2010)



Εικόνα 5.1: Συσκευή μέτρησης ενεργότητας ύδατος (Dew Point Water Activity Meter 4te, Aqua Lab, Decagon Devices, SN: S4003963, made in USA)

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης τοποθετείται η μαρμελάδα σε μικρά στρογγυλά καψίδια, τα οποία με τη σειρά τους τοποθετούνται στο δεξί τμήμα της συσκευής. Πραγματοποιούνται 3-4 μετρήσεις για κάθε δείγμα (επαναλήψεις) από τις οποίες λαμβάνεται ο μέσος όρος.

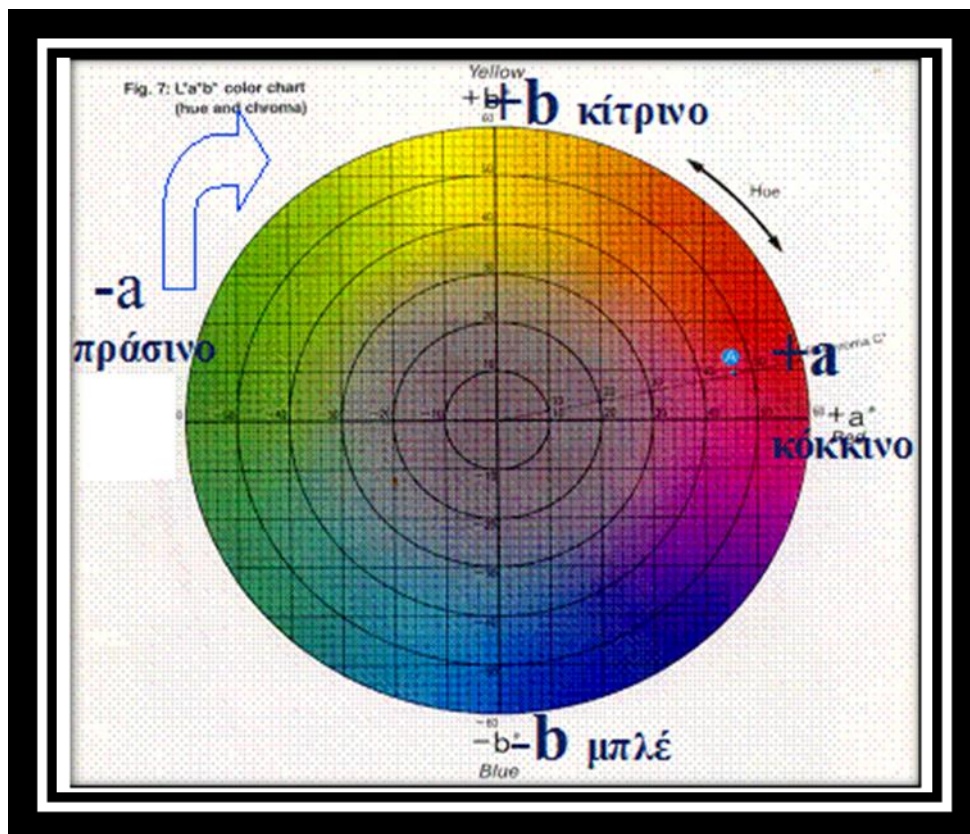
5.3.2. Μέτρηση χρώματος

Το χρώμα είναι μια φυσική ιδιότητα η οποία μπορεί να γίνει αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι, όμως δεν είναι μετρήσιμη. Αυτός που διαδραματίζει το ρόλο του παρατηρητή αντιλαμβάνεται μόνο τρεις εκφάνσεις του φωτός το Κόκκινο (red), Πράσινο (green) και το Μπλέ (blue) καθώς και συνδυασμούς αυτών, οι οποίοι μας δίνουν τα υπόλοιπα χρώματα. Επίσης ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για το αποτέλεσμα της αντίληψης του χρώματος είναι η ικανότητα του φωτός να διεγείρει τα σωστά φωτοευαίσθητα κύτταρα ώστε να γεννηθούν οι σωστές διεγέρσεις.

Υπάρχουν διάφορες κλίμακες για να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις του χρώματος στα τρόφιμα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς. Οι πιο γνωστές

κλίμακες είναι τα το RGB το οποίο χρησιμοποιείται για να κωδικοποιήσει όλα τα χρώματα που υπάρχουν σε μια οθόνη με το συνδυασμό των τριών βασικών χρωμάτων, κόκκινου, μπλε και πράσινου. Επίσης ένα άλλο μοντέλο είναι το CMYK, το οποίο χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στην εκτύπωση έντυπων. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στο ότι το υπόβαθρο της εκτύπωσης είναι το λευκό χαρτί που αντανακλά τα άλλα χρώματα. Η τρίτη και πιο σημαντική για το χώρο των τροφίμων είναι το χρωματικό μοντέλο Lab. Αυτό το μοντέλο αναλύει το χρώμα του κάθε εικονοστοιχείου σε 3 παραμέτρους:

- Ένταση φωτεινότητας (Luminosity).
- Χρωματική θέση ανάμεσα στο κόκκινο και το συμπληρωματικό του πράσινο (a).
- Χρωματική θέση ανάμεσα μπλε και το συμπληρωματικό του κίτρινο (www.wikipedia.com)



Σχήμα 5.1: Μεταβολή παραμέτρων χρώματος CIE Lab



Εικόνα 5.2: Χρωματόμετρο (Handy Colour Testers, Model: H-CT, No CC 1139, Suga Test Instruments Go.Ltd, China)

Για να ληφθεί η μέτρηση χρώματος αρχικά συνδέουμε το όργανο μέτρησης με την κάμερα. Έπειτα βαθμονομείται το όργανο με μια λευκή πλάκα την οποία “φωτογραφίζουμε” με την κάμερα. Στη συνέχεια με τον ίδιο τρόπο μετράμε τα δείγματα. Χρησιμοποιούμε την κλίμακα Lab και $L^*a^*b^*$. Για τη μέτρηση χρησιμοποιούμε 2 τριβλία για κάθε δείγμα από τα οποία λαμβάνονται 3 μετρήσεις για το καθένα, δηλαδή έξι στο σύνολο και στη συνέχεια υπολογίζονται οι μέσοι όροι.

5.3.3. Προσδιορισμός pH

Για τη μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκε το pHμετρο
EUTECH INSTRUMENTS pHTestr 30



Εικόνα 5.3: pHμετρο EUTECH INSTRUMENTS pHTestr 30

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε απευθείας στο δείγμα χωρίς περαιτέρω επεξεργασία.

5.3.4. Μέτρηση περιεκτικότητας σε σάκχαρα σε °Brix

Η μέθοδος της σακχαρομετρίας με βαθμούς Brix είναι μια μέθοδος κατά την οποία μετριέται συγκεκριμένη πυκνότητα σε ένα διάλυμα το οποίο κατά βάση περιέχει νερό και μέσα έχει διαλυθεί ένα ποσό σακχάρου. Η μέτρηση γίνεται με σταθμική μέθοδο από ειδικά διαθλασίμετρα τα οποία έχουν μια ειδική υποδοχή που τοποθετείται μια μικρή ποσότητα του σακχαροδιαλύματος. Έτσι το διαθλασίμετρο μετρά οπτικά την πυκνότητα του διαλύματος και με κάποιους ειδικούς πίνακες εύρεσης του δείκτη διάθλασης με βάση την κλίμακα άλλα και με βάση τη θερμοκρασία βρίσκεται το αποτέλεσμα με ή χωρίς διόρθωση. Είναι μια πολύ σημαντική μέθοδος και αυτή τη στιγμή αποτελεί μια από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους για την βιομηχανία. Βέβαια πολλές φορές λόγω της ευαισθησίας των διαθλασιμέτρων μπορεί να μην έχουμε σωστά αποτελέσματα. Έτσι θα πρέπει αρχικά να γίνεται προσεκτική επιλογή αγορά του διαθλασίμετρου με βάση το είδος των μετρήσεων που θέλουμε να πραγματοποιηθούν και έπειτα να ελέγχονται κάποια βασικά σημεία ελέγχου του διαθλασίμετρου έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Αυτά είναι τα εξής:

- i. Μηδενισμός με απιονισμένο νερό
- ii. Συχνό καθαρίσμα και αποφυγή συγκράτησης υγρασίας
- iii. Συχνό καλιμπράρισμα του διαθλασίμετρου
- iv. Επιλογή κατάλληλου πρίσματος και ανιχνευτή
- v. Έλεγχος θέσης του ανιχνευτή γιατί επηρεάζεται η ανάκλαση του φωτός
- vi. Το RI του πρίσματος



Εικόνα 5.4: Διαθλασίμετρο χειρός (ATAGO MASTER SERIES REFRACTOMETER MASTER-500)

5.3.5. Μετρήσεις υφής

Η ανάλυση της υφής των τροφίμων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με τη βοήθεια υποκειμενικών μεθόδων (οργανοληπτικός έλεγχος), είτε μέσω αντικειμενικών, όπως είναι η μέτρηση των μηχανικών ιδιοτήτων με τη βοήθεια κατάλληλων διατάξεων, π.χ. με τον Αναλυτή Υφής (Texture Analyzer, μοντέλο TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK).

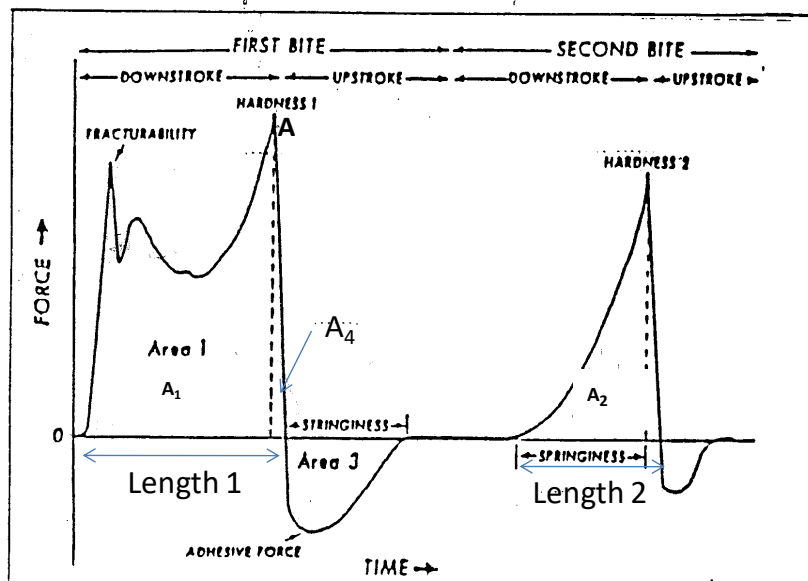
Σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Οργανοληπτικού ελέγχου, μια ομάδα εξειδικευμένων και εκπαιδευμένων δοκιμαστών (πάνελ) καλείται να καταγράψει ατομικά την αίσθηση που αντιλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της μάσησης των δειγμάτων, βαθμολογώντας σε μια υποκειμενική κλίμακα τη σκληρότητα, την ευθρυπτότητα, την ελαστικότητα, την ελαστικότητα, τη μασητικότητα, το κομμιώδες και πλήθος άλλων μηχανικών ιδιοτήτων του εκάστοτε τροφίμου. Αν και ο οργανοληπτικός έλεγχος αποτελεί πλέον πολύτιμο και αξιόπιστο εργαλείο (εφόσον τα αποτελέσματα αναλύονται κατάλληλα με στατιστικές μεθόδους), είναι προφανές ότι η προσέγγιση αυτή στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στις προσωπικές προτιμήσεις των δοκιμαστών και θα ήταν σκόπιμο να συνοδεύεται και να επιβεβαιώνεται από αντικειμενική μεθοδολογία (ή και αντιστρόφως, να εκτελούνται μετρήσεις μηχανικών ιδιοτήτων με αναλυτές υφής και να ακολουθούνται από οργανοληπτικά τεστ).

Κατά τη δεύτερη, αντικειμενική προσέγγιση, η αξιολόγηση των μηχανικών ιδιοτήτων του δείγματος πραγματοποιείται με τη μέτρηση των ιδιοτήτων αυτών χρησιμοποιώντας διατάξεις που καλούνται "αναλυτές υφής" (texture analyzers). Αυτό που ουσιαστικά κάνουν αυτές οι διατάξεις, μετρούν τη μεταβολή της μηχανικής παραμόρφωσης που προκαλείται στο δείγμα (συμπίεση, εφελκυσμός ή θραύση) ως προς τη μεταβολή της τιμής μιας δύναμης που ασκείται από ένα κατάλληλο εξάρτημα (probe) πάνω στο δείγμα. Τυπικά τέτοια εξαρτήματα αποτελούν κύλινδροι διαφόρων διαμέτρων, κώνοι, σφήνες, μαχαίρια ή λεπίδες, ανάλογα με το συγκεκριμένο τρόφιμα και την εφαρμογή που μας ενδιαφέρει. Ο κύλινδρος διαμέτρου 5 mm είναι ένα τυπικό τέτοιο εξάρτημα και χρησιμοποιείται κυρίως για την προσομοίωση της μάσησης των τροφών μέσω των δοντιών (mechanical dent). Οι κύλινδροι μεγάλων διαμέτρων χρησιμοποιούνται κυρίως σε ημιστερεές τροφές, πολτούς, πηκτές ή γιαούρτια, οι κώνοι, τα μαχαίρια και οι σφήνες σε κρεατοσκευάσματα και τυριά, ενώ οι λεπίδες σε προϊόντα εξώθησης (γαριδάκια, κορν φλέικς κλπ). Για τεστ σε υλικά συσκευασίας σε εφελκυσμό διατίθενται ειδικά εξαρτήματα στερέωσης του δείγματος.



Εικόνα 5.5: Διάταξη Texture Analyzer Stable Microsystems

Σύμφωνα με τη θεωρία του Bourne (1978) ένας αντιπροσωπευτικός έλεγχος της υφής ενός στερεού ή ημιστερεού τροφίμου (κρέας, τυρί, φρούτα, ψωμί κλπ) μπορεί να γίνει με διπλή επαναλαμβανόμενη συμπίεση (compression) ενός δείγματος με τη χρήση ενός αναλυτή υφής. Ο έλεγχος αυτός προσομοιάζει τη διαδικασία της μάσησης και ονομάζεται Texture Profile Analysis (TPA). Ένα ενδεικτικό διάγραμμα TPA που παράγεται με την προαναφερθείσα διαδικασία απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, όπου διακρίνονται δύο κορυφές της καμπύλης που παριστάνει τη μεταβολή της ασκούμενης δύναμης ως προς το χρόνο, καθώς το επιλεγθέν εξάρτημα (συνήθως κύλινδρος) εισχωρεί και επανέρχεται στην αρχική του θέση για δύο διαδοχικές συμπίεσεις.



Σχήμα 5.2: Γενικό διάγραμμα ελέγχου διπλής συμπίεσης που απεικονίζει χαρακτηριστικά μεγέθη υφής, τα οποία προκύπτουν από την καμπύλη

Το ύψος των κορυφών των καμπυλών (peaks), οι μεταξύ τους αποστάσεις (lengths), και τα εμβαδά (Area) των αντίστοιχων περιοχών βοηθούν στον υπολογισμό των βασικών παραμέτρων υφής με κατάλληλους συνδυασμούς και απλές μαθηματικές σχέσεις, με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού.

Η πιο πάνω μεθοδολογία μέτρησης των μηχανικών ιδιοτήτων των τροφίμων βρίσκει σημαντική εφαρμογή στην ανάπτυξη νέων προϊόντων, καθώς και στη βελτίωση των ήδη υπαρχόντων. Η τραγανότητα των τσιπς, η σκληρότητα των φρούτων και των οσπρίων, η συνεκτικότητα των αλλαντικών, η φρεσκότητα του ψωμιού, η ευθραυστότητα και συνεκτικότητα των μπισκότων κλπ. είναι παράμετροι μεγάλης σημασίας για τους καταναλωτές. Σημαντική έρευνα διεξάγεται επίσης για το συσχετισμό των μηχανικών ιδιοτήτων με τη σύσταση των τροφίμων (περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λίπος, υγρασία, κλπ.) με τις συνθήκες παραγωγής και επεξεργασίας τους (θερμοκρασία, πίεση, παροχή τροφοδοσίας, χρόνος επεξεργασίας και αποθήκευσης), καθώς και με τις φυσικές τους ιδιότητες (φαινόμενη και πραγματική πυκνότητα, πορώδες κλπ.).

Η συσκευή που χρησιμοποιείται είναι ο Αναλυτής Υφής (Texture Analyzer, μοντέλο TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK). Πρόκειται για ένα ρομποτικό σύστημα που υποστηρίζεται από πακέτο λογισμικού. Η αρχή λειτουργίας του είναι η παραμόρφωση με συμπίεση (ή εφελκυσμό) με εφαρμογή δύναμης σε δείγμα τροφίμου κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες πλήρως επαναλήψιμες. Το όργανο μπορεί να μετρά την αντίσταση που προβάλλει το δείγμα με τη διείδυση ενός εμβόλου. Η αντίσταση αυτή μετριέται αρκετές φορές το δευτερόλεπτο και κατά η διάρκεια της μέτρησης σχηματίζεται η γραφική παράσταση της δύναμης συναρτήσει του χρόνου (ή του βάθους διείδυσης). Στο τέλος κάθε μέτρησης, το λογισμικό μπορεί να δημιουργήσει μια πλήρη αναφορά δεδομένων των συνθηκών εφαρμογής της δύναμης (ταχύτητα κίνησης, διάρκεια, βάθος διείδυσης, κ.ά.). Το ρομπότ είναι μια απλή διάταξη και αποτελείται από ένα βραχίονα με δυνατότητα κατακόρυφης κίνησης που βαθμονομείται με ακριβές βάρος 5 κιλών και μια βάση για την τοποθέτηση του δείγματος. Το δείγμα τοποθετείται σε ειδικό έδρανο πάνω στη βάση του οργάνου και για κάθε είδος τροφίμου χρησιμοποιείται το κατάλληλο έμβολο (probe). Τα έμβολα έχουν ποικίλα σχήματα (κυλινδρικό, σφαιρικό, κωνοειδές, σχήμα λάμας, κλπ.), είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο μέταλλο και προσαρμόζονται βιδωτά στην ειδική υποδοχή του αναλυτή.

Για τη συγκεκριμένη μέτρηση, πραγματοποιήθηκε δοκιμή διπλής συμπίεσης TPA (texture profile analysis), που στην ουσία προσομοιάζει τη μάσηση. Για την πραγματοποίηση της μέτρησης αυτής, τοποθετείται το δείγμα στην τράπεζα μετρήσεων και ξεκινάει η λειτουργία του αναλυτή, με τον ακόλουθο τρόπο: μεταλλικό δοκίμιο (HDP/BS της Stable Micro Systems) κατεβαίνει με προκαθορισμένη ταχύτητα και εισχωρεί στη μαρμελάδα σε καθορισμένο βάθος, που είχε προεπιλεγεί από τον πειραματιστή. Στη συνέχεια, και αφού καταγράφεται από το

όργανο συνεχώς η δύναμη που εξασκείται, το δοκίμιο απομακρύνεται και στη συνέχεια επανεισχωρεί στη μαρμελάδα, προχωρώντας σε δεύτερη συμπίεση. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων γίνεται με τη βοήθεια λογισμικού (Texture Expert, της ίδιας εταιρείας).

Από ένα τυπικό διάγραμμα υφής, λαμβάνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

1. **Σκληρότητα** (hardness): Το μέγεθος αυτό (A), από τα πιο χαρακτηριστικά της μέτρησης της υφής, υπολογίζεται από την κορυφή της πρώτης συμπίεσης.
2. **Συνεκτικότητα** (cohesiveness): Αυτή η παράμετρος υπολογίζεται ως το πηλίκο της θετικής επιφάνειας κατά τη δεύτερη συμπίεση προς την αντίστοιχη της πρώτης συμπίεσης (A_2/A_1). Εκφράζει το πόσο καλά αντιστέκεται το προϊόν σε μια δεύτερη παραμόρφωση, σχετικά με το πως συμπεριφέρθηκε στην πρώτη.
3. **Ελαστικότητα** (elasticity or springiness): Αυτή ορίζεται ως το ύψος που επανακάτα το τρόφιμο κατά τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ του τέλους της πρώτης και της έναρξης της δεύτερης συμπίεσης. Δείχνει το πόσο καλά επανέρχεται ένα προϊόν στην αρχική του μορφή μετά την παραμόρφωση του κατά την πρώτη συμπίεση. Ο χρόνος αναμονής μεταξύ δύο διεισδύσεων μπορεί να είναι σχετικά σημαντικός. Στις περισσότερες εφαρμογές η δεύτερη διείσδυση συμβαίνει σε χρόνο μεγαλύτερο από αυτόν της πραγματικής μάσησης (π.χ. 60 δευτερόλεπτα). Η ελαστικότητα μετριέται με διάφορους τρόπους, αλλά ο πιο χαρακτηριστικός είναι ο λόγος $Length\ 2/Length\ 1$ στο σχήμα 3.
4. **Κολλώδες** (adhesiveness): Αυτή η παράμετρος υπολογίζεται από το εμβαδόν της αρνητικής περιοχής (A_3) της πρώτης συμπίεσης, που στην πραγματικότητα δείχνει το απαιτούμενο έργο για την απομάκρυνση του δοκιμίου από το τρόφιμο.
5. **Ευθραυστότητα** (fracturability or brittleness): Αυτή ορίζεται ως η δύναμη κατά την πρώτη σημαντική κορυφή που παρατηρείται στην καμπύλη, κατά τη διάρκεια της πρώτης συμπίεσης (βλ. Σχήμα 1). Είναι η απαραίτητη δύναμη για να υποστεί θραύση το υλικό, να ραγίσει ή να καταστραφεί στα δόντια.
6. **Κομμιώδες ή κολλητικότητα** (gumminess): Προκειμένου να υπολογιστεί το μέγεθος αυτό, που περιγράφει μια σημαντική συνιστώσα της υφής των τροφίμων, υπολογίζεται το γινόμενο (σκληρότητα*συνεκτικότητα), Συνδέεται με την ενέργεια που απαιτείται για να γίνουν τα ημιστερεά τρόφιμα έτοιμα για κατάποση.
7. **Μασητικότητα** (chewiness): Η παράμετρος αυτή υπολογίζεται ως το γινόμενο (κομμιώδες*ελαστικότητα) και ισχύει μόνο για τα στερεά τρόφιμα. Είναι η ενέργεια που απαιτείται για να γίνουν τα στερεά τρόφιμα έτοιμα για κατάποση. Αντιστοιχεί στον απαιτούμενο αριθμό μασημάτων που χρειάζεται ένα δείγμα καθώς και στη σταθερή μείωση της δύναμης με συνέπεια την κατάποση.

8. **Πλαστικότητα** (resilience): η πλαστικότητα εκφράζει το πόσο καλά ένα προϊόν επανέρχεται στην αρχική του θέση μετά την απομάκρυνση της δύναμης. Ο υπολογισμός γίνεται με το λόγο A_4/A_1 . Το συγκεκριμένο μέγεθος μπορεί να μετρηθεί και με μια ενιαία συμπίεση, όμως η ταχύτητα απόσυρσης πρέπει να είναι η ίδια με την ταχύτητα συμπίεσης.

Το κυλινδρικό έμβολο που χρησιμοποιείται στο πείραμα είναι διαμέτρου 25 mm και βιδώνεται στην ειδική υποδοχή. Η διείσδυση του εμβόλου γίνεται κάθε φορά σε βάθος 40% του συνολικού. Πριν από κάθε μέτρηση χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μεταβλητές/παράμετροι της δοκιμής:

1. είδος μέτρησης (test mode)Q: TPA
2. ταχύτητα προσέγγισης του εμβόλου (pre test speed): 10 mm/sec
3. ταχύτητα κατά τη διάρκεια διείσδυσης (test speed): 1 mm/sec
4. ταχύτητα επιστροφής (post-test speed): 1 mm/sec
5. βάθος διείσδυσης (distance): 10mm
6. μονάδες: Newtons

Με την εντολή RUN τίθεται αυτόματα σε κίνηση καθόδου ο βραχίονας του οργάνου με ταχύτητα 10 mm/sec μέχρι να συναντήσει την επιφάνεια του δείγματος. Από τη στιγμή της επαφής με το δείγμα, η ταχύτητα αλλάζει σε 1 mm/sec και διαρκεί μέχρι να διεισδύσει σε βάθος 40% του πάχους του δείγματος. Στη συνέχεια, ο βραχίονας απομακρύνεται και κινείται ανοδικά με την ίδια ταχύτητα. Μετά από ελάχιστη αναμονή (1 sec) ακολουθεί δεύτερη παραμόρφωση ίδιου βάθους με την ίδια ταχύτητα και επιστροφή του βραχίονα στην αρχική θέση. Σε όλη τη διάρκεια η διπλή παραμόρφωση απεικονίζεται σε γραφική παράσταση. Πάνω στην καμπύλη, υπολογίζονται όλα τα μεγέθη (σκληρότητα, ελαστικότητα κλπ.) που περιεγράφηκαν αναλυτικά σε προηγούμενη παράγραφο.

5.4. Οργανοληπτικός έλεγχος

Γενικά

Ο οργανοληπτικός έλεγχος στα τρόφιμα είναι μια διαδικασία η οποία πραγματοποιείται για να γίνει ένας γενικός έλεγχος αποδοχής στα τρόφιμα. Έτσι ένας οργανοληπτικός έλεγχος μπορεί να αφορά στην αποδοχή του προϊόντος ή και στο χαρακτηρισμό κάθε ιδιότητας του. Αυτό εξαρτάται από το τι θέλουμε να επιτύχουμε και τι αποτελέσματα θέλουμε να εξάγουμε. Όπως είναι γνωστό, για να έλθει εις πέρας η διαδικασία του οργανοληπτικού ελέγχου πρέπει να χρησιμοποιηθούν και οι πέντε αισθήσεις του δοκιμαστή. Η κάθε αίσθηση του ανθρώπινου οργανισμού είναι ένα μέσο με το οποίο αντιδρά στις μεταβολές που υφίστανται από το περιβάλλον. Αυτές οι μεταβολές μεταφέρονται από το όργανο το οποίο διαδραματίζει το ρόλο του

υποδοχέα και έτσι περνά σε άλλα τμήματα του οργανισμού όπου είναι εξειδικευμένα να το αναλύσουν περαιτέρω. (Λουγκοβόης 2011)

Ανθρώπινες αισθήσεις και αισθητήρια

Η αίσθηση της γεύσης

Εάν θα μπορούσαμε να συγκρίνουμε όλες τις αισθήσεις έτσι ώστε να καθορίσουμε την πιο σημαντική και καθοριστική για την αξιολόγηση των τροφίμων θα ήταν η γεύση. Βέβαια αυτό είναι πολύ σχετικό γιατί η γεύση είναι αλληλένδετη με την αίσθηση της αφής, όταν έρχεται σε επαφή η γλώσσα με το τρόφιμο, με την αίσθηση της όσφρησης κατά τη διαδρομή του τροφίμου προς το στόμα το εκάστοτε τρόφιμο αποπνέει μια μυρωδιά μικρή ή μεγάλη όπου ανθρώπινος οργανισμός την αντιλαμβάνεται. Επίσης είναι φυσικό ότι είναι εξαρτημένη και με την άλλη ανθρώπινη αίσθηση, την αίσθηση της όρασης.

Η γλώσσα είναι ο κύριος υποδοχέας για να τεθεί σε λειτουργία η αίσθηση της γεύσης. Περιλαμβάνει περίπου 6 εκατομμύρια αισθητήρες σε όλη την επιφάνεια της και οι γεύσεις που αντιλαμβάνεται χωρίζονται σε 4 κύριες κατηγορίες :το αλμυρό, το ξινό, το γλυκό και το πικρό. Βέβαια εκτός από αυτές υπάρχουν και κάποιες άλλες υποκατηγορίες. Από αυτές ξεχωρίζουν οι παρακάτω:

- Η αίσθηση του πόνου παραγωγής γεύση (καψαϊκίνη)
- Η γεύση που επηρεάζει την αίσθηση των χαρακτηριστικών της ουσίας (αλκαλικά ή όξινα σκευάσματα)
- μεταλλική γεύση ($\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$)
- Το επονομαζόμενο «umami» γεύση (Κατέχει μια πολύπλοκη γεύση, η γεύση του Na-γλουταμινικού το οποίο είναι αλμυρό, γλυκό, πικρό και με μεταλλική γεύση ταυτόχρονα)
- Ο κατάλογος γεύσεων Haller περιέχει 12 βασικές γεύσεις (για παράδειγμα, υπάρχει αλλαγές παραγωγής γεύση στην αντίληψη της θερμότητας – μενθόλη

Όλες αυτές οι γεύσεις όμως μπορούν να αλλάξουν ανά πάσα στιγμή εφόσον αλλάξουν κάποιες από τις ιδιότητες των τροφίμων που εκπροσωπούν. Αυτές μπορούν να είναι κάποιες από τις παρακάτω:

- Το pH του δείγματος
- Η θερμοκρασία του δείγματος
- Η καθαρότητα του δείγματος
- Το μέγεθος της επιφάνειας της γλώσσας
- Ο αριθμός των υποδοχέων επί μονάδα επιφάνειας
- Η φυσική και ψυχική κατάσταση του δοκιμαστή (Το πρόγραμμα του δοκιμαστή, δεν πρέπει να περιλαμβάνει για τουλάχιστον δύο ημέρες πριν από

τον οργανοληπτικό έλεγχο κανένα καφέ, το κάπνισμα, μεγάλο πρωινό το πρωί, κ.λπ.)

- Οι συνθήκες της εξέτασης του προϊόντος (θόρυβος, το φως, θερμοκρασία, το χρώμα του τοίχου, κ.τ.λ.)
- Το μέρος της ημέρας (πρωί είναι το καλύτερο - μεταξύ 10-11 ώρες)
- Η εμπειρία του δοκιμαστή μέθοδο της επιθεώρησης (drop-μέθοδο, κουτάλι-μέθοδο, κ.λπ.)

Η αίσθηση της όσφρησης

Όσφρηση είναι η αίσθηση της ταυτοποίησης μέσω των πτητικών ουσιών που εκλύονται από την εξεταζόμενη ουσία. Ο χαρακτηρισμός της κάθε ουσίας γίνεται με βάση την εμπειρία του ανθρώπινου οργανισμού αλλά ανατρέχοντας σε κάτι σαν βάση δεδομένων. Όταν ανθρώπινος οργανισμός μυρίζει μια καινούργια ουσία, συνθέτει αυτόματα αυτή τη καινούργια πληροφορία και τη μεταφέρει μέσω κάποιων αισθητήριων οργάνων και νευρικών απολήξεων στον εγκέφαλο και τελικά αποθηκεύεται έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί αυτόματα την επόμενη φορά. Η ικανότητα αυτή βέβαια εξαρτάται και από τη συγκέντρωση της εξεταζόμενης μυρωδιάς καθώς και την ευαισθησία που έχει αυτός που την παρατηρεί. Εκτός από την ευαισθησία όλα αυτά εξαρτώνται και από κάποιους άλλους σημαντικούς παράγοντες όπως:

- Θερμοκρασία (ιδανική 25 ° C)
- Μέρος της ημέρας
- Ηλικία
- Φύλο
- Κάπνισμα
- Εμπειρία

Αίσθηση της ακοής

Το αυτί είναι υπεύθυνο για την αίσθηση της ακοής και την αίσθηση της ισορροπίας. Αποτελείται από τρία τμήματα: το εξωτερικό, το μέσο και το εσωτερικό τμήμα. Τα υποδεκτικά όργανα (υποδοχείς) για τη λειτουργία της ακοής και της ισορροπίας εντοπίζονται στο εσωτερικό αυτί και αποτελούνται κυρίως από τριχοφόρα κύτταρα.

Το εξωτερικό αυτί αποτελείται από δύο τμήματα, το περύγιο και τον ακουστικό πόρο. Η είσοδος του ακουστικού πόρου είναι επενδυμένη με τριχίδια και με πολυάριθμα κύτταρα. Τα τριχίδια και η κυψελίδα εμποδίζουν την είσοδο σκόνης και άλλων ξένων οργανισμών στο αυτί. Το περύγιο συλλέγει του ήχους και τους κατευθύνει προς τον ακουστικό πόρο. Οι ήχοι στο τέλος του ακουστικού πόρου συναντούν τον τυμπανικό υμένα, τον οποίο θέτουν σε παλμική κίνηση.

Το μέσο αυτί αποτελείται από την τυμπανική κοιλότητα, τον τυμπανικό υμένα και τρία ακουστικά οστάρια: τη σφύρα, τον άκμονα και τον αναβολέα. Η τυμπανική

κοιλότητα είναι γεμάτη με αέρα και χωρίζει το εξωτερικό από το εσωτερικό αυτί. Στην τυμπανική κοιλότητα καταλήγει η ευσταχιανή σάλπιγγα, ένας σωλήνας που συνδέει το μέσο αυτί με το ρινοφάρυγγα. Η ευσταχιανή σάλπιγγα βοηθά στη διατήρηση ίσης πίεσης στις δύο πλευρές του τυμπανικού υμένα, κάτι που είναι απαραίτητο για τη σωστή ακοή.

Οι ήχοι παράγονται από σώματα που πάλλονται. Μεταδίδονται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων, με τη βοήθεια κάποιου μέσου όπως ο αέρας ή το νερό. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα είναι 340 m/sec. Τα χαρακτηριστικά ενός ήχου είναι η ένταση και η συχνότητα. Το ανθρώπινο αυτί είναι σε θέση να αντιληφθεί ήχους συχνότητας 16 - 20.000 Hz. Η ελάχιστη ένταση του ήχου που ανιχνεύεται εξαρτάται από τη συχνότητά του (στα 1.000 Hz είναι 4 dB).

Αίσθηση όρασης

Η όραση είναι μια από τις κυρίαρχες αισθήσεις η οποία παρέχει μια μεγάλη ποσότητα πληροφοριών στον εγκέφαλο σχετικά με το τι συμβαίνει στο έξω περιβάλλον. Η βιοφυσική της όρασης αποτελείται από τρία βήματα τα οποία χαρακτηρίζουν την πορεία των πληροφοριών στον εγκέφαλο. Αυτά τα τρία βήματα είναι τα εξής:

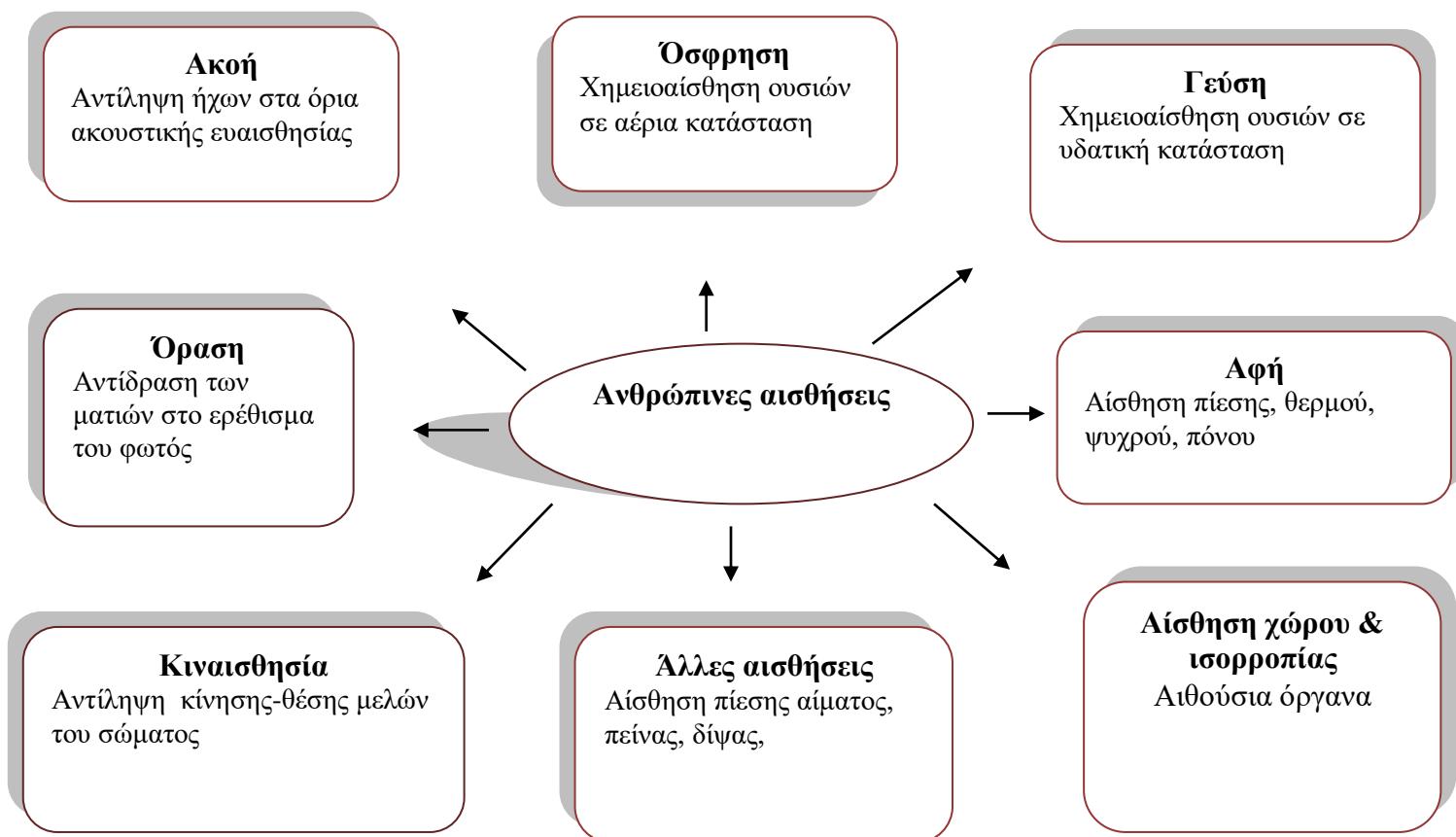
- Οι οφθαλμοί εστιάζουν σε ένα συγκεκριμένο είδωλο στο εξωτερικό περιβάλλον μέσω του αμφιβληστροειδή χιτώνα ο οποίος είναι ευαίσθητος σε κάθε είδος φωτός.
- Έπειτα, η πληροφορία αυτή περνά από εκατομμύρια νευρώνες, φιλτράρεται και αναλύεται
- Τέλος, η πληροφορία καταλήγει στον εγκέφαλο μέσω των νευρώνων.

Έτσι μπορούμε να παρομοιάσουμε τη λειτουργία του οφθαλμού με ένα σύστημα κλειστής τηλεόρασης, βέβαια κατά πολύ πιο εξελιγμένο (Λουγκοβοις, 2011).

Αναλυτικότερα, το φως εισέρχεται στον οφθαλμό και καθώς φθάνει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα μετατρέπεται σε νευρικό παλμό που οδεύει με τα νευρικά κύτταρα του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο και εκεί γίνεται η επεξεργασία του σήματος.

Αίσθηση της αφής

Η αίσθηση της αφής είναι μια αίσθηση η οποία παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στον οργανοληπτικό έλεγχο ειδικά όταν δεν υπάρχει η δυνατότητα της όρασης. Αυτό συμβαίνει γιατί μέσω της συγκεκριμένης αίσθησης επιτυγχάνεται η αντίληψη του χώρου και του αντικειμένου που πρέπει να εξετάσουμε. Ωστόσο, πολλές φορές η ακριβής αντίληψη του εξεταζόμενου στοιχείου κρίνεται δύσκολη γιατί το χέρι του ανθρώπινου οργανισμού καλύπτεται από το δέρμα το οποίο αποτελεί ένα είδος προστασίας. Έτσι, ένα ιδιαίτερο σημείο για την επιτυχή αντίληψη από τον εξεταστή είναι επιτυχής υλοποίηση της απτικής διεπαφής. Αυτό επιτυγχάνεται με την ενεργοποίηση των αισθητήριων οργάνων τα οποία υπάρχουν στο χέρι προκειμένου αυτά να ενεργοποιηθούν και μεταφράσουν τα ερεθίσματα τα οποία εκλαμβάνουν με την αφή-πίεση του αντικειμένου σε πληροφορίες.(wikispace)



Σχήμα 5.3: Σχηματική απεικόνιση ανθρώπινων αισθήσεων (Λουγκοβόης, 2011)

Οργανοληπτική αξιολόγηση τροφίμων

Η οργανοληπτική αξιολόγηση θα πρέπει να γίνεται πάντα από έναν ειδικό εμπειρογνώμονα με βάση πάντα το τρόφιμο στο οποίο γίνεται η αξιολόγηση. Η αξιολόγηση των δειγμάτων γίνεται πάντα με ειδικά πρότυπα τα οποία έχουν θεσπιστεί από το Codex Alimentarius, το FDA (Food and Drug Administration) και το EFSA (European Food Safety Authority). Αρχικά υπάρχουν δυο ειδών ιδιότητες οι οποίες θα πρέπει να εξεταστούν από τους εμπειρογνώμονες.

- Τα θετικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση
- Τα αρνητικά χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογήσουν και να συγκρίνουν με τα πρότυπα.

Έτσι, όλα αυτά καταγράφονται, συγκρίνονται και στο τέλος με βάση τα παραπάνω ο δοκιμαστής θα πρέπει να χαρακτηρίσει το προϊόν ως αποδεκτό ή μη.

Είδη οργανοληπτικής αξιολόγησης

Τα είδη της οργανοληπτικής αξιολόγησης των τροφίμων και οι υποκατηγορίες είναι πολλές και είναι καθορισμένες και εγκεκριμένες από τον ISO (International Organization of Standardization) . Τα είδη αξιολόγησης-διαφοροποίησης (Discrimination tests) τα οποία χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην αξιολόγηση τροφίμων και διαφέρουν ανάλογα με το τι αποτελέσματα θέλουμε να εξάγουμε είναι τα παρακάτω:

- **Σύγκριση κατά ζεύγη (paired comparison)**

Σε αυτό το τεστ γίνεται σύγκριση μεταξύ δύο δειγμάτων ως προς συγκεκριμένα χαρακτηριστικά με καθορισμένα κριτήρια. Η σύγκριση κατά ζεύγη χρησιμοποιείται για τον καθορισμό διαφορών ως προς ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (π.χ. γλυκύτητα), για την καθορισμό και επίβλεψη των δοκιμαστών και για τη σύγκριση δύο προϊόντων ως προς την προτίμηση στα πλαίσια δοκιμών για καταναλωτές έτσι ώστε να αποφασιστεί εάν είναι κατάλληλα και καλύπτουν τις προτιμήσεις τους. Όσον αφορά τη διαδικασία οι δοκιμαστές λαμβάνουν ένα σετ δύο δειγμάτων και καλούνται να επιλέξουν το δείγμα που φέρει πιο έντονα το υπό εξέταση χαρακτηριστικό. Ένα από τα δείγματα μπορεί να είναι πρότυπο. Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η απλότητα εφαρμογής της ενώ δεν συνίσταται σε περιπτώσεις που απαιτούνται πολλές επαναλήψεις.

- **Τριγωνική δοκιμή (triangle [test](#)):**

Στη δοκιμή αυτή δίνονται τρία άγνωστα δείγματα, τα δύο είναι όμοια και οι δοκιμαστές καλούνται να βρουν αυτό που διαφέρει. Τα δείγματα προσφέρονται για δοκιμή κατά τυχαία σειρά. Είναι μία διαδικασία που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί αν είναι αισθητή μία οργανοληπτική διαφορά ή ομοιότητα μεταξύ δύο προϊόντων και έχει την μορφή της αναγκαστικής επιλογής. Δύο από τα προϊόντα είναι απολύτως όμοια και οι δοκιμαστές καλούνται να αναγνωρίσουν ποιο είναι αυτό που διαφέρει (ISO 4120:2004). Χρησιμοποιείται κυρίως όταν η φύση της διαφοράς είναι άγνωστη, καθώς και για την εκπαίδευση και επιλογή των δοκιμαστών. Υστερεί ως προς το κόστος και την αυξημένη κόπωση που μπορεί να παρουσιάσουν οι δοκιμαστές εξαιτίας των πολλών δειγμάτων.(ISO, 2004)

- **DUO/TRIO δοκιμή**

Δίνονται τρία δείγματα εκ των οποίων το ένα είναι γνωστό και χρησιμεύει ως βάση σύγκρισης και τα άλλα δύο άγνωστα και ο δοκιμαστής θα πρέπει να διαλέξει πιο δείγμα είναι διαφορετικό από το πρότυπο. Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιείται για να καθοριστεί εάν υπάρχει κάποια διαφορά ή ομοιότητα μεταξύ του πρότυπου δείγματος και των άλλων. Συνήθως αυτή η μέθοδος επιλέγεται από τις εταιρίες όταν θέλουν να βελτιώσουν ένα υπάρχον προϊόν και με αυτή τη μέθοδο θέλουν να δουν ποιες είναι οι διαφορές τους και τι αντίκτυπο θα έχει η αλλαγή του στο καταναλωτικό κοινό. Γι' αυτό το λόγο οι δοκιμαστές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με το πρότυπο δείγμα, όπως π.χ. εμπορικά δείγματα. Επίσης είναι ακατάλληλο για δείγματα που αφήνουν ισχυρή επίγευση.

- **Δοκιμή δύο από τα πέντε**

Σε αυτό το τεστ διαφοροποίησης δίνονται πέντε κωδικοποιημένα δείγματα. Τα δύο είναι ενός τύπου και τα άλλα τρία ενός άλλου και απαιτείται ομαδοποίησή τους σε δύο κατηγορίες. Στατιστικά αυτή η μέθοδος είναι πιο αποτελεσματική και πιο οικονομική. Το μειονέκτημα αυτού του τεστ είναι η οργανοληπτική κόπωση. Χρησιμοποιείται κυρίως για αξιολόγηση της όρασης.

- **A – όχι A (A - not A) τεστ**

Αρχικά γίνεται εκπαίδευση των δοκιμαστών για την αναγνώριση του δείγματος A. Στη συνέχεια δίνεται μία σειρά δειγμάτων και οι δοκιμαστές καλούνται να πουν ποια από αυτά είναι A και ποια όχι. Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιείται για δείγματα με διαφορές στην εμφάνιση ή με ισχυρή επίγευση.

Τα περιγραφικά τεστ (Descriptive test) όπως αναφέρθηκε παραπάνω χρησιμοποιούνται για τον ποιοτικό και ποσοτικό χαρακτηρισμό, των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του εξεταζόμενου τροφίμου. Αυτά μπορούν να κυμαίνονται από ένα έως πολλά, ανάλογα με το που θέλουμε να επικεντρωθούμε. Έτσι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως:

- Απλό περιγραφικό η οποία δίνει ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος.
- Ποσοτική περιγραφή και καθορισμός οργανοληπτικού προφίλ με χρήση λεξιλογίου που έχει οριστεί με χρήση απλού περιγραφικού τεστ.
- Ελεύθερη επιλογή περιγραφής η οποία χρησιμοποιείται δοκιμαστές οι οποίοι δεν έχουν την ανάλογη εμπειρία για να αξιολογήσουν και να περιγράψουν τα προϊόντα με δική τους ορολογία.

5.4.2 Οργανοληπτικός έλεγχος των παρασκευασμένων μαρμελάδων εσπεριδοειδών

Η οργανοληπτική εξέταση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με τη συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου που μοιράστηκε στους δοκιμαστές.

Βασικές επιπλέον οδηγίες ήταν:

1. Να μην έχει καταναλωθεί βασικό γεύμα τουλάχιστον 2 ώρες πριν τη διεξαγωγή των δοκιμών
2. Να μην έχει καταναλωθεί τροφή ή ποτό που περιέχει μπαχαρικά ή ουσίες που αφήνουν έντονη μετάγευση, 1 ώρα πριν τη διεξαγωγή των δοκιμών.
3. Να μην έχουν καταναλωθεί τσίγλες, γλυκίσματα, δυνατός καφές, 1 ώρα πριν τη διεξαγωγή των δοκιμών.
4. Να μην καπνίσετε 30-60 λεπτά πριν τη διεξαγωγή των δοκιμών

Συνολικά συμμετείχαν 5 δοκιμαστές, Στη συνέχεια δίνεται το ερωτηματολόγιο που τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν.

ΕΝΤΥΠΟ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1

Για μαρμελάδες, παρασκευασμένες με αντικατάσταση (ολική ή μερική) της σακχαρόζης με άλλα γλυκαντικά

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ:

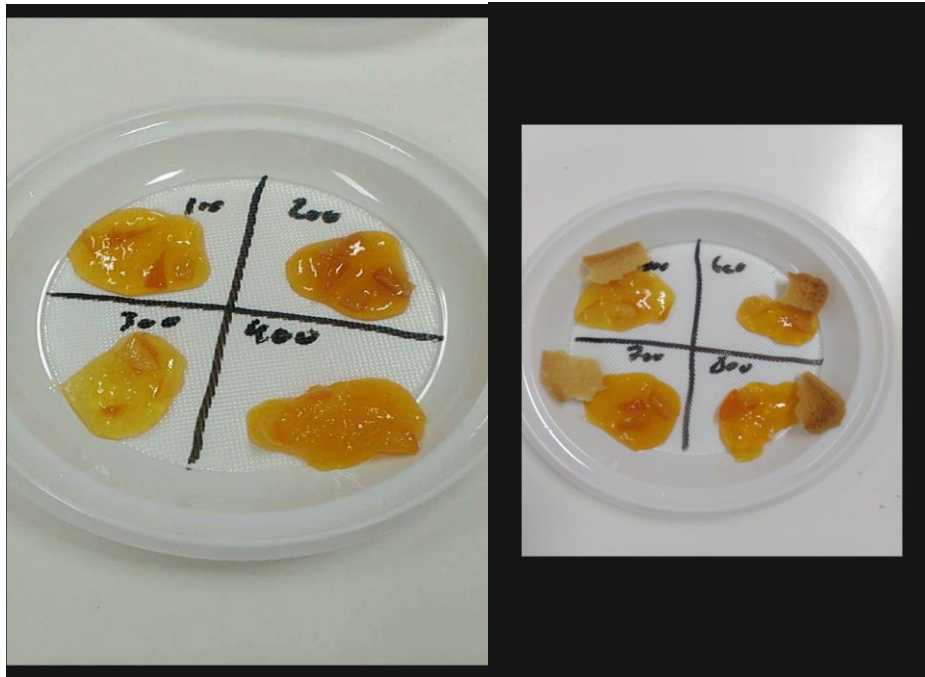
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ:

Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικά	100	200	300	400	500	600	700	800
Χρώμα	8	7	5	4	6	7	7	7
Εμφάνιση	8	8	6	4	7	8	7	7
Απώλεια υγρών	4	4	6	4	4	4	7	3
Οσμή	6	6	4	5	6	7	7	7
Υφή	7	7	3	3	3	7	7	8
Γεύση	8	8	3	3	4	8	9	8
Γλυκιά γεύση	5	6	7	8	8	7	7	7
Πικρή γεύση	5	6	7	8	6	7	6	7
Άρωμα (οσμή/γεύση)	8	8	4	7	6	6	6	8
Μετάγευση	8	8	3	4	6	7	6	7
Συνολική εκτίμηση	8	8	5	5	6	8	7	7
Παρατηρήσεις								

- Βαθμολογήστε τα δείγματα ως προς την αρέσκεια
- Σημειώστε την προτίμησή σας για δείγμα/τα (1- 9 = Άριστα)

Σχήμα 5.4: Ενδεικτικό έντυπο οργανοληπτικού ελέγχου για δοκιμή των πηκτών

Τα δείγματα τοποθετήθηκαν κωδικοποιημένα σε πιάτα και ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να γίνει δοκιμή και μεμονωμένα της μαρμελάδας, αλλά και σε συνδυασμό με κέικ/φρυγανιά.



Εικόνα 5.6: Δείγματα μαρμελάδων για οργανοληπτικό έλεγχο.

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα από τις βαθμολογίες των δοκιμαστών καταχωρήθηκαν στο πρόγραμμα Excel και πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυσή τους με τη βοήθεια της δοκιμής της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA), προκειμένου να ανιχνευθούν πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δείγματα, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$. Στις περιπτώσεις που το τεστ της ANOVA κατέληγε στην ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς, πραγματοποιήθηκε στο post-hoc Tukey test (STATISTICA 7.0), ώστε να εντοπιστούν τα δείγματα εκείνα που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Τα συνολικά αποτελέσματα, κωδικοποιημένα, παρουσιάζονται στον αντίστοιχο πίνακα του κεφαλαίου 6 (Αποτελέσματα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για τα 8 δείγματα μαρμελάδων που παρασκευάστηκαν, μετρήθηκαν η ενεργότητα νερού, το pH, το χρώμα, τα Brix, τα διάφορα χαρακτηριστικά υφής και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

6.1 Μετρήσεις χρώματος – ενεργότητας νερού

Τα δείγματα είναι κατηγοριοποιημένα με βάση τη γλυκαντική ουσία που χρησιμοποιείται στο καθένα.

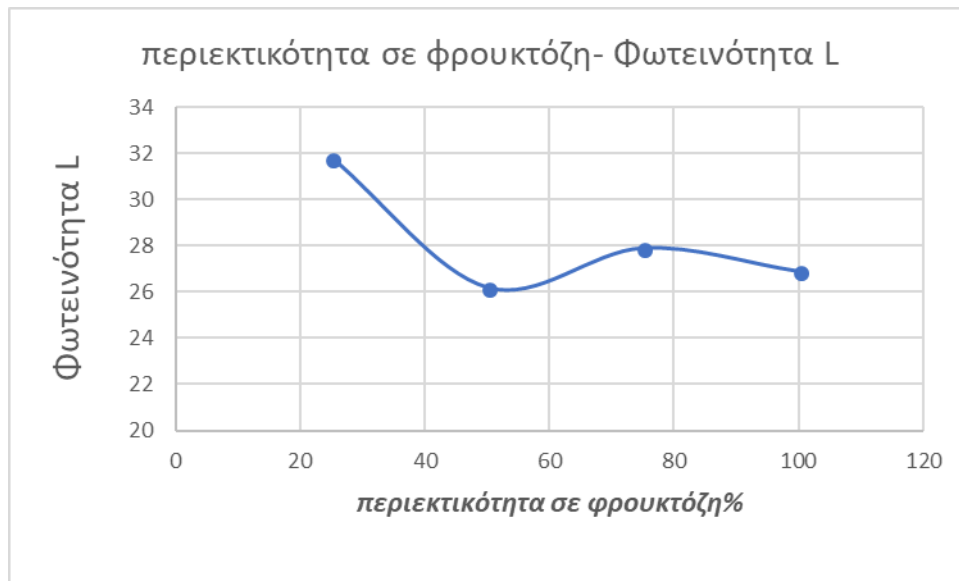
1) ζάχαρη – φρουκτόζη

Πίνακας 6.1: Μετρήσεις ενεργότητας νερού σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη

περιεκτικότητα σε φρουκτόζη %	a_w
25	0,7749
50	0,7846
75	0,7518
100	0,7508

Πίνακας 6.2: Μετρήσεις φωτεινότητας σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη

περιεκτικότητα σε φρουκτόζη %	L (φωτεινότητα)
25	31,8
50	26,2
75	27,9
100	26,9



Σχήμα 6.1: Μεταβολή της φωτεινότητας σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη

2) Ζάχαρη – γλυκοζίτες στεβιόλης

Πίνακας 6.3: Μετρήσεις ενεργότητας νερού/ φωτεινότητας σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης

Περιεκτικότητα σε γλυκοζίτες στεβιόλης%	Ενεργότητα νερού (a_w)	Φωτεινότητα L
10	0,7176	30,8
25	0,7473	27,2

3) Μείγμα : φρουκτόζη- στέβια

Πίνακας 6.4: Μετρήσεις ενεργότητας νερού/φωτεινότητας σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη/ γλυκοζίτες στεβιόλης

Περιεκτικότητα σε φρουκτόζη-γλυκοζίτες στεβιόλης %	Ενεργότητα νερού (a_w)	Φωτεινότητα L
75-25	0,7208	26,8
90-10	0,7651	26,2

6.2 Μετρήσεις pH-°Brix

°Brix

Όλες οι μαρμελάδες είναι παρασκευασμένες ώστε η τελική τους περιεκτικότητα σε στερεά διαλυτά συστατικά να φτάσει με το βρασμό στους 68° Brix (μετρούμενοι με το διαθλασίμετρο χειρός)

pH

- Μαρμελάδα με βάση τη Φρουκτόζη

Πίνακας 6.5: Μετρήσεις pH σε μαρμελάδες με διαφορετικές περιεκτικότητες σε φρουκτόζη

Περιεκτικότητες %	pH
25	3,07
50	3,17
75	3,01
100	2,98

- Μαρμελάδα με βάση τους γλυκοζίτες στεβιόλης

Πίνακας 6.6: Μετρήσεις pH σε μαρμελάδες με διαφορετικές περιεκτικότητες σε γλυκοζίτες στεβιόλης

Περιεκτικότητες %	pH
10	2,85
25	2,82

- Μαρμελάδα με βάση το Μείγμα φρουκτόζης-γλυκοζιτών στεβιόλης

Πίνακας 6.6: Μετρήσεις pH σε μαρμελάδες με διαφορετικές περιεκτικότητες σε φρουκτόζη-γλυκοζίτες στεβιόλης

Περιεκτικότητες %	pH
75-15	2,99
90-10	2,92

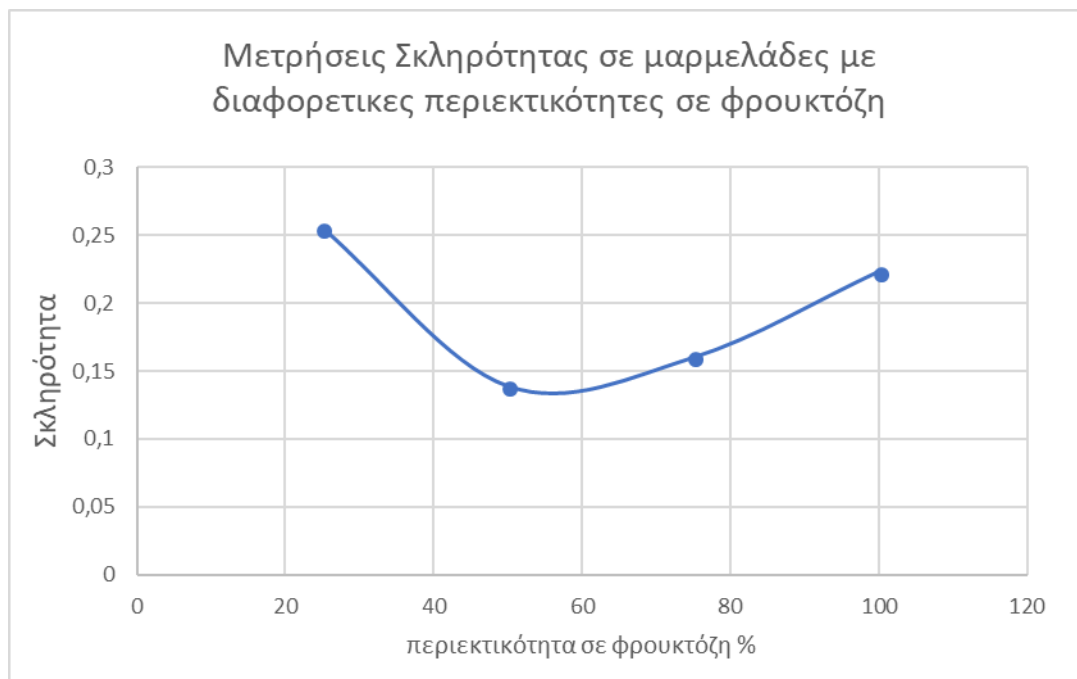
6.3 Μετρήσεις υφής

Πίνακας 6.7: Μετρήσεις υφής

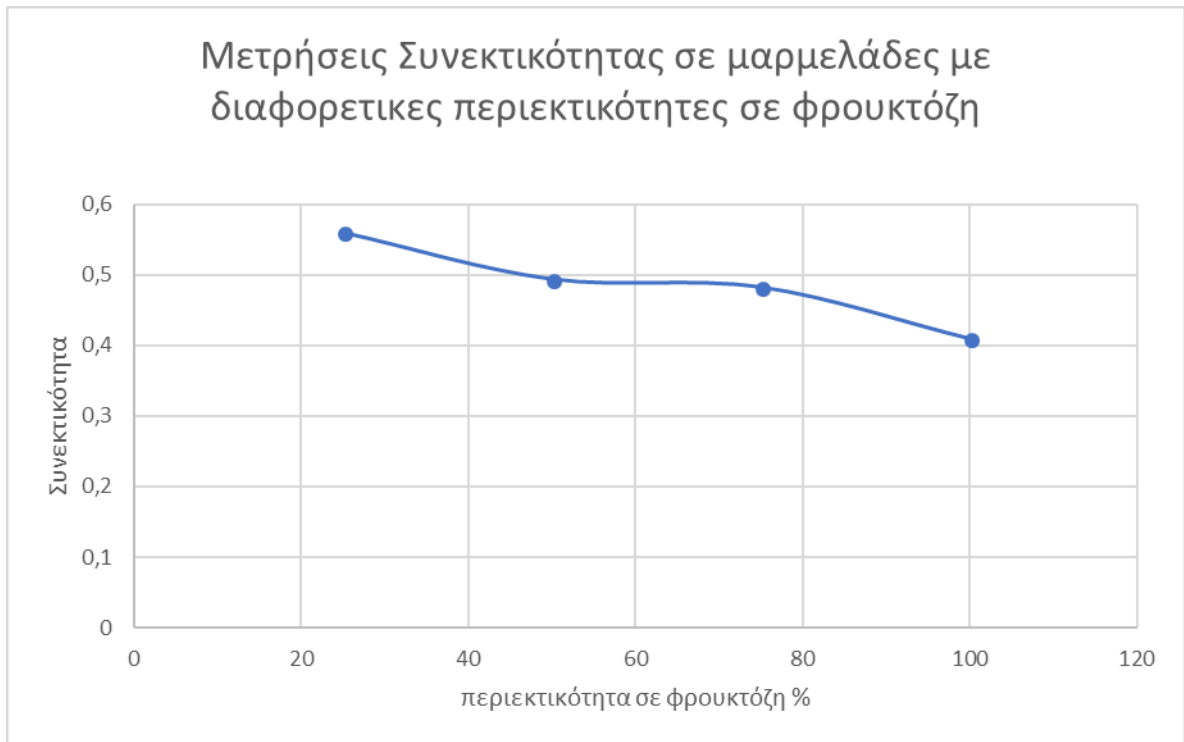
<i>Μαρμελάδες</i>	<i>Σκληρότητα</i>	<i>Συνεκτικότητα</i>	<i>Ελαστικότητα</i>	<i>Κολλώδες</i>
<i>25% φρουκτ.</i>	<i>0,255 N</i>	<i>0,56025</i>	<i>0,981313</i>	<i>-0,4112</i>
<i>50% φρουκτ.</i>	<i>0,173 N</i>	0,493455	0,973684	<i>-0,2882</i>
<i>75% φρουκτ.</i>	<i>0,217 N</i>	0,48295	1,036842	<i>-0,4096</i>
<i>100% φρουκτ.</i>	<i>0,310 N</i>	0,410005	0,941416	<i>-0,5171</i>
<i>10% στέβ.</i>	<i>0,186 N</i>	0,576285	0,952381	<i>-0,5524</i>
<i>25% στέβ.</i>	<i>0,185 N</i>	0,540045	0,970913	<i>-0,4021</i>
<i>Μιξ 25-75%</i>	<i>0,444 N</i>	0,483108	0,971458	<i>0,8523</i>

<u>Μιξ 10-90%</u>	<u>0,369 N</u>	0,399958	0,976303	<u>0,4751</u>
-------------------	----------------	----------	----------	---------------

	<u>Ευθραυστότητα</u>	<u>Κολλητικότητα</u>	<u>Μασητικότητα</u>	<u>Πλαστικότητα</u>
<u>25% φρουκτ.</u>	-	0,142864	0,140194	0,923907
<u>50% φρουκτ.</u>	0,154	0,085368	0,083121	0,943273
<u>75% φρουκτ.</u>	0,181	0,1048	0,108661	0,906288
<u>100% φρουκτ.</u>	0,254	0,127102	0,119655	0,909957
<u>10% στέβια</u>	-	0,107189	0,102085	0,895819
<u>25% στέβια</u>	-	0,099908	0,097002	0,8956
<u>Μιξ 25-75%</u>	0,257	0,431327	0,419016	0,943694
<u>Μιξ 10-90%</u>	0,216	0,360256	0,351719	0,920477



Σχήμα 6.2: Μεταβολή της σκληρότητας σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη



Σχήμα 6.3: Μεταβολή της συνεκτικότητας σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη



Σχήμα 6.4: Μεταβολή του κολλώδους σε μαρμελάδες με διαφορετική περιεκτικότητα σε φρουκτόζη

6.4 Αποτελέσματα Οργανοληπτικού ελέγχου

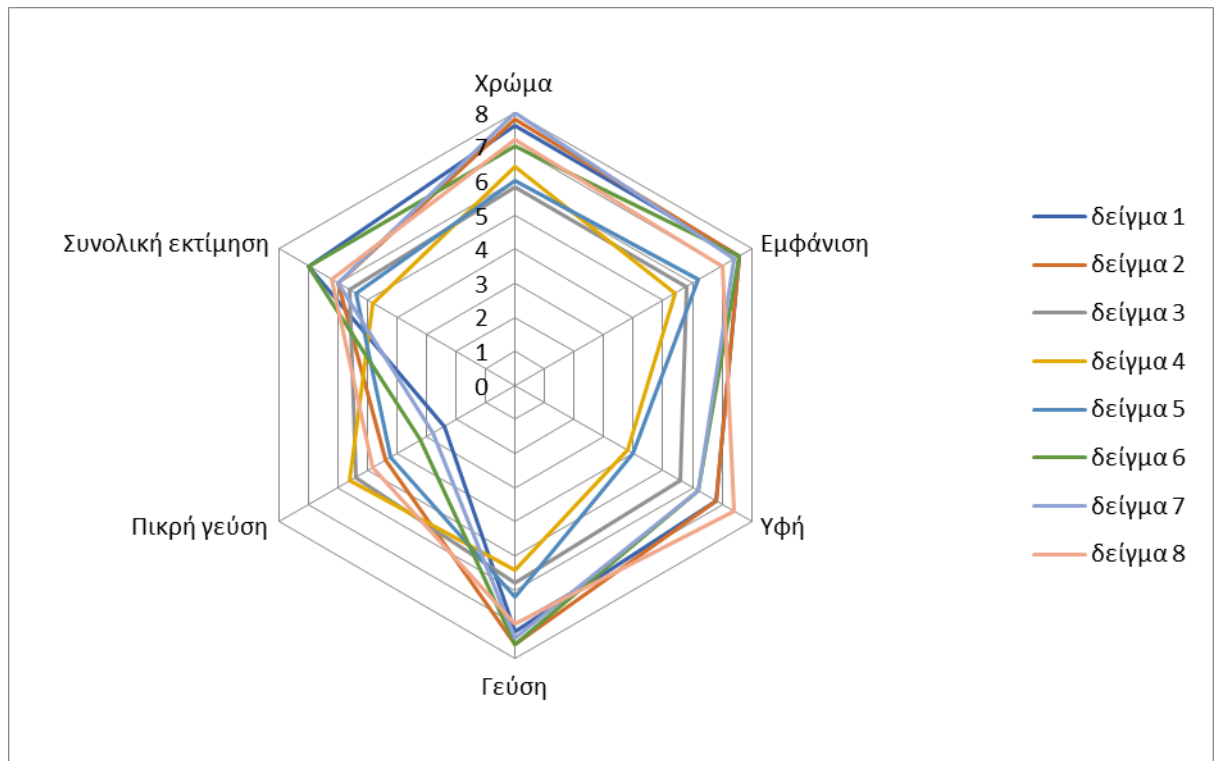
Πίνακας 6.8: Πίνακας Αποτελεσμάτων Οργανοληπτικού ελέγχου (Μέσοι όροι – σημαντικές διαφορές) που προκύπτει από την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και με τη βοήθεια του τεστ Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$

	Χρώμα	Εμφάνιση	Υφή	Γεύση	Πικρή γεύση	Συνολική εκτίμηση
δείγμα 1	7.6ab*	7.6a	6.8a	7.2ab	2.4d	7a
δείγμα 2	7.8a	7.6a	6.8a	7.6a	4.4abc	6ab
δείγμα 3	5.8c	5.8cd	5.6abc	5.8cd	5.4a	5.6ab
δείγμα 4	6.4abc	5.4d	3.8c	5.4d	5.6a	4.8b
δείγμα 5	6bc	6.2bcd	4c	6.2bc	4.2abc	5.4b
δείγμα 6	7abc	7.6a	6.2a	7.6a	3.2bcd	7a
δείγμα 7	8a	7.4ab	6.2a	7.4ab	2.8cd	6ab
δείγμα 8	7.2abc	7abc	7.4a	7abc	4.8ab	6.2ab

*: τα διαφορετικά λατινικά γράμματα σημαίνουν ότι τα δείγματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ για την εκάστοτε οργανοληπτική ιδιότητα

Πίνακας 6.9: Αντιστοιχία δειγμάτων με κωδικοποιημένη ονομασία

φρ25%	δείγμα1
φρ75%	δείγμα2
στεβ10%	δείγμα3
μιξ75-15	δείγμα4
στεβ25%	δείγμα5
φρ50%	δείγμα6
φρ100%	δείγμα7
μιξ90-10	δείγμα8



Σχήμα 6.5: Ιστόγραμμα αποτελεσμάτων οργανοληπτικού ελέγχου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Μια πρώτη βασική παρατήρηση της πειραματικής πορείας ήταν η αδυναμία παρασκευής αποδεκτού προϊόντος πηκτής από πορτοκάλι, με ποσοστό υποκατάστασης της σακχαρόζης από γλυκοζίτες στεβιόλης (με έκδοχο την ερυθριτόλη) πάνω από 25%, εύρημα που είναι σύμφωνο με τα συμπεράσματα των Santanu et al. 2013.

Αναφορικά με τις υπόλοιπες φυσικοχημικές και λοιπές ποιοτικές (ενόργανες ή οργανοληπτικές) μετρήσεις που έγιναν, τα συμπεράσματα ήταν τα ακόλουθα:

1. Η ενεργότητα ύδατος των τελικών προϊόντων, με όλους τους χρησιμοποιούμενους συνδυασμούς υδατανθράκων, δεν έδειξε να διαφοροποιείται (δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων στα τελικά δείγματα).
2. Το ίδιο παρατηρήθηκε τόσο στο τελικό pH αλλά και στους °Brix των τελικών πηκτών, κάτι που μπορεί να δικαιολογηθεί από τον ενιαίο τρόπο που παρασκευάστηκαν (με στόχο μια συγκεκριμένη τελική τιμή των 68°Brix)
3. Όπως είναι φανερό και από το αντίστοιχο διάγραμμα του κεφαλαίου 5, η φωτεινότητα των δειγμάτων έδειξε τη μέγιστη ελάττωση (μείωση της τιμής της παραμέτρου L) στα μεγαλύτερα ποσοστά αντικατάστασης της σακχαρόζης με τη φρουκτόζη, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στον αναγωγικό χαρακτήρα του μονοσακχαρίτη αυτού, που συμμετέχει σε αντιδράσεις καστανώσης και αμαύρωσης, κατά την έντονη θερμική επεξεργασία του μείγματος κατά την παρασκευή της πηκτής.
4. Αναφορικά με τις μετρήσεις της υφής με χρήση του αναλυτή υφής, η σκληρότητα παρουσίασε μια ελάχιστη τιμή στο προϊόν με 50% αντικατάσταση της σακχαρόζης με φρουκτόζη, ενώ η συνεκτικότητα έδειξε να ελαττώνεται όσο αυξανόταν το ποσοστό αυτό της αντικατάστασης της σακχαρόζης από φρουκτόζη. Αυτό μπορεί ενδεχομένως να αποδοθεί στο σημαντικό ρόλο που παίζει η σακχαρόζη στο σχηματισμό πηκτώματος, με τον έντονα υδρόφιλο χαρακτήρα της, και επομένως με την ελάττωση της ενυδάτωσης των μορίων της πηκτίνης λόγω ισχυρού ανταγωνισμού για νερό, προκειμένου να σχηματισθούν οι επιθυμητές υδρόφοβες ζώνες σύνδεσης και το συνεκτικό δικτυωτό πλέγμα. Η πυκνότητα και η συνεκτικότητα του δικτυωτού πλέγματος είναι ευθέως ανάλογη της συγκέντρωσης της πηκτίνης. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση της ζάχαρης, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού δεσμεύεται με αποτέλεσμα να αυξάνει ανάλογα και η συνεκτικότητα και η ισχύς της παραγόμενης πηκτής. Επομένως, όσο

ελαττώνεται η συγκέντρωση της σακχαρόζης, είναι αναμενόμενο να μειώνεται η συνεκτικότητα του τελικού προϊόντος.

5. Σημαντικά, τέλος, ήταν τα ευρήματα του οργανοληπτικού ελέγχου των πηκτών που παρασκευάστηκαν. Αναφορικά με τα δείγματα στα οποία χρησιμοποιήθηκαν γλυκοζίτες στεβιόλης, μόνο εκείνα με το χαμηλό ποσοστό υποκατάστασης έγιναν αποδεκτά από τους δοκιμαστές, παρατήρηση που συμφωνεί απόλυτα με τα συμπεράσματα των Pizzolato et al. 2012. Αυτό φανερώνει ότι το μεγάλο ποσοστό γλυκοζιτών στεβιόλης προσδίδει τέτοια γλυκύτητα (σε ένταση, και ενδεχομένως σε ποιότητα) που δεν είναι αρεστή στο καταναλωτικό κοινό. Όσον αφορά δε στα δείγματα σακχαρόζης-φρουκτόζης, εκείνα με τα χαμηλότερα ποσοστά υποκατάστασης (25 και 50%) απέσπασαν τις υψηλότερες βαθμολογίες των δοκιμαστών, τόσο ως προς την εμφάνιση, την υφή και τη γεύση, όσο και ως προς τη συνολική εκτίμηση/αρέσκεια, χωρίς ωστόσο να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (βλ. Πίνακα ANOVA/Tukey του κεφαλαίου 5) από τα υπόλοιπα δείγματα σακχαρόζης-φρουκτόζης. Τέλος, από τις δύο μαρμελάδες που παρασκευάστηκαν με χρήση μείγματος φρουκτόζης-γλυκοζιτών στεβιόλης, σαφώς πιο αρεστή ήταν αυτή με το χαμηλότερο ποσοστό σε στέβια (10%), γεγονός που επικυρώνει το προηγούμενο συμπέρασμα σχετικά με τη μειωμένη αποδοχή της γλυκύτητας του εναλλακτικού αυτού σακχάρου (τουλάχιστον με τη δεδομένη εμπορική του μορφή, με χρήση ερυθριτόλης, ως βασικό έκδοχο).

Με βάση όλα τα παραπάνω και τις παρατηρήσεις που έγιναν σε όλη τη διάρκεια των πολλαπλών προκαταρκτικών, αλλά και κύριων πειραμάτων της εργασίας αυτής, θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθεί περαιτέρω η αντικατάσταση της σακχαρόζης και με άλλα εναλλακτικά σάκχαρα ή γλυκαντικούς παράγοντες (π.χ. χυμό σταφύλι ή ρόδι), και να εξεταστεί και η χρήση διαφορετικών σκευασμάτων στέβιας, με έκδοχα όπως η σουκραλόζη ή η παλατινόζη, που ήδη κυκλοφορούν στο εμπόριο. Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε και η μελέτη παρασκευής τελικού 'γλυκού' προϊόντος με βάση το πορτοκάλι, με χρήση LM πηκτίνης, το οποίο θα μπορούσε είτε να ανήκει στην κατηγορία των πηκτών (με τους ανάλογους βαθμούς Brix > 65 °Brix) είτε να εμπίπτει στην κατηγορία των αλειμμάτων, με αποδεκτούς χαμηλότερους °Brix του τελικού προϊόντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αναγνωστοπούλου Α., και Ταλέλλη Α. 2008. Τεχνολογία και Ποιότητα φρούτων και λαχανικών, εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
2. Βρεττέας Κ. 2012, ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ, ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ, πτυχιακή εργασία (επιβλέπων Θ. Βαρζάκας), Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, Καλαμάτα
3. Καραουλάνης, Γ.Δ. 2007. Τεχνολογία επεξεργασίας οπωροκηπευτικών – Εκδόσεις Σταμούλη Αθήνα.
4. Κούλης Σ. 2010 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΑΡΜΕΛΑΔΑΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΗΣ, πτυχιακή εργασία Εθνικό Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας IV: Σύνθεσης και Ανάπτυξης Βιομηχανικών Διαδικασιών, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων
5. Λαμπρόπουλος Ε.Α. και Ανέστης Ε.Στ.2005. “Μηχανικές και θερμικές διεργασίες των τροφίμων”, Αθήνα : Εκδόσεις ΠΥΛΕΣ.
6. Λουγκοβόης Β. 2013. “Συμπληρωματικό βοήθημα για το μάθημα του οργανοληπτικού ελέγχου τροφίμων”. ΤΕΙ Αθήνας.
7. Πανέρας Ε. Δ.1996. Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων,Θεσσαλονίκη.
8. Παπαδάκης, Σ.Ε. 2010. Συσκευασία Τροφίμων, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα.
9. Παπαθανασίου Ζ.2016. Παραγωγή μαρμελάδας φρούτων με χρήση τεχνολογίας εξάτμισης υπο κενό, πτυχιακή εργασία στο τμήμα Χημικών Μηχανικών – Τομέας τεχνολογιών-εργαστήριο τεχνολογίας βιομηχανιών τροφίμων και αγροτικών βιομηχανιών, Α.Π.Θ.
10. Σφλώμος Κ.Σ. 2011. Χημεία Τροφίμων Τόμος Ι. Αθήνα
11. Τσάκης Ι. και Γρηγοράκης Κ. 2014. “Οργανοληπτικός Έλεγχος Τροφίμων”. Αθήνα: Εκδόσεις: Παπασωτηρίου.
12. Χατζηχριστοδούλου Α. 2006 Καλλιέργεια και διακίνηση των εσπεριδοειδών στα Δωδεκάνησα, πτυχιακή εργασία στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Arthey D, P.R Ashurst, 1996 Fruit processing – Blackie Academic & Professional UK
2. Baker RA, Norman Berry, Y.H. Hui, and Diane M. Barrett. 2005. Fruit preserves and jams. In: Processing fruits. CRC Press, Boca Raton, USA.
3. Belitz HD, ΗΔW. Grosch, P. Schieberle. 2006. Χημεία Τροφίμων – Μετάφραση από την 3η αγγλική έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα Αθήνα.
4. Belovic M, Aleksandra Torbica, Ivana Pajic-Lijakovic and Jasna Mastilovic.

2017. Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. *Food Chemistry*. 237:1226-1233.
5. Carvalho, Ana Cláudia Guilhen de, Oliveira, Rita Cristina Galli de, Navacchi, Meire Franci Polônio, Costa, Cecília Edna Mareze da, Mantovani, Daniel, Dacôme, Antônio Sérgio, Seixas, Flavio Augusto Vicente, & Costa, Sílvio Cláudio da. 2013. Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology*, 33(3), 555-560. Epub September 24, 2013. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000080>
 6. Featherstone S. 2016. Jams, jellies, and related products, in “A Complete Course in Canning and Related Processes”, 14th edition, Volume 3: Processing Procedures for Canned Food Products, pg 313-349, Revised by Susan Featherstone, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-85709-679-1.00009-X>
 7. Fishman L., Jen, J.J. 1986 – Chemistry and functions of pectins. ACS Symposium series 310, Washington, DC.
 8. Hui, YH. 2006. Handbook of fruits and fruit processing – Blackwell publishing Iowa USA
 9. García-Martínez E, Ruiz-Díaz G, Martínez-Monzó J, Camacho MM, Martínez-Navarrete N, Chiralt A. 2002. Jam manufacture with osmodehydrated fruit *Food Research International* 35:301-306 doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00200-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00200-9)
 10. Igual M, Contreras C, Martínez-Navarrete N. 2010. Non-conventional techniques to obtain grapefruit jam *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11:335-341 doi:10.1016/j.ifset.2010.01.009
 11. Igual M, Contreras C, Martínez-Navarrete N. 2014. Colour and rheological properties of non-conventional grapefruit jams: Instrumental and sensory measurement *LWT - Food Science and Technology* 56:200-206 doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.10.038>
 12. Jenkins DJA et al 1981 Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of food Nutrition*. 362-366.
 13. Mitchel, H. 2006. Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology – Blackwell Publishing UK.
 14. Park, Y. K., & Yetley, E. A. 1993. Intakes and food sources of fructose in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 58(5, suppl), 737-747. PMID:8213605.
 15. Pizzolato, Sofía; Andrada, Matías; Rinaldoni, Ana Noelia; and Campderros, Mercedes (2012)
 16. Process for integral use of blueberry, *International Journal of Food Engineering*: Vol. 8: Iss. 4, Article 17. DOI: 10.1515/1556-3758.2415
 17. Santanu B., U.S. Shivhare, T.V. Singh. 2013. Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *Journal of Food Engineering*. 114: 456-467.
 18. Singh, S.D., Rao, G.P. 2005. Stevia: The herbal sugar of 21st century. *Sugar Tech* 7: 17. <https://doi.org/10.1007/BF02942413>
 19. Varzakas, T and Chryssanthopoulos C. 2012. Nutritional and health aspects of

- sweeteners. In: Varzakas, Lambropoulos and Anestis (Eds), Sweeteners: nutritional aspects, applications and production technology. CRC Press.
20. Vibhakara HS and A. S. Bawa. 2006. Manufacturing Jams and Jellies. In: Handbook of Fruits and Fruit Processing, Edited by Y. H. Hui, Blackwell Publishing

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΜΑΡΜΕΛΑΔΕΣ

Υφιστάμενη νομοθεσία-ορισμοί

Η νομοθεσία που διέπει την παρασκευή (και την επισήμανση) των πηκτών (μαρμελάδων) φρούτων προέρχεται από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΠΤ) ως ακολούθως:

ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ 132-1

ΕΚΔΟΣΗ 3 / Μάιος 2011

Άρθρο 132 (1)

Μαρμελάδες – Ζελέ, Μαρμελάδες εσπεριδοειδών – Κρέμα κάστανου.

1. α) Οι διατάξεις αυτού του άρθρου εφαρμόζονται στα προϊόντα που ορίζονται στο Παράρτημα Ι.

β) Οι διατάξεις αυτού του άρθρου δεν εφαρμόζονται στα προϊόντα που προορίζονται για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων ζαχαροπλαστικής, προϊόντων ζαχαροπλαστικής και προϊόντων μπισκοτοποιίας.

2. Οι διατάξεις για την επισήμανση εφαρμόζονται στα προϊόντα που ορίζονται στο Παράρτημα Ι, υπό τους εξής όρους:

α) Οι ονομασίες προϊόντων που απαριθμούνται στο Παράρτημα Ι χρησιμοποιούνται μόνον για τα προϊόντα που περιλαμβάνονται σε αυτό και πρέπει να χρησιμοποιούνται στο εμπόριο για την περιγραφή τους. Ωστόσο, οι ονομασίες προϊόντων που χρησιμοποιούνται στο Παράρτημα Ι μπορεί να χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα της ονομασίας και σύμφωνα με την πρακτική που εφαρμόζεται για να περιγράφονται άλλα προϊόντα που δεν μπορούν να εκληφθούν ως προϊόντα του Παραρτήματος Ι.

β) Οι ονομασίες προϊόντων συμπληρώνονται με την αναγραφή του ή των χρησιμοποιούμενων φρούτων, κατά φθίνουσα τάξη της κατά βάρος αναλογίας των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών. Ωστόσο, στα προϊόντα που παρασκευάζονται από τρία ή περισσότερα φρούτα, η μνεία των χρησιμοποιούμενων φρούτων μπορεί να αντικαθίσταται από την ένδειξη «διάφορα φρούτα», από ανάλογη ένδειξη, ή από τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων φρούτων.

γ) Στην επισήμανση πρέπει να αναγράφεται η περιεκτικότητα σε φρούτα με την ένδειξη

«παρασκευασμένο από.....γραμ. φρούτων ανά 100 γραμ.» τελικού προϊόντος, μετά από αφαίρεση, κατά περίπτωση, του βάρους του νερού που έχει χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή των υδατικών εκχυλισμάτων.

δ) Στην επισήμανση πρέπει να αναγράφεται η συνολική περιεκτικότητα σε σάκχαρα με την ένδειξη «ολική περιεκτικότητα σε σάκχαρα.....γραμ. ανά 100 γραμ.», όπου ο αναφερόμενος αριθμός αντιπροσωπεύει την τιμή που προσδιορίζεται με διαθλασιμετρία επί του τελικού προϊόντος, στους 20οC, με ανοχή +3 βαθμούς διαθλασιμετρίας.

Ωστόσο, δεν επιβάλλεται η αναγραφή της περιεκτικότητας σε σάκχαρα όταν στην επισήμανση περιλαμβάνεται διατροφικός ισχυρισμός για τα σάκχαρα κατ' εφαρμογή του άρθρου 11 α του Κώδικα Τροφίμων.

ε) Οι ενδείξεις που προβλέπονται στο εδάφιο γ) και στο πρώτο σημείο του εδαφίου δ), πρέπει να αναγράφονται με ιδιαίτερα ευδιάκριτους χαρακτήρες στο ίδιο οπτικό πεδίο με την ονομασία του προϊόντος.

στ) Όταν η περιεκτικότητα σε κατάλοιπα διοξειδίου του θείου υπερβαίνει τα 10 mg/kg, η παρουσία του πρέπει να αναγράφεται στον κατάλογο των συστατικών κατά παρέκκλιση των διατάξεων για την επισήμανση.

3. Για την παρασκευή των προϊόντων που ορίζονται στο Παράρτημα I μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο τα συστατικά του Παραρτήματος II και οι πρώτες ύλες του Παραρτήματος III.

4. α) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του Παραρτήματος I του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων σύμφωνα, κατά περίπτωση, με τους αντίστοιχους όρους του Παραρτήματος II του εν λόγω άρθρου:

- Πηκτίνες E440, γαλακτικό οξύ E270, μηλικό οξύ E296, ασκορβικό οξύ E300, γαλακτικό ασβέστιο E327, κιτρικό οξύ E330, κιτρικά άλατα νατρίου E331, κιτρικά άλατα ασβεστίου E333, τρυγικό

132-2 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

ΕΚΔΟΣΗ 3 / Μάιος 2011

οξύ E334, τρυγικά άλατα νατρίου E335, μηλικά άλατα νατρίου E350, μονο- και διγλυκερίδια

λιπαρών οξέων E471 σε μαρμελάδες και ζελέδες εξαιρετικής ποιότητας.

- Τα πρόσθετα που αναφέρονται παραπάνω και επί πλέον αλγινικό οξύ E400, αλγινικό νάτριο

E401, αλγινικό κάλιο E402, αλγινικό αμμώνιο E403, αλγινικό ασβέστιο E404, άγαρ – άγαρ

E406, καραγεννάνη E407, κόμμι χαρουπιών E410, κόμμι γκουάρ E412, ξανθανικό κόμμι E415, κόμμι τζελάν E418, γλωριούχο ασβέστιο E509, υδροξείδιο του νατρίου E524, σε μαρμελάδες, ζελέδες και μαρμελάδες εσπεριδοειδών και άλλα παρόμοια παρασκευάσματα φρούτων, συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων «χαμηλών θερμίδων» .

β) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του Παραρτήματος III, Συντηρητικά και αντιοξειδωτικά, του ίδιου άρθρου σύμφωνα, κατά περίπτωση, με τους αντίστοιχους όρους:

- Σορβικά E200, E202, E203, βενζοϊκά E210, E211, E212, E213 σε 1) Μαρμελάδες, ζελέδες,

μαρμελάδες εσπεριδοειδών χαμηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη και παρόμοια προϊόντα χαμηλών θερμίδων ή χωρίς ζάχαρη και άλλα προϊόντα επάλειψης με βάση τα φρούτα, Mermeladas 2) Marmelada(3).

- Θειώδη E220, E221, E222, E223, E224, E226, E227, E228 σε 1) Μαρμελάδες, ζελέδες και

μαρμελάδες εσπεριδοειδών (εκτός από τις μαρμελάδες και τους ζελέδες εξαιρετικής ποιότητας) και άλλες παρόμοιες πάστες φρούτων προς επάλειψη, συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων χαμηλών θερμίδων, 2) Μαρμελάδες, ζελέδες και μαρμελάδες εσπεριδοειδών που γίνονται από φρούτα επεξεργασμένα με διοξειδίο του θείου.

γ) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του Παραρτήματος IV του ίδιου άρθρου, σύμφωνα, κατά

περίπτωση, με τους αντίστοιχους όρους:

- Μονολαυρική σορβιτάνη E493 σε μαρμελάδες εσπεριδοειδών ζελέ.

- Διμεθυλοπολυσιλοξάνιο E900 σε μαρμελάδες, ζελέδες και μαρμελάδες εσπεριδοειδών και άλλες ομοειδείς πάστες φρούτων προς επάλειψη, συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων «χαμηλών θερμίδων».

- Νεοτάμη E961 ως ενισχυτικό αρώματος σε μαρμελάδες, ζελέ και μαρμελάδες εσπεριδοειδών με μειωμένες θερμίδες.(6)

5. Επιτρέπεται η χρήση χρωστικών του Παραρτήματος III του άρθρου 35 του Κώδικα Τροφίμων, σύμφωνα με τους όρους του Παραρτήματος αυτού, για τις κοινές μαρμελάδες, ζελέδες και μαρμελάδες εσπεριδοειδών και άλλα ομοειδή παρασκευάσματα φρούτων περιλαμβανομένων και των προϊόντων με μειωμένες θερμίδες.

Οι μαρμελάδες έξτρα, ζελέδες έξτρα, κρέμα κάστανων και creme de pruneaux (κρέμα δαμάσκηνων) δεν επιτρέπεται να περιέχουν πρόσθετες χρωστικές ουσίες.

6. Επιτρέπεται η χρήση γλυκαντικών σύμφωνα, κατά περίπτωση, με τους όρους του Παραρτήματος του άρθρου 68 του Κώδικα Τροφίμων στα εξής προϊόντα:

- Μαρμελάδες, ζελέδες, μαρμελάδες εσπεριδοειδών με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα

σάκχαρα (E420, E421, E953, E965, E966, E967, E968).(4)

- Μαρμελάδες, ζελέδες, μαρμελάδες εσπεριδοειδών με μειωμένες θερμίδες (E950, E951, E952, E954, E955, E959, E961, E962).(2)(5)

7. Για τα προϊόντα που ορίζονται στο Παράρτημα I δεν θεσπίζονται εθνικές διατάξεις που δεν προβλέπονται από αυτό το άρθρο.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ 132-3

ΕΚΔΟΣΗ 3 / Μάιος 2011

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I

ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ, ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

I. ΟΡΙΣΜΟΙ

- Η «μαρμελάδα» είναι μείγμα, με την κατάλληλη πηκτωματώδη υφή, σακχάρων, πούλπας ή/και πολτού από ένα ή περισσότερα είδη φρούτων και νερού. Ωστόσο, η μαρμελάδα από

εσπεριδοειδή μπορεί να παρασκευάζεται από ολόκληρα φρούτα, κομμένα σε λωρίδες ή/και σε φέτες.

Η ποσότητα πούλπα ή/και πολτού που χρησιμοποιείται για την παρασκευή 1000gr τελικού προϊόντος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από:

- 350 gr γενικά,
- 250 gr προκειμένου για κόκκινα φραγκοστάφυλα, καρπούς σορβιάς, ιπποφαές, μαύρα φραγκοστάφυλα, κυνόρροδα και κυδώνια,
- 150 gr προκειμένου για ζιγγίβερι (πιπερόριζα),
- 160 gr προκειμένου για ανακάρδιο,
- 60 gr προκειμένου για καρπούς ρολογιάς
- Η «μαρμελάδα» έξτρα είναι μείγμα, με την κατάλληλη πηκτωματώδη υφή, σακχάρων και μη συμπυκνωμένης πούλπας ενός ή περισσοτέρων ειδών φρούτων και νερού. Ωστόσο, η

μαρμελάδα έξτρα από κυνόρροδα καθώς και η μαρμελάδα έξτρα χωρίς κουκούτσια από σμέουρα(φραμπούζα), μούρα, μαύρα φραγκοστάφυλα, μυρτίδια και κόκκινα φραγκοστάφυλα μπορούν να προέρχονται εξ ολοκλήρου ή εν μέρει από μη συμπυκνωμένο πολτό των φρούτων αυτών. Η μαρμελάδα έξτρα από εσπεριδοειδή μπορεί να παρασκευάζεται από ολόκληρα φρούτα, κομμένα σε λωρίδες ή/και σε φέτες. Τα παρακάτω φρούτα δεν μπορούν να χρησιμοποιούνται σε μείγμα άλλα φρούτα για την παρασκευή μαρμελάδας έξτρα: Μήλα, αχλάδια, συμύρηνα, δαμάσκηνα, πεπόνια, καρπούζια, σταφύλια, κολοκύθες, αγγούρια και ντομάτες. Η ποσότητα πούλπας που χρησιμοποιείται για την παρασκευή 1000 gr τελικού προϊόντος, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από:

- 450 gr γενικά,
- 350 gr προκειμένου για κόκκινα φραγκοστάφυλα, καρπούς σορβιάς, ιπποφαές, μαύρα φραγκοστάφυλα, κυνόρροδα και κυδώνια,
- 250 gr προκειμένου για ζιγγίβερι (πιπερόριζα),
- 230 gr προκειμένου για ανακάρδιο,
- 80 gr προκειμένου για καρπούς ρολογιάς.
- Το ζελέ είναι ένα επαρκώς πηκτωματώδες μείγμα σακχάρων και χυμού ή/και υδατικού εκχυλίσματος από ένα ή περισσότερα είδη φρούτων.

Η ποσότητα χυμού ή/και υδατικού εκχυλίσματος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή 1000gr τελικού προϊόντος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από εκείνη που καθορίζεται για την παρασκευή μαρμελάδας. Οι ποσότητες αυτές υπολογίζονται αφού αφαιρεθεί το βάρος του νερού που έχει χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή των υδατικών εκχυλισμάτων.

- Ωστόσο, στην περίπτωση του «ζελέ έξτρα», η ποσότητα χυμού φρούτων ή/και υδατικού εκχυλίσματος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή 1000 gr τελικού προϊόντος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από εκείνη που καθορίζεται για την παρασκευή μαρμελάδας έξτρα. Οι ποσότητες

132-4 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

ΕΚΔΟΣΗ 3 / Μάιος 2011

αυτές υπολογίζονται αφού αφαιρεθεί το βάρος του νερού που έχει χρησιμοποιηθεί για την

παρασκευή των υδατικών εκχυλισμάτων. Τα παρακάτω φρούτα δεν μπορούν να χρησιμοποιούνται σε μείγμα με άλλα φρούτα για την παρασκευή ζελέ έξτρα: μήλα, αχλάδια, συμπύρηνα δαμάσκηνα, πεπόνια, καρπούζια, σταφύλια, κολοκύθες, αγγούρια και ντομάτες.

- Η «μαρμελάδα εσπεριδοειδών» είναι μείγμα, με την κατάλληλη πηκτωματώδη σύσταση, νερού, σακχάρων και ενός ή περισσοτέρων από τα ακόλουθα προϊόντα που λαμβάνονται από εσπεριδοειδή: πούλπα, πολτός, χυμός, υδατικό εκχύλισμα και φλοιοί. Η ποσότητα εσπεριδοειδών που χρησιμοποιείται για την παρασκευή 1000 gr τελικού προϊόντος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 200 gr, από τα οποία τουλάχιστον 75 gr πρέπει να προέρχονται από το ενδοκάρπιο.

- Η ονομασία «μαρμελάδα-ζελέ εσπεριδοειδών» χαρακτηρίζει προϊόν απαλλαγμένο από το σύνολο των αδιάλυτων υλών, με εξαίρεση ενδεχομένως μικρές ποσότητες λεπτοτεμαχισμένου φλοιού.

- Η κρέμα κάστανου είναι το μείγμα με την κατάλληλη υφή, νερού, σακχάρων και τουλάχιστον 380 gr πολτού από κάστανα (*Castanea sativa*) ανά 1000 gr τελικού προϊόντος.

II. Τα προϊόντα που ορίζονται στο μέρος I πρέπει να έχουν περιεκτικότητα σε διαλυτή ξηρά ουσία, προσδιοριζόμενη με διαθλασιμετρία, ίση τουλάχιστον προς 60%, εκτός από τα προϊόντα στα οποία τα σάκχαρα έχουν αντικατασταθεί εν μέρει ή εξ ολοκλήρου από γλυκαντικά.

Ωστόσο οι αποκλειστικές ονομασίες συνοδευόμενες από περιγραφικές πληροφορίες οι οποίες αναγράφονται δίπλα σε αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τα προϊόντα τα οποία ορίζονται στο μέρος I και των οποίων η περιεκτικότητα σε διαλυτή ξηρά ουσία δεν υπερβαίνει το 60%.

III. Στην περίπτωση μειγμάτων φρούτων, οι ελάχιστες περιεκτικότητες που καθορίζονται στο μέρος I για τα διάφορα είδη φρούτων, μειώνονται κατ' αναλογία προς τα χρησιμοποιούμενα ποσοστά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

Στα προϊόντα που ορίζονται στο παράρτημα I μπορούν να προστεθούν τα ακόλουθα συστατικά:

- μέλι, όπως ορίζεται στο άρθρο 67 του Κώδικα Τροφίμων σε όλα τα προϊόντα για την ολική ή μερική αντικατάσταση των σακχάρων.

- χυμός φρούτων: μόνο σε μαρμελάδα,

- χυμός εσπεριδοειδών σε προϊόντα που λαμβάνονται από άλλα φρούτα: μόνο σε μαρμελάδα,

μαρμελάδα έξτρα, ζελέ και ζελέ έξτρα.

- χυμός ερυθρών καρπών: μόνο σε μαρμελάδα και μαρμελάδα έξτρα από κυνόρροδα, φράουλες, σμέουρα (φραμπουάζ), κοκκινοπράσινα φραγκοστάφυλα, κόκκινα φραγκοστάφυλα, δαμάσκηνα και ραβέντι.

- χυμός ερυθρών τεύτλων: μόνο σε μαρμελάδα και ζελέ από φράουλες, σμέουρα (φραμπουάζ), κοκκινοπράσινα φραγκοστάφυλα, κόκκινα φραγκοστάφυλα και δαμάσκηνα.

- αιθέρια έλαια εσπεριδοειδών: μόνο στη μαρμελάδα εσπεριδοειδών και στη μαρμελάδα – ζελέ εσπεριδοειδών,

- βρώσιμα έλαια και λίπη ως αντιαφριστικοί παράγοντες: σε όλα τα προϊόντα,
- υγρή πηκτίνη: σε όλα τα προϊόντα,
- φλοιοί εσπεριδοειδών: σε μαρμελάδα, μαρμελάδα έξτρα, ζελέ και ζελέ έξτρα.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ 132-5

ΕΚΔΟΣΗ 3 / Μάιος 2011

- φύλλα του *Pelargonium odoratissimum*: σε μαρμελάδα, μαρμελάδα έξτρα, ζελέ και ζελέ έξτρα από κυδώνια,
- οινοπνευματώδη, οίνος και οίνος λικέρ, καρποί με κέλυφος, αρωματικά φυτά, μπαχαρικά, βανίλλια και εκχυλίσματα βανίλιας: σε όλα τα προϊόντα,
- βανιλίνη: σε όλα τα προϊόντα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Α. ΟΡΙΣΜΟΙ

Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, εφαρμόζονται οι ακόλουθοι ορισμοί:

1. Φρούτο:

- ο νωπός, υγιής, αναλλοίωτος, καρπός από τον οποίο δεν έχει αφαιρεθεί κανένα βασικό

συστατικό και ο οποίος βρίσκεται στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης, όπως λαμβάνεται μετά από καθαρισμό και απομάκρυνση όλων των μη βρώσιμων μερών και των ξένων υλών,

- για τους σκοπούς του παρόντος άρθρου, εξομοιώνονται προς τα φρούτα οι ντομάτες, τα

βρώσιμα μέρη των μίσχων του φυτού ραβέντι, τα καρότα, οι γλυκοπατάτες, τα αγγούρια, οι

κολοκύθες, τα πεπόνια και τα καρπούζια,

- ο όρος «ζιγγίβερι» δηλώνει τις διατηρημένες ή νωπές βρώσιμες ρίζες του φυτού ζιγγίβερι. Το ζιγγίβερι μπορεί να είναι αποξηραμένο ή διατηρημένο σε σιρόπι.

2. Πούλπα (φρούτων):

Το βρώσιμο μέρος του ολόκληρου φρούτου, ενδεχομένως, αποφλοιωμένο, χωρίς φλούδα, αποπυρηνωμένο, χωρίς κουκούτσια και τα παρόμοια, το οποίο μπορεί να έχει τεμαχιστεί ή συνθλιβεί αλλά δεν έχει πολτοποιηθεί.

3. Πολτός (φρούτων):

Το βρώσιμο μέρος του ολόκληρου φρούτου, αποφλοιωμένο, χωρίς φλούδα, αποπυρηνωμένο, χωρίς κουκούτσια και τα παρόμοια, εάν χρειάζεται, το οποίο έχει πολτοποιηθεί με κοσκίνισμα ή άλλη παρεμφερή επεξεργασία.

4. Υδατικό εκχύλισμα (φρούτων):

Το υδατικό εκχύλισμα φρούτων το οποίο, με την επιφύλαξη των αναπόφευκτων απωλειών σύμφωνα με την κατάλληλη πρακτική παρασκευής, περιέχει όλα τα υδατοδιαλυτά συστατικά των χρησιμοποιούμενων φρούτων.

5. Σάκχαρα

Τα επιτρεπόμενα σάκχαρα είναι:

1. τα σάκχαρα που ορίζονται στο άρθρο 64 του Κ. Τροφίμων,
2. το σιρόπι φρουκτόζης,
3. τα σάκχαρα που εξάγονται από φρούτα,
4. η μερικώς επεξεργασμένη (καστανή) ζάχαρη.

Β. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

1. Τα προϊόντα που ορίζονται στο μέρος Α σημεία 1, 2, 3 και 4 μπορούν να υποβάλλονται στις ακόλουθες επεξεργασίες:

- επεξεργασίες εν θερμώ ή εν ψυχρώ,

132-6 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ

ΕΚΔΟΣΗ 3 / Μάιος 2011

- λυοφιλίωση,

- συμπύκνωση, στο μέτρο που προσφέρονται προς τούτο από τεχνική άποψη.

- εξαιρουμένων των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή προϊόντων «έξτρα»: χρησιμοποίηση διοξειδίου του θείου (E220) ή των αλάτων του (E221, E222, E223, E224, E226 και E227) ως βοήθημα για την Παρασκευή εφόσον δεν σημειώνεται υπέρβαση της μέγιστης περιεκτικότητας σε διοξείδιο του θείου που ορίζεται στο άρθρο 33 του Κώδικα Τροφίμων στα τελικά προϊόντα που ορίζονται στο μέρος Ι του παραρτήματος Ι.

2. Τα βερίκοκα και τα δαμάσκηνα που προορίζονται για την παρασκευή μαρμελάδας μπορούν να υποβάλλονται και σε άλλες επεξεργασίες αφυδάτωσης πλην της λυοφιλίωσης.

3. Οι φλοιοί εσπεριδοειδών μπορούν να διατηρούνται σε άλμη.

Παραπομπές

(1) Απόφ ΑΧΣ 65/2002, ΦΕΚ 601/Β/16.5.2002, «Τροποποίηση του άρθρου 132 του Κώδικα Τροφίμων σε

εναρμόνιση προς την Οδηγία 2001/113/Ε.Κ. του Συμβουλίου (EEL 10/12-1-2002)».

(2) Απόφ ΑΧΣ 81/2005, ΦΕΚ 786/Β/10-6-2005 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2003/115/ΕΚ». Επιτρέπεται η εμπορία και η χρήση προϊόντων που είναι σύμφωνα με την παρούσα από τις 29.1.2005. Απαγορεύεται η εμπορία και χρήση προϊόντων που δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα το αργότερο από τις 29 Ιουλίου 2005, ωστόσο, προϊόντα που έχουν διατεθεί στην αγορά πριν από αυτή την ημερομηνία και δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μέχρι τις 29 Ιανουαρίου 2006.

(3) Αποφ. ΑΧΣ 603/2007, ΦΕΚ 224/Β/14-2-2008 «Τροποποίηση των Άρθρων 131, 132, 133 και 134 του Κ.Τ.Π.». Επιτρέπεται η εμπορία και η χρήση των προϊόντων που ανταποκρίνονται στην παρούσα απόφαση από 15/2/2008. Απαγορεύεται η εμπορία και η χρήση των προϊόντων που δεν ανταποκρίνονται στους όρους της απόφασης μετά από 15/8/2008. Ωστόσο επιτρέπεται η εμπορία των προϊόντων που δεν συμμορφώνονται προς τη παρούσα απόφαση και έχουν διατεθεί στην αγορά πριν από 15/2/2008 μέχρι εξαντλήσεως των αποθεμάτων.

(4) Αποφ. ΑΧΣ 449/2007, ΦΕΚ 190/Β/7-2-2008 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2006/52/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου». Επιτρέπεται η εμπορία και η χρήση που είναι σύμφωνα με την παρούσα από τις 7.2.2008. Απαγορεύεται η εμπορία και η χρήση των προϊόντων που δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα το αργότερο από τις 15.8.2008, ωστόσο, προϊόντα που έχουν διατεθεί στην αγορά πριν από αυτή την ημερομηνία και δεν είναι σύμφωνα

με την παρούσα, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μέχρι εξαντλήσεως των αποθεμάτων.

(5) Αποφ. ΑΧΣ 84/2010, ΦΕΚ 1726/Β/3-11-2010 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ.Π. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2009/163/ΕΕ της Επιτροπής της 22ας Δεκεμβρίου 2009 (ΕΕ L 344/23.12.2009) για την τροποποίηση της οδηγίας 94/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τα γλυκαντικά που προορίζονται να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα όσον αφορά το γλυκαντικό νεοτάμη.»

(6) Απόφ. Α.Χ.Σ. 24/2011, ΦΕΚ 537/Β/6-4-2011 «Τροποποίηση διατάξεων του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών(ΦΕΚ 788/Β/31-12-87) όπως ισχύει, σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 2010/69/ΕΕ της Επιτροπής της 22ας Οκτωβρίου 2010 (ΕΕ L 279/23.10.2010) για την τροποποίηση των παραρτημάτων της οδηγίας 95/2/ΕΚ για τα πρόσθετα τροφίμων πλην των χρωστικών και των γλυκαντικών».