



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Παρασκευή μικρογεύματος (snack) υψηλής διατροφικής αξίας με βάση το Φραγκόσυκο»

Μπακατσέλου Χρυσάνθη - Σκευάκης Παναγιώτης



Επιβλέπων Καθηγητής: Τυμπής Δημήτριος

ΑΘΗΝΑ, 2021

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΥΜΠΗΣ

Υπογραφή

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΚΑΝΕΛΛΟΥ

Υπογραφή

ΜΥΡΤΩ ΤΡΙΑΝΤΗ

Υπογραφή

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **Μπακατσέλου Χρυσάνθη του Ηλία**, με αριθμό μητρώου **14473** φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, της **Σχολής Επιστημών Τροφίμων**, του **Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων**, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Μπακατσέλου Χρυσάνθη

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Σκευάκης Παναγιώτης του Κωνσταντίνου**, με αριθμό μητρώου **14506** φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, της **Σχολής Επιστημών Τροφίμων**, του **Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων**, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Σκευάκης Παναγιώτης', written on a light blue background.

Σκευάκης Παναγιώτης

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο “Παρασκευή μικρογεύματος (snack) υψηλής διατροφικής αξίας με βάση το Φραγκόσυκο” πραγματοποιήθηκε ως επί το πλείστον στο Εργαστήριο Μηχανικής Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων, της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Το έργο διεκπεραιώθηκε με τη καθοδήγηση και την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Δημητρίου Τυμπή, καθώς επίσης και την πολύτιμη βοήθεια του Καθηγητή κ. Παπαδάκη Σπυρίδωνα και της καθηγήτριας Γιαννακούρου Μαρίας τους οποίους ευχαριστούμε θερμά.

Θα θέλαμε, επίσης, να ευχαριστήσουμε θερμά τους Αδελφούς Μάγκουρα της εταιρίας “en Mani” για τη προσφορά της πρώτης ύλης με την οποία εργαστήκαμε, όπως επίσης και για την επικοινωνία και την πολύτιμη παροχή πληροφοριών.

Επιπλέον, θα θέλαμε να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη προς την εικαστικό κ. Μουδατσάκη Μαριαίμη που επιμελήθηκε τη ψηφιακή απεικόνιση του τελικού προϊόντος.

Τέλος, θα θέλαμε να απευθύνουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στους ανθρώπους που μας στήριξαν καθ’ όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	8
Abstract.....	9
1. Εισαγωγή.....	10
1.1. Ιστορικά στοιχεία.....	10
1.1.1. Η ξήρανση των τροφίμων.....	10
1.1.2. Fruit leather: Ορισμός και ιστορικά στοιχεία.....	11
1.2. Η Σημασία των αποξηραμένων φρούτων στην Υγεία και Διατροφή.....	13
2. Πρώτες Ύλες.....	15
2.1. Φραγκόσυκο.....	15
2.1.1. Ο καρπός.....	15
2.1.2. Διατροφική Αξία.....	16
2.1.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.....	18
2.1.4. Παραγωγή πολτού.....	20
I. Συλλογή και Αποθήκευση.....	20
II. Αναλύσεις.....	21
III. Μεταφορά.....	21
IV. Αφαίρεση αγκαθιών.....	21
V. Ταξινόμηση και πλύσιμο.....	21
VI. Καθαρισμός καρπού.....	22
VII. Πολτοποίηση.....	22
VIII. Συντήρηση και αποθήκευση.....	23
2.1.5. Χαρακτηριστικά Πολτού Προϊόντος.....	24
2.2. Μήλο.....	25
2.2.1. Ο καρπός.....	25
2.2.2. Διατροφική Αξία.....	25
2.2.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.....	25
2.2.4. Η χρήση του στο προϊόν.....	27
2.3. Μέλι.....	28
2.3.1. Γενικά Χαρακτηριστικά.....	28
2.3.2. Διατροφική Αξία.....	28
2.3.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.....	28
2.3.3.1. Δράση Έναντι Μικροοργανισμών.....	29
2.3.3.2. Σημασία στην διατροφή.....	30

2.3.4.	Η χρήση του στο προϊόν	30
2.4.	Λεμόνι.....	31
2.4.1.	Ο καρπός.....	31
2.4.2.	Διατροφική Αξία.....	31
2.4.3.	Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.....	31
2.4.4.	Η χρήση του στο προϊόν	33
2.5.	Καρύδα	34
2.5.1.	Ο καρπός.....	34
2.5.2.	Διατροφική Αξία.....	34
2.5.3.	Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.....	35
2.5.4.	Η χρήση της στο προϊόν	36
3.	Παρασκευή Προϊόντος	37
3.1.	Μέθοδος παρασκευής προϊόντος	37
3.1.1.	Παρασκευή πολτού προς ξήρανση	38
3.1.2.	Συνθήκες Ξήρανσης.....	38
3.2.	Διάγραμμα ροής προϊόντος.....	41
3.3.	Διάγραμμα και πλάνο HACCP.....	42
3.3.1.	Ορισμοί.....	42
3.3.2.	Διάγραμμα HACCP	43
3.3.3.	Πλάνο HACCP	43
4.	Ξήρανση.....	49
4.1.	Γενικά.....	49
4.2.	Σημασία νερού στα τρόφιμα και άλλοι παράγοντες	49
4.3.	Ξήρανση και σταθερότητα τροφίμων	51
4.4.	Μηχανισμός μεταφοράς μάζας	52
4.5.	Μηχανισμοί Μεταφοράς Θερμότητας.....	53
4.5.1.	Μετάδοση με αγωγή.....	53
4.5.2.	Μετάδοση με συναγωγή	53
4.5.3.	Μετάδοση με ακτινοβολία	54
4.6.	Ξηραντήρας.....	55
4.6.1.	Ξηραντήρας με ράφια (Tray Dryer).....	56
4.6.2.	Ξηραντήρας UOP8 Tray Drier της εταιρίας Armfield	57
5.	Συσκευασία.....	59
5.1.	Γενικά.....	59
5.2.	Υλικά Συσκευασίας.....	61

5.2.1.	Πολυμερή	61
5.2.2.	Πολυπροπυλένιο.....	61
5.2.2.1.	Παραγωγή φιλμ.....	61
5.2.3.	Πολυστρωματικοί συνδυασμοί εύκαμπτων υλικών συσκευασίας - Laminates	62
5.2.3.1.	Μέθοδοι κατασκευής των laminates	63
5.3.	MAP	65
5.3.1.	Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας.....	66
5.3.2.	Διαβίβαση αερίου	66
5.3.3.	Χρησιμοποιούμενα αέρια	66
5.4.	Φακελάκι απορρόφησης οξυγόνου	70
5.5.	Σύνθεση Συσκευασίας.....	71
6.	Αποθήκευση και ασφάλεια τελικού προϊόντος	72
6.1.	Αποθήκευση.....	72
6.2.	Ασφάλεια και σταθερότητα προϊόντος.....	72
7.	Τελικό Προϊόν	74
7.1.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τελικού προϊόντος.....	74
7.2.	Διατροφική αξία δειγμάτων	74
7.2.1.	Ισχυρισμοί με βάση την διατροφική αξία	79
7.3.	Εμφάνιση Προϊόντος	80
7.3.1.	Prickly Sweet	80
7.3.2.	Prickly Sophisticated.....	81
7.4.	Προτάσεις κατανάλωσης.....	82
7.4.1.	Prickly Sweet.....	82
7.4.2.	Prickly Sophisticated.....	82
8.	Συμπεράσματα.....	83
9.	Βιβλιογραφία	84

Περίληψη

Ο όλο και πιο απαιτητικός τρόπος ζωής των ανθρώπων έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια την αγορά στην παραγωγή υγιεινών και εύγευστων μικρογευμάτων. Επιπλέον, αποτελεί κοινή γνώση πως λόγω αυτού, οι καταναλωτές επιθυμούν προϊόντα με μειωμένα συνθετικά πρόσθετα. Ένα μικρογεύμα fruit leather συνδυάζει τα ανωτέρω με απόλυτη αρμονία.

Ένα fruit leather επιτυγχάνεται με ξήρανση πολτού φρούτου σε λεπτά φύλλα και αποτελεί γνωστό προϊόν για την αγορά της Αμερικής. Οι τεχνικές που απαιτούνται για τη παρασκευή του δεν είναι εξειδικευμένες και ο εξοπλισμός δεν είναι περίπλοκος. Τα φραγκόσυκα καταλαμβάνουν τίτλο “υπερτροφής” λόγω της πολλαπλής συμβολής στην ανθρώπινη υγεία. Είναι πλούσια σε μέταλλα και βιταμίνες, ενώ λόγω της περιεκτικότητάς τους σε πηκτίνη μπορούν να μειώσουν την LDL χοληστερίνη και εμφανίζουν αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση.

Στη βιομηχανία τροφίμων τα φραγκόσυκα καταλαμβάνουν μικρό ποσοστό στη παραγωγή προϊόντων όντας πρώτη ύλη. Το ίδιο μπορεί να ειπωθεί και για τα fruit leather. Ο συσχετισμός των παραπάνω οδηγεί στη παραγωγή καινοτόμου προϊόντος. Η διαδικασία της ξήρανσης, η οποία αποτελεί το κυριότερο κομμάτι παρασκευής του προϊόντος, μελετάται διεξοδικά, όπως επίσης και οι διάφορες τεχνικές πολλαπλών εμποδίων που αποφέρουν σε ασφαλές για κατανάλωση προϊόν. Αναγράφονται επίσης η φύση του υλικού συσκευασίας και η περιεχόμενη σε αυτή ατμόσφαιρα.

Τέλος, παρατίθεται απεικόνιση του τελικού προϊόντος “Prickly” και συζητούνται τα συμπεράσματα.

Abstract

The evermore demanding way of life in recent times has led the market to a high production of healthy and tasty snacks. Also, it is common sense that, due to that, consumers prefer products with reduced artificial additives. A fruit leather snack combines the above with total harmony.

A fruit leather is achieved through drying the puree of a fruit to thin sheets and it is a known product to the American market. The techniques that are mandatory for its production are not specialized and the equipment is not complicated.

Cactus or prickly pears hold a “superfood” title because of their multiple contribution to human health. They are rich in minerals and vitamins, while due to their comprehensiveness in pectin they are able to reduce LDL cholesterol and they show antioxidant and anti-inflammatory action.

In the food industry, cactus pears hold a small percentage in the production of products having them as raw material. The same thing can be said in regards to fruit leather. The correlation of the two leads to the production of an innovative product.

The process of drying, which consists as the main part of the manufacture of the product, is thoroughly studied, as well as the different techniques of multiple barriers that lead to a safe-to-consume product. The nature of the packaging material and the atmosphere it includes is also written.

Lastly, a visual representation of the final product “Prickly” is cited and conclusions are discussed.

1. Εισαγωγή

1.1. Ιστορικά στοιχεία.

Η συντήρηση της τροφής αποτέλεσε μια αναδυόμενη πρόκληση που έπρεπε να αντιμετωπίσουν όλοι οι αρχαίοι πολιτισμοί. Τα τρόφιμα έπρεπε με κάποιο τρόπο να παραμείνουν ασφαλή καθώς, από την φύση τους, η ποιότητα τους υποβαθμίζεται από την στιγμή της συλλογής ή του κυνηγιού. Έτσι, με όπλο τους την παρατήρηση, οι πρόγονοι μας δαμάζοντας την φύση κατάφεραν να την χρησιμοποιήσουν όπως τους προσφερόταν προς όφελος τους: κατάφεραν να καταψύξουν το κρέας των θηραμάτων τους όσοι βρίσκονταν σε ψυχρά κλίματα και να αφυδατώσουν με την βοήθεια της έντονης ηλιοφάνειας τους καρπούς που συγκέντρωναν όσοι βρίσκονταν σε τροπικά. Παρατείνοντας λοιπόν την διάρκεια ζωής των τροφίμων χάθηκε η ανάγκη για άμεση κατανάλωση τους. Κατά αυτόν τον τρόπο, εφόσον έπαψε να υπάρχει πρόβλημα με τις ποσότητες της προσφερόμενης τροφής, οι πρόγονοι μας σταμάτησαν την νομαδική τους ζωή που αποσκοπούσε κυρίως στην αναζήτηση της και δημιούργησαν την πρωτόλεια μορφή μιας κοινωνίας (Nummer, 2002).

Με πιο απλά λόγια, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ανάγκη του ανθρώπου να συντηρήσει την τροφή με τα μέσα που διέθετε υπήρξε ένας από τους παράγοντες που συνέβαλαν στην σύσταση μιας πρώιμης κοινωνίας.

1.1.1. Η ξήρανση των τροφίμων.

Από τους αρχαίους χρόνους ο ήλιος και ο άνεμος αποτελούσαν ένα φυσικό τρόπο ξήρανσης των τροφίμων. Υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι διάφοροι πολιτισμοί της Μέσης Ανατολής και της Ασίας χρησιμοποιούσαν ενεργά την ηλιακή ξήρανση ως τρόπο συντήρησης από τα τέλη της παλαιολιθικής εποχής. Οι πολιτισμοί που ακολούθησαν στην πορεία των χρόνων άφησαν περισσότερα στοιχεία τα οποία αφορούσαν τις μεθόδους και τα υλικά που χρησιμοποιούσαν ανάλογα με τα είδη των τροφών που επεξεργάζονταν, όπως ψάρια, άγρια θηράματα, σφάλγια οικόσιτων ζώων κ.ά.

Η ξήρανση των φρούτων και των λαχανικών ήταν συνήθης από τα αρχαία χρόνια με τους Ρωμαίους να επεξεργάζονται κατά αυτόν τον τρόπο μία πληθώρα διαφόρων φρούτων.

Κατά τον μεσαίωνα κατασκευάζονταν δομές αποκλειστικά για την ξήρανση φρούτων, λαχανικών και βοτάνων σε περιοχές όπου η παρουσία του ήλιου δεν επαρκούσε για την ξήρανση τους. Αντ' αυτού, χρησιμοποιούσαν φωτιά και σε μερικές περιπτώσεις ακόμη και την μέθοδο της κάπνισης (Nummer, 2002).

1.1.2. Fruit leather: Ορισμός και ιστορικά στοιχεία

Ός fruit leather ορίζεται το γλύκισμα που παρασκευάζεται από πολτό φρούτων ο οποίος έχει απλωθεί σε επιφάνεια, έχει αφυδατωθεί και τέλος κοπεί σε λωρίδες. (Cambridge Advanced Learners Dictionary and Treasure).

Είναι δύσκολο να οριστεί χρονικά το πότε παρασκευάστηκε ένα προϊόν σαν και αυτό για πρώτη φορά. Ωστόσο, πιστεύεται ότι οι λαοί της Μέσης Ανατολής ήταν οι πρώτοι που παρατήρησαν την παράταση στην διατηρησιμότητα των φρέσκων φρούτων έπειτα από την πολτοποίηση, το μαγείρεμα και την ξήρανση τους. Πιθανολογείται ότι τα πρώτα fruit leathers που παρασκευάστηκαν προέρχονταν από πολτό βερίκοκου.

Αρχαιολογικά ευρήματα σχετικά με την γαστρονομία αποδίδουν στα αποξηραμένα φύλλα από πολτό φρούτων καταγωγή από την Περσία και την Μέση Ανατολή. Πιο συγκεκριμένα Αρμενικά βιβλία μαγειρικής αναφέρονται σε αυτές τις παρασκευές με την ονομασία bastegh και παρουσιάζουν την διαδικασία οικιακής παρασκευής τους με την χρήση των μεθόδων των παλαιότερων χρόνων.

Η διαδικασία αυτή συνιστά την επεξεργασία των φρούτων σε ξηρό και ηλιόλουστο καιρό. Αρχικά ο πολτός των φρούτων απλώνεται πάνω σε υφάσματα από μουσελίνα τα οποία στην συνέχεια κρέμονται και ψεκάζονται με νερό από την πίσω πλευρά. Με αυτό τον τρόπο καθίσταται ευκολότερη η αφαίρεση του φύλλου του πολτού από το πανί, το οποίο φύλλο στην συνέχεια απλώνεται εκ νέου στον ήλιο για να αφυδατωθεί περαιτέρω. Η συνταγή πρότεινε επίσης τα φύλλα να φυλάσσονται σε κλειστό χώρο τις νυχτερινές ώρες και να αφήνονται πάλι έξω με την αυγή της επόμενης μέρας εφόσον η επιφάνεια τους δεν είναι ακόμη συνεκτική κατά την αφή. Το τελικό προϊόν κόβεται στα επιθυμητά σχήματα και αποθηκεύεται σε γυάλινα βάζα.

Σε πιο σύγχρονες συνταγές, ο πολτός των φρούτων απλώνεται σε αντικολλητικό χαρτί με επίστρωση από κερί ή μεμβράνη και αφήνεται για ξήρανση στον ήλιο κάτω από πανί τυροκομίας, ενώ άλλες προτείνουν την χρήση φούρνου ή οικιακών ξηραντήρων για γρηγορότερα και αξιόπιστα αποτελέσματα.

Συνταγές για fruit leathers είναι δυνατό να βρεθούν σε πηγές που σχετίζονται με την χρήση βιολογικών προϊόντων και γενικότερα την υγιεινή διατροφή. Αυτές οι συνταγές αναφέρονται σε αποκλειστική χρήση φρούτων βιολογικής καλλιέργειας και δεν συμπεριλαμβάνουν τεχνητά συστατικά, πρόσθετες βιταμίνες ή επεξεργασμένα σάκχαρα, τα τελευταία εκ των οποίων αντικαθίστανται με μέλι (εφόσον η χρήση των γλυκαντικών δεν αποφεύγεται παντελώς). Κατά την μαζική παραγωγή τέτοιων προϊόντων ωστόσο, χρησιμοποιείται μόνο κατά το 1/3 καθαρός πολτός φρούτου ενώ τα 2/3 αποτελούνται από πρόσθετα και γλυκαντικές.

Στην διεθνή αγορά, και ιδιαίτερα στην Αμερικανική, μεγάλες παραγωγικές εταιρίες παρασκευάζουν τέτοιου τύπου προϊόντα εδώ και αρκετές δεκαετίες. Εντοπίζονται σε μία τεράστια ποικιλία διαφόρων γεύσεων και με προσθήκη βιταμινών που αποσκοπούν στο να αναβαθμιστεί η διατροφική τους αξία. Χαίρουν ιδιαίτερης προτίμησης στις μικρότερες ηλικίες και για αυτόν τον λόγο η παραγωγή και η προώθηση τους έχει ως γνώμονα τα παιδιά. Αρκετοί παραγωγοί έχουν δημιουργήσει μια μεγάλη χρωματική γκάμα για να γίνουν πιο δελεαστικά σαν προϊόντα σε αυτές τις ηλικίες (με έντονους χρωματισμούς, ακόμη και με νεοη χρώματα τα οποία δεν τα έχουν τα φρούτα στην φύση). Σε αρκετές περιπτώσεις επίσης αντί τα προϊόντα αυτά να έχουν την καθιερωμένη μορφή λωρίδας, κόβονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ομοιάζουν με δημοφιλείς χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων. Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις η συσκευασία τους είναι δυνατό να συμπεριλαμβάνει χαρακτήρες από κινούμενα σχέδια και ταινίες σαν μια εμπορική τακτική ώστε να γίνουν πιο ελκυστικά στις μικρότερες ηλικίες (Longe, 1999).

1.2. Η Σημασία των αποξηραμένων φρούτων στην Υγεία και Διατροφή

Τα αποξηραμένα φρούτα αποτελούν ένα είδος τροφής που καταναλώνονται παγκοσμίως εδώ και χιλιάδες χρόνια. Τις παλιότερες εποχές καταναλώνονταν ευρέως καθώς η επεξεργασία τους δεν ήταν ιδιαίτερος πολύπλοκη και η συντηρησιμότητα τους παράτεινε τον χρόνο ζωής τους σημαντικά. Σήμερα ωστόσο έχουμε μελετήσει σε βάθος τον τρόπο παρασκευής όπως επίσης γνωρίζουμε ότι αυτά τα είδη διατροφής διατηρούν σημαντικό μέρος των θρεπτικών συστατικών των φρέσκων καρπών. Έτσι, μέσω κλινικών δοκιμών και εργαστηριακών αναλύσεων έχουμε εντοπίσει το τι τα καθιστά τόσο σημαντικά για την διατροφή του ανθρώπου.

Σε άρθρο τους που δημοσιεύθηκε το 2016 στο *Journal of Functional Foods* συγκεντρωθήκαν στοιχεία ερευνών μέσα στην δεκαετία 2005-2015 που αφορούν τα φυτοχημικά και τα οφέλη τους στην υγεία του ανθρώπου που περιλαμβάνονται στα αποξηραμένα φρούτα με τη μεγαλύτερη παγκόσμια παραγωγή: Μήλα, βερίκοκα, cranberries, χουρμάδες, σύκα, ροδάκινα, αχλάδια, δαμάσκηνα και σταφίδες.

Ός φυτοχημικά, ορίζονται οι μη θρεπτικές, φυσικά απαντώμενες και βιοενεργές ουσίες που εντοπίζονται στο φυτικό βασίλειο. Ένα σημαντικό μέρος αυτών των ενώσεων παραμένει ακόμη ανεξερεύνητο από την επιστημονική κοινότητα. Τα αποξηραμένα φρούτα περιλαμβάνουν μια πληθώρα αυτών των ενώσεων όπως τα φαινολικά οξέα, τα φυτοοιστρογόνα και τα καροτενοειδή.

Οι ενώσεις αυτές είναι παρούσες στα φρούτα ακόμη κι έπειτα από την επεξεργασία τους. Έτσι η τακτική πρόσληψη τους δρα προς όφελος της υγείας. Τα αποξηραμένα φρούτα αποτελούν πλούσιες πηγές καλίου και φυτικών ινών ενώ παράλληλα έχουν μικρή περιεκτικότητα σε λιπαρά (0,32-0,93 g /100 g). Έχει παρατηρηθεί ότι καταναλώνοντας μια μερίδα αποξηραμένων φρούτων των 40 g γίνεται από τον οργανισμό πρόσληψη της τάξης του 3,8 με 9,9% σε Κάλιο και 9% σε φυτικές ίνες κατά την συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (recommended dietary allowances, RDA) ή την επαρκή πρόσληψη στους ενήλικες.

Υψηλή πρόσληψη καλίου συμβάλει στη μείωση της αρτηριακής πίεσης, ενώ οι δίαιτες που είναι πλούσιες σε φυτικές ίνες έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης χρόνιων ασθενειών όπως ο διαβήτης τύπου II, η παχυσαρκία, η εκκολπωματίτιδα, ο καρκίνος του παχέος εντέρου και τα καρδιαγγειακά νοσήματα.

Τα αποξηραμένα φρούτα αποτελούν επίσης εξαιρετική πηγή υδατανθράκων και σακχάρων όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Λόγω της γλυκύτητας τους θα ήταν αναμενόμενο να αποτελούν τρόφιμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (70 και άνω), ωστόσο έρευνες έχουν αποδείξει ότι έχουν χαμηλό (55 και κάτω) έως και μέτριο (56-69). Ως εκ τούτου, προκαλούν καλή γλυκαιμική και ινσουλινική απόκριση συγκριτικά με εκείνη των νωπών φρούτων. Αυτό πιθανώς οφείλεται στις φυτικές ίνες, τις φαινολικές ενώσεις και τις τανίνες που μπορούν να μετριάσουν την απόκριση. Έτσι τα αποξηραμένα

φρούτα με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη συμβάλουν στην μείωση του κίνδυνου εμφάνισης διαβήτη και οι διατροφολόγοι τα χρησιμοποιούν σε διατροφές για την θεραπεία υπεργλυκαιμικών παθήσεων.

Τα φυτοοιστρογόνα των αποξηραμένων φρούτων παίζουν επίσης ευεργετικό ρόλο απέναντι σε παθήσεις όπως ο διαβήτης, ο καρκίνος του μαστού, οι καρδιαγγειακές παθήσεις και το μεταβολικό σύνδρομο ενώ συμβάλουν και στην υγεία των οστών.

Οι ισοφλαβόνες και οι λιγνάνες ιδίως στις σταφίδες, φαίνεται πως μέσω μηχανισμών ρυθμίζουν την έκκριση της ινσουλίνης στο πάγκρεας μέσω της αντιοξειδωτικής τους δράσης. Επίσης μπορούν να δράσουν και με μηχανισμούς μέσω υποδοχέων οιστρογόνων. Έχει αποδειχθεί ότι τα φυτοοιστρογόνα γενιστεΐνη και δαϊδζεΐνη από τους χουρμάδες παίζουν σημαντικό ρόλο στην ομοιοστατική ρύθμιση της γλυκόζης.

Τα συγκεκριμένα φυτοοιστρογόνα επίσης βελτιώνουν τις συγκεντρώσεις τριακυλογλυκερόλης (TAG) και ελεύθερων λιπαρών οξέων μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την απορρόφηση της χοληστερόλης από το έντερο. Ως εκ τούτου μπορεί να υποτεθεί ότι οι υψηλές περιεκτικότητες φυτοοιστρογόνων που εντοπίζονται σε αυτή την κατηγορία τροφίμων μπορούν δυναμικά να βοηθήσουν στην διατήρηση του φυσιολογικού μεταβολισμού της γλυκόζης και των λιπιδίων τόσο στον υγιή πληθυσμό όσο και σε διαβητικούς και παχύσαρκους.

Διάφορες μελέτες δείχνουν ότι τα άτομα που καταναλώνουν συστηματικά αποξηραμένα φρούτα έχουν μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων, παχυσαρκίας, ορισμένων τύπων καρκίνου, διαβήτη τύπου II, μεταβολικού συνδρόμου, φλεγμονώδους νόσου του εντέρου και οστεοπόρωσης όπως και άλλα μη μεταδοτικά χρόνια νοσήματα. Τα οφέλη των αποξηραμένων φρούτων οφείλονται κυρίως στους προσθετικούς και συνεργιστικούς συνδυασμούς των βασικών θρεπτικών συστατικών τους με τα φυτοχημικά (ανθοκυανιδίνες, καροτενοειδή, φυτοοιστρογόνα, φλαβανο-3-όλες, φλαβόνες, φλαβονόλες και φενιλικά οξέα) που σχετίζονται με την αντιοξειδωτική τους δράση (Chang S.K. *et al.*, 2016).

2. Πρώτες Ύλες

Στο παρόν κεφάλαιο θα συζητηθούν οι επιλογές των πρώτων υλών όπως επίσης και το τί προσδίδουν στο προς ανάπτυξη προϊόν. Αναφέρονται διεξοδικά τα διατροφικά στοιχεία που εμφανίζουν καθώς και τα οφέλη αυτών.

2.1. Φραγκόσυκο

2.1.1. Ο καρπός

Το φραγκόσυκο είναι φρούτο, καρπός της φραγκοσυκιάς, κακτοειδούς φυτού Κέντρο-Αμερικανικής προέλευσης. Ο καρπός αναπτύσσεται περιμετρικά της επιφάνειας των φύλλων της φραγκοσυκιάς.

Αποτελεί το “ακανθώδες” μέρος της φραγκοσυκιάς και είναι σαρκώδες με πλήθος σπόρων στη σάρκα του. Το σχήμα του ποικίλλει από οβάλ, στρογγυλό, ελλειπτικό και σπανιότερα ορθογώνιο, ενώ το χρώμα του κυμαίνεται από αποχρώσεις του κόκκινου, κίτρινου, μωβ, πορτοκαλί, και πράσινου ανάλογα το είδος και το στάδιο ωριμότητάς του. Η σάρκα του έχει πορτοκαλί χρώμα όπου μέσω της ωρίμανσης μετατρέπεται σε κοκκινωπό έως κοκκινόμαυρο και έχει γεύση γλυκιά και δροσιστική. (Saenz et al., 2013)

Τα μέρη του καρπού στο σύνολο του αποτελούν: τα αγκάθια, η χλαμύδα του καρπού, ο κυρίως καρπός, οι σπόροι και η στεφάνη.

- I. Τα αγκάθια βρίσκονται εξωτερικά του καρπού. Δε γίνονται άμεσα αντιληπτά καθώς μορφολογικά είναι λεπτά, κοντά με καφέ χρώμα.
- II. Η χλαμύδα του καρπού αποτελείται από:
 - i. Το εξωτερικό υμενώδες περίβλημα του φλοιού, όπου το χρώμα διαφέρει ανάλογα το βαθμό ωρίμανσης.
 - ii. Το εσωτερικό μέρος του φλοιού, όπου αποτελείται από παχύ χρυσοκίτρινο στρώμα. Είναι συνδεδεμένο με την υμενώδη μεμβράνη, η οποία αποχωρίζει εύκολα από το καρπό.
- III. Τον κυρίως καρπό αποτελεί η σακχαρώδη μάζα χρυσοκίτρινου χρώματος εντός της χλαμύδας που είναι και το κυρίως βρώσιμο μέρος του καρπού.
- IV. Οι σπόροι βρίσκονται διάσπαρτα στον κυρίως καρπό, με σχήμα μικρού ρυζιού και καλύπτονται με ισχυρό περίβλημα φλοιού. Χαρακτηρίζονται ως “σκληροί” και είναι μαύρου χρώματος. Σε ένα μέτριο φραγκόσυκο υπάρχουν περίπου 250-270 τεμάχια που συνδέονται με ινώδες δυσδιάκριτο νεύρο προς τη κεντρική τροφοδοτική αρτηρία.
- V. Η “στεφάνη” είναι μικρός, λεπτός, κίτρινος δίσκος στο άνω μέρος του καρπού. Δεν αποτελεί βρώσιμο μέρος του καρπού και χαρακτηρίζεται ως “σκληρή”.

2.1.2. Διατροφική Αξία

Η τυπική σύσταση του φραγκόσουκου παρουσιάζεται στο παρακάτω πίνακα:

Φραγκόσουκο	
Διατροφική αξία ανά 100g	
Νερό	87,55g
Ενέργεια	172kJ
Θερμίδες	41 kcal
Λιπαρά	0,51g
Υδατάνθρακες	9,57g
Φυτικές ίνες	3,6g
Πρωτεΐνες	0,73g

Περιεκτικότητα Βιταμινών ανά 100g	
Βιταμίνη C	14 mg
Ριβοφλαβίνη	0,06 mg
Νιασίνη	0,46 mg
Βιταμίνη B-6	0,06 mg

Περιεκτικότητα Λιπιδίων ανά 100g	
Κορεσμένα	0,067g
Μονοακόρεστα	0,075g
Πολυακόρεστα	0,213g
Χοληστερόλη	0 mg

A. Μεσοκάρπιο ή πολτός

Ονομάζεται το βρώσιμο μέρος του φρούτου και αποτελείται από 84-90% νερό και 10-15% ανάγοντα σάκχαρα. Αντιπροσωπεύει το 46 - 67% των εμπορικά ώριμων καρπών. Το pH του είναι υψηλό και κυμαίνεται από 5,3 έως 7,1 ενώ αντίστοιχα η οξύτητα του είναι χαμηλή περί 0,05 – 0,18 % εκφρασμένη σε κιτρικό οξύ (Saenz *et al.*, 2013).

Αναλυτικότερα:

i. Σάκχαρα και οργανικά οξέα

Τα συνολικά διαλυτά στερεά κυμαίνονται μεταξύ 12 και 17 ° Brix, ενώ η γλυκόζη είναι το κυρίαρχο σάκχαρο (57%) και δευτερεύον η φρουκτόζη. Η γλυκόζη βρίσκεται σε ελεύθερη μορφή και μπορεί να απορριφθεί άμεσα από το σώμα. Η φρουκτόζη βελτιώνει τη γεύση, καθώς είναι πιο γλυκιά από τη γλυκόζη, ενώ απορροφάται το ίδιο εύκολα από τον οργανισμό. Η υψηλή τιμή του pH (5,6 έως 6,5) σε πλήρως ώριμα φρούτα έχει ως αποτέλεσμα μια πολύ χαμηλή οξύτητα, από περίπου 0,05% έως 0,18% σε κιτρικό οξύ και χαρακτηρίζει τα φραγκόσουκα ως τρόφιμα χαμηλής οξύτητας (pH > 4,5). Το κύριο οργανικό οξύ είναι το κιτρικό οξύ και ακολουθεί το μηλικό οξύ (23,3mg /100g βάρος φρούτου), κινοϊκό οξύ (19,1mg /100g βάρος φρούτου), σικιμικό οξύ (2,8mg /100g βάρος φρούτου) και τα οξαλικά οξέα σε ίχνη.

ii. Βιταμίνες

Ο πολτός είναι πλούσιος σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C). Η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ είναι υψηλότερη κατά τους θερινούς μήνες, δηλαδή κατά την περίοδο συγκομιδής. Άλλες βιταμίνες που βρίσκονται σε ίχνη αποτελούν: τα καροτενοειδή, η θειαμίνη, η ριβοφλαβίνη και η νιασίνη.

iii. Αμινοξέα

Η περιεκτικότητα του μεσοκαρπίου σε ελεύθερα αμινοξέα είναι υψηλότερη από τη μέση τιμή για άλλα φρούτα. Το κυρίαρχο αμινοξύ είναι η προλίνη, σε περιεκτικότητα 883,4-1929,1mg/L, ενώ ακολουθεί η ταυρίνη (323,6-407,3mg/L), η γλουταμίνη (98,3-574,6mg/L) και η σερίνη (130,6-392,6mg/L). Ακόμα, περιέχει γ-αμινοβουτυρικό οξύ, αργινίνη, ιστιδίνη και μεθειονίνη.

iv. Πολυφαινόλες

Τα κύρια φλαβονοειδή είναι η κουερσετίνη και η καμφερόλη.

v. Λιπίδια, στερόλες και λιποδιαλυτές βιταμίνες

Γενικά, περιέχει χαμηλά επίπεδα λιπιδίων, που κυμαίνονται από 0,1 έως 1,0 %. Το λινολεϊκό οξύ είναι το κυρίαρχο λιπαρό οξύ, ακολουθούμενο από παλμιτικά και ελαϊκά οξέα. Σε υψηλότερες ποσότητες υπάρχουν τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα: γ-λινολενικά και α-λινολενικά οξέα. Η κύρια στερόλη είναι η β-σιτοστερόλη, ακολουθούμενη από την καμπεστερόλη, που μαζί αποτελούν περίπου το 90% του συνολικού τμήματος της στερόλης. Η δ-τοκοφερόλη είναι το κυρίαρχο ομόλογο της βιταμίνης E, ακολουθούμενη από α-, β- και γ-τοκοφερόλες, σε πολύ μικρότερες ποσότητες.

vi. Αρωματικές ενώσεις

Η γεύση του προσεγγίζει αμυδρά την αντίστοιχη του πεπονιού ή του αγγουριού, που χαρακτηρίζεται από αλκοόλες και εστέρες. Οι βασικές αρωματικές ενώσεις είναι η 2-(E/Z)-2,6-νοναδιεν-1-όλη και το 2-μεθυλοβουτανοϊκό οξύ. Η ένταση της γεύσης βρέθηκε ισχυρότερη για το κίτρινο, ακολουθούμενη από τα κόκκινα και τέλος, λευκά φραγκόσυκα.

vii. Χρωστικές ουσίες

Το μεσοκάρπιο των φραγκόσυκων έχει ποικίλα χρώματα, ανάλογα με τις βηταλαΐνες που περιέχουν. Οι βηταλαΐνες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα από λευκό έως μωβ, με με την περιεκτικότητά τους να κυμαίνεται από 66 έως 1140 mg/kg καρπού. Ακόμα, περιέχει τόσο βηταξανθίνες (κίτρινες), όσο και βητακυανίνες (κόκκινες), σε αναλογίες βηταξανθίνης/βητακυανίνης από 0 έως 11,7, με αποτέλεσμα τις διαφορετικές αποχρώσεις του πολτού.

B. Σπόροι

Οι σπόροι περιέχουν σημαντικές ποσότητες φυτικών ινών και είναι καλή πηγή αντιοξειδωτικών.

i. Υδροκολλοειδή

Οι πολυσακχαρίτες των σπόρων είναι ελεύθεροι ή πλούσιοι αραβινογαλακτάνης.

ii. Λιπίδια, στερόλες και λιποδιαλυτές βιταμίνες και πρωτεΐνες

Τα συνολικά λιπίδια των σπόρων ανέρχονται σε 98,8 g/kg ξηρού βάρους. Κύρια λιπαρά οξέα και στερόλες είναι το λινολεϊκό οξύ, το παλμιτικό οξύ καθώς και το ελαϊκό οξύ και η β-σιτοστερόλη με την καμπεστερόλη, αντίστοιχα. Η κύρια τοκοφερόλη είναι το γ-ισομερές, ακολουθούμενη από α-, β- και δ-τοκοφερόλες. Οι τοκοφερόλες είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά, καθώς εμποδίζουν την οξείδωση των λιπιδίων. Εκτός από λιπίδια είναι πλούσιοι σε μία αλβουμίνη, με μοριακό βάρος 6,5 kDa.

2.1.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Οι καρποί και τα φύλλα της φραγκοσυκιάς αποτελούν πλούσια πηγή πηκτινών συγκριτικά και με άλλα φρούτα. Οι πηκτίνες αποτελούν διαιτητικές διαλυτές ίνες με πολύ σημαντική συμβολή σε πολλές σωματικές λειτουργίες. Επιδρούν θετικά στην μείωση της “κακής” χοληστερόλης, μειώνοντας τις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας (LDL) στο αίμα οι οποίες αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιακών παθήσεων, διατηρώντας όμως τα επίπεδα των λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας (HDL), δηλαδή της «καλής» χοληστερόλης, στις επιθυμητές τιμές. Επίσης, επιβραδύνει την απορρόφηση της γλυκόζης στο αίμα.

Γενικότερα αλλάζει τον μεταβολισμό της ηπατικής χοληστερόλης μειώνοντας την χωρίς όμως να επηρεάζει την απορρόφηση της σε ανθρώπους και ζώα.

Τέλος, λόγω της ικανότητας του λίπους να συνδέεται με τις φυτικές ίνες απομακρύνεται ευκολότερα από τον οργανισμό καθιστώντας το φραγκόσυκο ιδανική τροφή για απώλεια βάρους.

Ο πολτός των καρπών είναι πλούσιος σε ποικιλία από φυσικά αντιοξειδωτικά αποτελούμενα από φαινολικές ενώσεις όπως το ασκορβικό οξύ, τις βηταλαΐνες, τις βητακυανίνες και ένα κλάσμα φλαβονοειδών. Οι παραπάνω ενώσεις, συνδυαστικά με την γλυκοπρωτεΐνη της φραγκοσυκιάς, αποτελούν πολύτιμες αντιοξειδωτικές ενώσεις που συνεπώς προλαμβάνουν την γήρανση των ιστών και ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών που συνδέονται με το οξειδωτικό στρες όπως τον καρκίνο, καρδιαγγειακές και νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Το ασκορβικό οξύ έχει πρωταγωνιστικό ρόλο μεταξύ των αντιοξειδωτικών ενώσεων καθώς η περιεκτικότητά του στους καρπούς της φραγκοσυκιάς είναι σημαντικά υψηλότερη συγκρινόμενη με άλλα φρούτα και συμβάλει μέχρι και στο 68 % της αντιοξειδωτικής δράσης των καρπών.

Η β-σιτοστερόλη που εντοπίζεται στα εκχυλίσματα των καρπών και των φύλων της φραγκοσουκιάς έχει ισχυρή αντιφλεγμονώδη και αναλγητική δράση. Τα εκχυλίσματα αυτά αναστέλλουν το σύνδρομο σύνθλιψης που προκαλείται από το οξικό οξύ, όπως επίσης έχουν προστατευτική επίδραση στις στοιβάδες του γαστρικού βλεννογόνου.

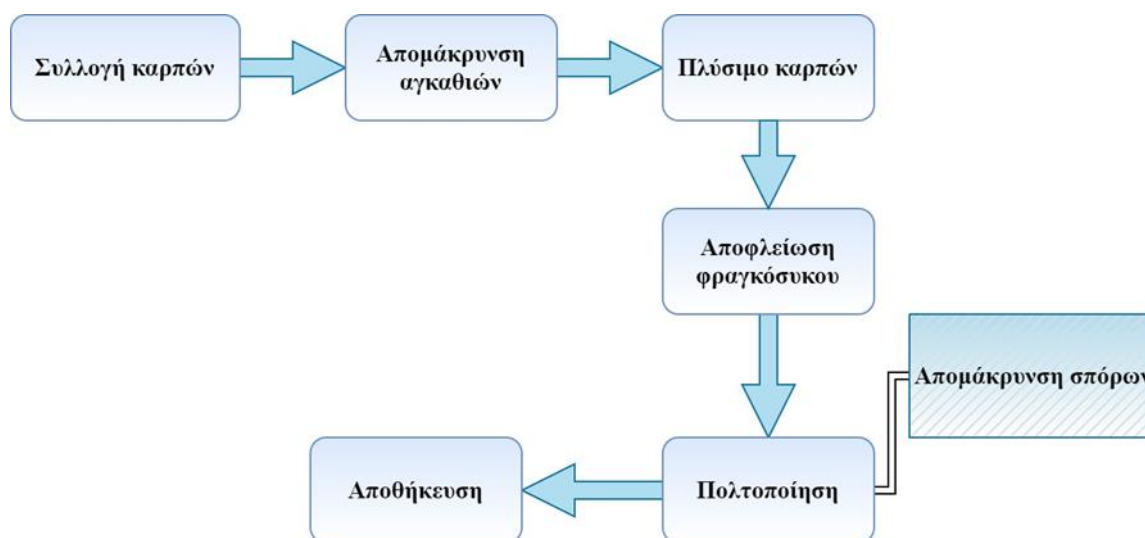
Η βετανίνη που εντοπίζεται στην φραγκοσουκιά φαίνεται να έχει αντικαρκινικές ιδιότητες. Η ουσία αυτή προκαλεί απόπτωση στα κύτταρα K562 (κύτταρα λευχαιμίας), δηλαδή μέσω της ενδογενούς οδού απελευθερώνεται το κυτόχρωμα c από τα μιτοχόνδρια και διασπάται η κυτταροπλασματική μήτρα και η πολυμεράσης της ριβόζης ADP (PARP). Η κατανάλωση καρπών επίσης βελτιώνει την αίσθηση πληρότητας στην ουροδόχο κύστη σε ασθενείς με καλοήγη υπερτροφία του προστάτη (BPH).

Θετική επίσης είναι η επίδραση των φραγκόσουκων στα συμπτώματα που έπονται υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ όπως η μέθη, η ναυτία, ο πονοκέφαλος και η ξηρότητα του στόματος. Η δράση αυτή οφείλεται σε ένα ένζυμο στο φύλλωμα του φυτού που συμβάλει στην παραγωγή μιας πρωτεΐνης που έχει την δυνατότητα να "επισκευάζει" κατεστραμμένα από το αλκοόλ κύτταρα. Έτσι κατευνάζονται τα συμπτώματα του λεγόμενου hangover και επέρχεται η ευεξία στο άτομο. (Kaur, A., Sharma, R., 2012 ; Osuna-Martínez, U., Reyes – Esparza, J., Rodríguez – Fragoso, L., 2014)

Η υψηλή περιεκτικότητα του καρπού σε ασβέστιο έχει θετική επίδραση κατά της οστεοπόρωσης βελτιώνοντας την οστική πυκνότητα. Τέλος, το αφέψημα που προέρχεται από τον καρπό συμβάλει έναντι των νεφρικών διαταραχών καθώς μειώνει το ουρικό οξύ και αυξάνει την διούρηση και την αποβολή νατρίου από τον οργανισμό μέσω της ούρησης. (Osuna – Martínez, U., Reyes – Esparza, J. , Rodríguez – Fragoso, L., 2014)

2.1.4. Παραγωγή πολτού

Πριν τη χρήση του πολτού του φραγκόσουκου πραγματοποιούνται διεργασίες που εμφανίζουν ενδιαφέρον ως προς τον άμεσο αντίκτυπο που έχουν στη ποιότητα του τελικού προϊόντος. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται συνοπτικά οι διεργασίες που πραγματοποιούνται.



Διάγραμμα 1 Διάγραμμα ροής παραγωγής πολτού φραγκόσουκου.

I. Συλλογή και Αποθήκευση

Τα φρούτα πρέπει να συλλέγονται προσεκτικά, για να αποφευχθούν χτυπήματα ή/και μόλυνση και να εξασφαλιστεί η ποιότητα από την καλλιέργεια στο πρώτο στάδιο της γραμμής επεξεργασίας. Η συνιστώμενη αποθήκευση πραγματοποιείται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις. Εάν αυτές δεν είναι διαθέσιμες, οι πρώτες ύλες μπορούν να φυλαχτούν στον αέρα, υπό στέγη, για σύντομες χρονικές περιόδους, πριν από την επεξεργασία. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει τα φρούτα να παραμείνουν σε ένα σωρό στο έδαφος, εν αναμονή μεταφοράς στον αγρό ή πριν από την παράδοση στο εργοστάσιο. Οι πρώτες ύλες θα πρέπει να συσκευάζονται και να παραδίδονται σε ανοικτά κουτιά, τα οποία μπορούν εύκολα να διακινούνται από ένα ή δύο άτομα. Αυτός ο τρόπος συσκευασίας ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ζημιάς από τη σύνθλιψη. Μόλις η πρώτη ύλη έχει παραδοθεί στη μονάδα επεξεργασίας ελέγχεται για την ποιότητα στα ακόλουθα σημεία:

- καθαριότητα και ωριμότητα των καρπών
- ομοιομορφία των ποικιλιών των φρούτων που ελήφθησαν
- βάρος των φρούτων που ελήφθησαν (αναφέροντας την πηγή, τα ονόματα των συμβεβλημένων παραγωγών κ.λπ.)

II. Αναλύσεις

Ανάλογα με τον τύπο του καρπού που πρόκειται να υποβληθεί σε επεξεργασία μερικές φορές είναι χρήσιμη η πραγματοποίηση εργαστηριακών αναλύσεων ρουτίνας όπως αναλύσεις οξύτητας, βαθμών Brix και pH. Τα σάκχαρα (°Brix) μπορούν εύκολα να ελεγχθούν χρησιμοποιώντας ένα διαθλασίμετρο χειρός.

III. Μεταφορά

Όποια και αν είναι τα μεταφορικά μέσα, οι καρποί πρέπει να παραδίδονται προσεκτικά, για να αποφευχθούν φθορές τους πριν από την άφιξή τους στη μονάδα επεξεργασίας. Κατά συνέπεια, πρέπει να μεταφέρονται σε κουτιά.

IV. Αφαίρεση αγκαθιών

Τα αγκάθια μπορούν να απομακρυνθούν από τους καρπούς είτε χειρωνακτικά είτε με μηχανικά μέσα.

Η χειρωνακτική απομάκρυνση πραγματοποιείται συνήθως αμέσως μετά την συγκομιδή και με τον ακόλουθο τρόπο :

Απλώνονται άχυρα στο έδαφος ή εναλλακτικά δίχτυ ή πλαστικό πανί, και οι καρποί τοποθετούνται πάνω σε αυτό. Ένας εργάτης βουρτσίζει τα φρούτα με μια σκούπα με φορά εμπρός και πίσω με τέτοιο τρόπο ώστε να τρίβονται με το άχυρο και να απομακρύνονται τα αγκάθια. Απαιτείται προσοχή για να αποφευχθεί η καταστροφή του δέρματος των φρούτων και για να αποφευχθεί η μόλυνση του εδάφους. Τυχόν ρύποι που προκύπτουν από τη διαδικασία αυτή πρέπει να αφαιρεθούν στη μονάδα επεξεργασίας.

Η μηχανική αφαίρεση των αγκαθιών γίνεται συνήθως στον ανοιχτό αέρα. Διαφορετικά σχέδια εξοπλισμού έχουν αναπτυχθεί για την αφαίρεση των αγκαθιών. Ο ίδιος εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε στο αγρόκτημα είτε να αποτελέσει τον πρώτο χώρο επεξεργασίας στο εργοστάσιο. Ο στόχος είναι ο ίδιος: να αφαιρεθούν τα αγκάθια από το φρούτο. Τα αγκάθια αφαιρούνται περνώντας τα φρούτα πάνω από κυλίνδρους καλυμμένους με τρίχες ή βούρτσες, που είναι αρκετά σκληρές για να αφαιρέσουν τα αγκάθια, χωρίς να καταστραφούν τα φρούτα. Οι βούρτσες είναι συνήθως κατασκευασμένες από τρίχες νάιλον ή από παχύ και σταθερό, αλλά όχι τραχύ ύφασμα. Τα αγκάθια είναι λεπτά και μικρά και μπορούν να κολλήσουν στο δέρμα, τα μάτια και τα ρούχα, προκαλώντας μερικές φορές σοβαρό ερεθισμό. Αφού αφαιρεθούν, παραλαμβάνονται από έναν ανεμιστήρα αέρα και εναποτίθενται σε ένα δοχείο που συνδέεται με τον εξοπλισμό. Αυτό αποτρέπει τα προβλήματα μόλυνσης, για άτομα που εργάζονται κοντά (Saenz *et al.*, 2013).

V. Ταξινόμηση και πλύσιμο

Τα φρούτα ταξινομούνται και πλένονται καθώς εισέρχονται στο εργοστάσιο. Τα φρούτα που παρουσιάζουν οργανοληπτικά προβλήματα (είναι κατεστραμμένα, χαλασμένα, υπερώριμα, πράσινα, χρωματισμένα, παραμορφωμένα ή όχι ομοιόμορφα με οποιοδήποτε τρόπο) απορρίπτονται σε αυτό το στάδιο.

Μετά τη διαλογή και πριν από την επεξεργασία, τα φρούτα πρέπει να πλυθούν με καθαρό νερό που κατά προτίμηση έχει χλωριωθεί (200 ppm). Αυτό μπορεί να γίνει με βύθιση των φρούτων σε δεξαμενές από πλαστικό που πλένεται εύκολα και είναι μη μολυσματικό.

Η επιλογή του εξοπλισμού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διακίνηση των εγκαταστάσεων και την κλίμακα παραγωγής. Για παράδειγμα, η γραμμή παραγωγής μιας μικροεπιχείρησης θα περιλαμβάνει εξοπλισμό που είναι συνήθως αρθρωτός, απλός, μικρής κλίμακας και εύκολος να καθαριστεί. Για το χειρισμό των φρούτων ο ξύλινος εξοπλισμός ή τα σκεύη δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται, λόγω των απαιτήσεων ασφάλειας και υγιεινής της επεξεργασίας τροφίμων. Προτιμάται ο εξοπλισμός και τα εργαλεία από πλαστικό ή ανοξείδωτο χάλυβα (Saenz *et al.*, 2013).

VI. Καθαρισμός καρπού

Κατά τη διάρκεια του καθαρισμού δίνεται μεγάλη σημασία για τυχόν υπολείμματα αγκαθιών. Ο καθαρισμός του καρπού λόγω της ιδιομορφίας του οβάλ σχήματος του πραγματοποιείται με τρεις τομές: δύο κάθετες μεταξύ τους και μια οριζόντια εκατέρωθεν αυτών. Έτσι ο καρπός σταθεροποιείται και από οβάλ το σχήμα του μετατρέπεται σε κυλινδρικό. Η τελευταία εγκάρσια κοπή επιτρέπει την εξ ολοκλήρου απομάκρυνση του δέρματος του καρπού και την έκθεση της σάρκας. (Στρατουδάκης, Μ., 2013)

VII. Πολτοποίηση

Η πολτοποίηση της σάρκας του καρπού πραγματοποιείται σε μηχανικές συσκευές, εκ των οποίων συνηθέστερη αποτελεί η μηχανή πολτοποίησης καναλιού. Βασική αρχή της είναι ο διαχωρισμός της σάρκας των φρούτων από το δέρμα και τους σπόρους. Η σάρκα χρησιμοποιείται στην επόμενη διαδικασία και το δέρμα και οι σπόροι αντιμετωπίζονται ως απορρίμματα.

Χαρακτηριστικά μηχανημάτων πολτοποίησης:

- Η μηχανή πολτοποίησης είναι αυτόματος διαχωρισμός πολτού και σκωρίας.
- Το μηχάνημα πολτοποίησης συνδυάζεται στη γραμμή παραγωγής, αλλά και στην παραγωγή ενός μηχανήματος.
- Τα εξαρτήματα που έρχονται σε επαφή με υλικά είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, ο οποίος ανταποκρίνεται στα πρότυπα υγιεινής των τροφίμων.

Αρχή λειτουργίας μηχανής πολτοποίησης:

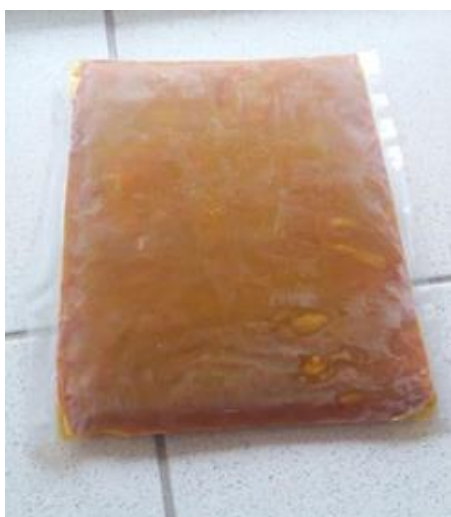
Ο κινητήρας οδηγείται από έναν ιμάντα ο οποίος κάνει τα μέρη του ρότορα να περιστρέφονται με υψηλή ταχύτητα. Ο καρπός μεταφέρεται στη ράβδο χτυπήματος από τη λεπίδα τροφοδοσίας στη θύρα τροφοδοσίας. Κάτω από τη δράση της ράβδου ξυλοδαρμού, το υλικό συνθλίβεται. Λόγω της φυγοκεντρικής δύναμης, ο χυμός και η σάρκα του καρπού εισέρχονται στην επόμενη διαδικασία. Μέσω των οπών κόσκινου στην επιφάνεια, τα σπόρια αποβάλλονται από την έξοδο σκωρίας από τη λεπίδα εκκένωσης σκωρίας, πραγματοποιώντας έτσι τον αυτόματο διαχωρισμό του πολτού.

VIII. Συντήρηση και αποθήκευση

Το φραγκόσυκο είναι φρούτο εξαιρετικά ευαίσθητο, καθώς δεν διατηρείται περισσότερο από μία εβδομάδα, όταν αποκοπεί από το φύλλο. Για να επιτευχθεί η μέγιστη διατήρησή του θα πρέπει ο καρπός να μην διαθέτει αμυχές και ανοίγματα στον φλοιό του. Η παρουσία αμυχών προκαλεί άμεση σήψη του φρούτου και γίνεται ακατάλληλο για βρώση. Επιπλέον, κατά τη συλλογή τους δεν πρέπει να δέχονται χτυπήματα, καθώς προκαλείται εσωτερική σήψη του καρπού και ως ένδειξη μαυρίζει ο φλοιός τους. Η σήψη είναι άμεση και συνοδεύεται από έντονη δυσσομία. Παράταση όμως του χρόνου ζωής δίνει η αποθήκευση υπό ψύξη. Στο ψυγείο τοποθετούνται καθαρισμένα, για λόγους ασφαλείας και προστασίας των υπόλοιπων τροφίμων από τα αγκάθια του φλοιού. Ακαθάριστα διατηρούνται περισσότερο τα μη απολύτως ώριμα, αυτά που είναι ακόμα πράσινα.

Η αποθήκευση του πολτού πραγματοποιείται σε περιβάλλον κατάψυξης στους -18°C σε συσκευασίες του ενός κιλού.

Η πλήρωση των συσκευασιών ακολουθείται από διεργασία απομάκρυνσης αέρα της συσκευασίας, σε μηχανή vacuum. Η ενέργεια αυτή διασφαλίζει την απομάκρυνση του περιβάλλοντος αέρα και είναι μη επεμβατική στο πολτό του φραγκόσυκου.



Εικόνα 1 Κατεψυγμένος πολτός φραγκόσυκου

2.1.5. Χαρακτηριστικά Πολτού Προϊόντος

Για τη διεκπεραίωση του προς ανάπτυξη προϊόντος, δόθηκε κατεψυγμένος πολτός φραγκόσυκων με γεωγραφική προέλευση από την ανατολική Μάνη. Ο πολτός αυτός παρουσιάζει τις εξής παραμέτρους ανάλυσης:

Διατροφική αξία ανά 100 g	
Ενέργεια	200 kJ
Θερμίδες	48 kcal
Λιπαρά	0,55 g
Πρωτεΐνες	0,65 g
Υδατάνθρακες	10,0 g
Φυτικές ίνες	4,6 g

Ο πολτός παρουσιάζει pH σε εύρος τιμών μεταξύ 5,6 και 6,0 και ολικά στερεά 12,5 με 13,5°Brix. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η θερμοκρασία αποθήκευσης των vacuumed συσκευασιών που εμπεριέχουν τον πολτό είναι -18°C. Λόγω των ανωτέρω, έχει προσδιοριστεί η διάρκεια ζωής του πολτού στους 24 μήνες από την ημερομηνία παραγωγής. Εάν η θερμοκρασία αποθήκευσης κυμαίνεται στους 6 με 8°C, η διάρκεια ζωής του προϊόντος μειώνεται στις 7 ημέρες.

2.2. Μήλο

2.2.1. Ο καρπός

Το μήλο είναι καρπός του δέντρου μηλιά (*Malus Domestica*, *Μηλέα η ήμερος*), της οικογένειας των ροδοειδών (*Rosaceae*) και αποτελεί έναν από τους πιο διαδεδομένα καλλιεργημένους καρπούς. Το δέντρο είναι φυλλοβόλο και φτάνει σε ύψος τα 5 με 12m και το φύλλωμα του έχει ελλειψοειδές σχήμα και μυτερή άκρη. Ανθίζει την άνοιξη με λευκά-ροζ άνθη, ενώ τα φρούτα ωριμάζουν το φθινόπωρο και συνήθως έχουν διάμετρο 5 με 9cm (σπανίως φτάνουν ως και τα 15cm). Το χρώμα του καρπού διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία του και κυμαίνεται από αποχρώσεις του κόκκινου, του πράσινου ή κίτρινου. Από την ποικιλία επίσης εξαρτάται το μέγεθος, το σχήμα και η οξύτητα τους. Η καταγωγή του φυτού τοποθετείται στην περιοχή του Καυκάσου και καλλιεργείται από την αρχαιότητα στην Ασία και την Ευρώπη. (Encyclopedia Britannica).

Οι χιλιάδες ποικιλίες του καρπού μπορούν να διαχωριστούν χονδρικά σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται: στα μήλα για παραγωγή μηλίτη, στα μήλα που χρησιμοποιούνται στην μαγειρική και στα μήλα που χρησιμοποιούνται στην ζαχαροπλαστική. Τα μήλα που εμπίπτουν σε αυτές τις κατηγορίες παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές με ιδιαίτερη έμφαση ως προς το χρώμα, το μέγεθος, το άρωμα, την απαλότητα, την τραγανότητα και την οξύτητα. (Encyclopedia Britannica).

Ένας άλλος τρόπος διαχωρισμού των ποικιλιών γίνεται με κριτήριο την βέλτιστη περίοδο ωρίμανσης τους. Έτσι, οι ποικιλίες μπορούν να χωριστούν σε ποικιλίες πρώιμης, μέσης και όψιμης εποχής ωρίμανσης. (Σωτηρόπουλος, 2014)

2.2.2. Διατροφική Αξία

Τα μήλα αποτελούν πηγή βιταμινών Α και C, είναι πλούσια σε υδατάνθρακες, φυτικές ίνες και φυτοχημικές ενώσεις όπως η κουερσετίνη, η κατεχίνη, το χλωρογενικό οξύ και η ανθοκυανίνη. Μία μερίδα φρέσκου μήλου που αντιστοιχεί σε έναν μεσαίο καρπό περιέχει 104 θερμίδες, 0,34g λιπαρών, 0,52g πρωτεΐνης, 27,6g υδατανθράκων, 20,8g σακχάρων και 4,8g φυτικών ινών (USDA, 2020).

2.2.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Όπως σημειώθηκε και παραπάνω, τα μήλα είναι πλούσια σε κουερσετίνη όπως επίσης και σε πηκτίνη οι οποίες προσδίδουν στον καρπό σημαντικά οφέλη για την υγεία. (Wojdyło, A., Oszmiański, J., Laskowski, P., 2008)

Η κουερσετίνη αποτελεί ένα флаβονοειδές με αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση ενώ η πηκτίνη είναι μια διαλυτή ίνα που μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της δυσκοιλιότητας και να έχει θετική επίδραση στην μείωση της LDL χοληστερόλης. Η πηκτίνη επίσης ζυμώνεται από το μικροβίωμα του παχέος εντέρου όπου παράγονται λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας που πιθανώς διαδραματίζουν προστατευτικό ρόλο έναντι χρόνιων παθήσεων, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων ειδών καρκίνου και διαταραχών του εντέρου. (Gerhauser, C., 2008), (Koutsos, A., Tuohy, K.M., Lovegrove, J.A., 2015)

Πλέον, έπειτα από την έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί πάνω σε αυτόν τον καρπό και στις φυτοχημικές ενώσεις που φέρει μπορούμε να κατανοήσουμε τα προτερήματα της ένταξης του στην διατροφή μας.

Μελέτες σε ζώα έδειξαν ότι τα φυτοχημικά, ιδίως στον φλοιό του μήλου, σε συνδυασμό με την πηκτίνη έχουν προστατευτική δράση έναντι των βλαβών που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες στην καρδιά και τα αιμοφόρα αγγεία όπως επίσης βοηθούν στην μείωση της χοληστερόλης. (Koutsos, A., 2015), (Zhao, C.N. *et al.*, 2017)

Όσον αφορά τον διαβήτη τύπου 2, η αντιοξειδωτική δράση των флаβονοειδών στα μήλα πιθανώς να προστατεύει τα κύτταρα του παγκρέατος από φθορά. Μια επιδημιολογική μελέτη σε περισσότερο από 38.000 γυναίκες για περίπου 9 χρόνια συσχέτισαν θετικά την κατανάλωση των μήλων με χαμηλό ρίσκο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2. Οι συμμετέχουσες που κατανάλωναν ημερησίως τουλάχιστον ένα μήλο είχαν 28% λιγότερες πιθανότητες να αναπτύξουν διαβήτη τύπου 2 σε σύγκριση με εκείνες που δεν κατανάλωναν καθόλου (Song, Y. *et al.*, 2005).

Οι ίνες στα μήλα μπορούν να μειώσουν τον ρυθμό της πέψης εντείνοντας την αίσθηση του κορεσμού, βοηθώντας στον έλεγχο του βάρους. Σε έρευνα σειράς με δείγμα 133.468 άνδρες και γυναίκες με διάρκεια 24 χρόνια, οι ερευνητές βρήκαν ότι η υψηλή κατανάλωση πλούσιων σε φυτικές ίνες φρούτων με χαμηλό γλυκαιμικό φορτίο (συγκεκριμένα μήλα και αχλάδια) συσχετίστηκε με μικρή αύξηση του βάρους των συμμετεχόντων σε βάθος χρόνου. Καταναλώνοντας τροφές με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη τείνουν να προκαλούνται μικρότερες και λιγότερες διακυμάνσεις στο σάκχαρο, γεγονός που οδηγεί σε μείωση της αίσθησης της πείνας και πρόληψη της υπερκατανάλωσης τροφής. (Bertoia, M.L. *et al.*, 2015).

Σχετικά με το καρκίνο, τα φυτοχημικά και οι ίνες στα μήλα με την αντιοξειδωτική τους δράση προστατεύουν το DNA των κυττάρων από οξειδωτικές βλάβες οι οποίες αποτελούν πρόδρομο του καρκίνου. Μελέτες σε ζώα και κύτταρα απέδειξαν ότι αυτά τα φυτοχημικά προλαμβάνουν την δημιουργία νέων καρκινικών κυττάρων όπως και την ανάπτυξη και εξάπλωση των ήδη υπάρχοντων. Τα αποτελέσματα σε ανθρώπινες μελέτες είναι ανάμικτα, αναλόγως με τον τύπο της μελέτης που πραγματοποιήθηκε. Τα στοιχεία δείχνουν μείωση του ρίσκου εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα με υψηλή

κατανάλωση φρούτων (συμπεριλαμβανομένων και των μήλων) τόσο σε καπνιστές όσο και σε πρώην καπνιστές. (Bradbury, K.E., Appleby, P.N., Key, T.J., 2014).

Έπειτα από εκτενέστερη ανάλυση των αποτελεσμάτων από 41 μελέτες, τόσο περιπτωσιολογικές όσο και μελέτες σειράς διαπιστώθηκε ότι συγκρίνοντας τα υψηλότερα με τα χαμηλότερα επίπεδα πρόσληψης μήλου, υπήρχε χαμηλότερος κίνδυνος καρκίνου του πνεύμονα και στους δύο τύπους μελετών. Διαπιστώθηκε επίσης χαμηλότερος κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου, του μαστού και του πεπτικού συστήματος στις μελέτες ελέγχου περιπτώσεων αλλά όχι στις μελέτες σειράς (Fabiani, R., Minelli, L., Rosignoli, P., 2016).

Άλλες επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει μια μικρή συσχέτιση μεταξύ της υψηλής πρόσληψης φρούτων και του χαμηλότερου κίνδυνου εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου και του πεπτικού σωλήνα (π.χ. οισοφάγου, στόματος, λάρυγγα) (Bradbury, K.E., Appleby, P.N., Key, T.J., 2014).

2.2.4. Η χρήση του στο προϊόν

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας το μήλο έχει χρησιμοποιηθεί σε μορφή πολτού από μήλα βιολογικής καλλιέργειας της εταιρίας TERRASANA, χωρίς την παρουσία σε αυτόν άλλων πρόσθετων συστατικών.

Ο πολτός μήλου χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα διατροφής σε μικρές ποσότητες για να αυξήσει τον όγκο τους χωρίς να επηρεάσει αισθητά την τελική τους γεύση. Ωστόσο, στο προϊόν της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την βελτίωση της υφής και την ήπια ενίσχυση της γεύσης όπως επίσης και για την ενίσχυση της θρεπτικής αξίας του τελικού προϊόντος.



Το συγκεκριμένο προϊόν έχει τα εξής διατροφικά χαρακτηριστικά:

Εικόνα 2: Πολτός Μήλου της Εταιρίας TERRASANA

Διατροφική αξία ανά 100 g	
Ενέργεια/Θερμίδες	218kj/51kcal
Νερό	85,56 g
Λιπαρά	0,1 g
Εκ των οποίων κορεσμένα	0 g
Πρωτεΐνες	0,3 g
Υδατάνθρακες	11,5 g
Φυτικές ίνες	1,3 g
Νάτριο	1 mg

2.3. Μέλι

2.3.1. Γενικά Χαρακτηριστικά

Ός μέλι ορίζεται το βρώσιμο παχύρρευστο υγρό, σκούρου χρυσού χρώματος το οποίο παράγεται από τις μέλισσες από το νέκταρ τον λουλουδιών. Η γεύση, καθώς και το χρώμα του καθορίζονται από τα άνθη από τα οποία συλλέγεται το νέκταρ.

Το νέκταρ ωριμάζει και μετατρέπεται σε μέλι μέσω της ιμβερτοποίησης του μεγαλύτερου μέρους της σακχαρόζης στους μονοσακχαρίτες γλυκόζη και φρουκτόζη σε συνδυασμό με αποβολή της περίσσειας της υπάρχουσας υγρασίας.

Το μέλι περιέχει περίπου 18% νερό, είναι υδατοδιαλυτό και μπορεί να κρυσταλλώσει σε θερμοκρασίες μεταξύ 10 και 18°C. Η μεγάλη περιεκτικότητά του σε σάκχαρα (77-78%) συνδυαστικά με την σχετικά χαμηλή του υγρασία δεν ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Επίσης ο όξινος χαρακτήρας του (pH 3,2 – 5,0), του προσδίδει ήπιες αντισηπτικές ιδιότητες. Αποτελεί ένα τρόφιμο με πολλές εφαρμογές τόσο στην μαγειρική και την ζαχαροπλαστική όσο και στην φαρμακευτική (Encyclopedia Britannica).

2.3.2. Διατροφική Αξία

Λόγο των ιδιοτήτων που παρουσιάζουν οι διαφορετικές ποικιλίες μελιού, δεν καθίσταται δυνατό να προσδιοριστεί σε ένα πίνακα η ακριβής διατροφική αξία της πρώτης ύλης. Ενδεικτικά, ένας πίνακας διατροφικής αξίας για το μέλι είναι ο παρακάτω:

Διατροφική αξία ανά 100 g	
Ενέργεια/Θερμίδες	1272 kJ/304kcal
Νερό	17,1 g
Λιπαρά	0 g
Εκ των οποίων κορεσμένα	0g
Πρωτεΐνες	0.3 g
Υδατάνθρακες	82.4 g
Φυτικές ίνες	0,2 g
Νάτριο	4 mg

2.3.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Μελετώντας το μέλι σε βάθος, πλέον μπορούμε να κατανοήσουμε και να δούμε τα οφέλη του στην ανθρώπινη υγεία. Ειδικότερα, εκτός από πλούσια πηγή ενέργειας έχει αντιφλεγμονώδη, αντιβακτηριακή, αντιμυκητιακή και αντιοξειδωτική δράση. Απόρροια αυτών των χαρακτηριστικών αποτελεί η βελτίωση της ανοσολογικής λειτουργίας και της σωματικής απόδοσης στις φυσικές δραστηριότητες .

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την θεραπεία τραυματισμένων και μολυσμένων ιστών ή εγκαυμάτων λόγω της ικανότητας του να διεγείρει την ανάπτυξη των επιθηλιακών κυττάρων (G. Ilia, V. Simulescu, P. Merghes *et al.*, 2020).

2.3.3.1. Δράση Έναντι Μικροοργανισμών

Το μίγμα των σακχάρων που περιέχονται στο μέλι καθιστά την ενεργότητα ύδατος σε αυτό πολύ χαμηλή. Αυτό συμβαίνει καθώς το μεγαλύτερο μέρος νερού που υπάρχει σε αυτό είναι δεσμευμένο από τα μόρια των σακχάρων ενώ το μέρος του νερού που παραμένει ελεύθερο προς εκμετάλλευση από τους μικροοργανισμούς δεν επαρκεί ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη τους.

Το μέλι μπορεί να έχει βακτηριοστατική ή και βακτηριοκτόνο δράση ανάλογα βέβαια με την συγκέντρωση στην οποία βρίσκεται. Τα αντιβιοτικά καταστρέφουν την κυτταρική μεμβράνη των βακτηρίων ή αναστέλλουν τον ενδοκυτταρικό μεταβολισμό. Το μέλι από την άλλη πλευρά έχει έναν τελείως διαφορετικό μηχανισμό έναντι αυτών καθώς τα αφυδατώνει. Τα περιεχόμενα σάκχαρα στο μέλι και το όξινο pH του μειώνουν την ικανότητα ανάπτυξης των μικροβίων. Επιπρόσθετα, το υπεροξειδίο του υδρογόνου που παράγεται από την οξειδάση της γλυκόζης αποτελεί έναν σημαντικό αντιβακτηριδιακό παράγοντα.

Έχει βρεθεί ότι έχει ανασταλτική δράση έναντι περίπου 60 ειδών βακτηρίων αερόβιων, αναερόβιων, θετικών και αρνητικών κατά Gram όπως τα:

Bacillus anthracis, *Corynebacterium diphtheriae*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Proteus spp*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella diarrhoea*, *Shigella dysenteriae*, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* (MRSA).

Όσον αφορά τον τελευταίο, πρόσφατες μελέτες έχουν αποδείξει ότι το μέλι έχει αντιβακτηριδιακή δράση έναντι του ανθεκτικού στην μεθικιλίνη *Staphylococcus aureus* (MRSA).

Επίσης σε *in vivo* έρευνες για το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού στο ανθρώπινο πεπτικό σύστημα απέδειξαν ότι η δράση του μικροοργανισμού καταστέλλεται κατά 20% με την χρήση μελιού.

Σε σύγκριση με τα αντιβιοτικά, ένα σημαντικό πλεονέκτημα με την χρήση του μελιού κατά των βακτηρίων είναι ότι αυτή μπορεί να είναι συνεχόμενη χωρίς τον κίνδυνο δημιουργίας ανθεκτικών στελεχών όπως συμβαίνει με την χρήση των πρώτων.

Η αντιμυκητιακή δράση του εντοπίζεται όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις (από 80% όγκο κατ' όγκο και άνω) έναντι 40 διαφορετικών ειδών ζυμών όπως μεταξύ άλλων τα γένη *Candida albicans*, *Candida krusei* και *Candida glabrata*. (G. Ilia, V. Simulescu, P. Merghes *et al.*, 2020).

2.3.3.2. Σημασία στην διατροφή

Όσον αφορά την διατροφή, με καθημερινή κατανάλωση του σε μέτριες ποσότητες μπορεί να μειώσει τη συστολική αρτηριακή πίεση, την λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (LDL) και την ολική χοληστερόλη (συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των τριγλυκεριδίων), ενώ αυξάνεται η λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας (HDL), δρώντας έτσι προστατευτικά έναντι των καρδιακών παθήσεων.

Παρόλο που το μέλι σαν τροφή είναι πλούσια σε σάκχαρα και θα ήταν αναμενόμενο να προκαλεί αύξηση του σωματικού βάρους, στην πραγματικότητα όταν καταναλώνεται σε μικρές ποσότητες συμβάλει στην ελάττωση του.

Στον αντίποδα όμως, λόγω της μεγάλης απορροφησιμότητας των σακχάρων του από το σώμα είναι πάντα πιθανή η αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, γεγονός που απαιτεί την προσοχή ιδίως των διαβητικών.

Όσον αφορά άτομα με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, όπως οι αθλητές, το μέλι, σαν ενεργειακό μείγμα, τους βοηθά στο να ξεπεράσουν την κόπωση και να ανακτήσουν την ενέργεια τους σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Αυξάνει σημαντικά την συχνότητα των καρδιακών παλμών, τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, την ικανότητα της προσπάθειας των μυών ολόκληρου του σώματος κατά την διάρκεια της προπόνησης όπως επίσης περιορίζει την έκταση των φλεγμονωδών αντιδράσεων που έπονται της έντονης σωματικής άσκησης. Επιπλέον, δεν παρατηρούνται σωματικά ή ψυχολογικά συμπτώματα υπογλυκαιμίας κατά τη διάρκεια αυτής.

Οι υδατάνθρακες του μελιού χρειάζονται μόνο 10 λεπτά για να περάσουν στο μυϊκό σύστημα, χρόνος παρόμοιος με εκείνο που απαιτείται για άλλες ενεργειακές τροφές (π.χ. ενεργειακά ποτά).

(G. Ilia, V. Simulescu, P. Merghes *et al.*, 2020)

2.3.4. Η χρήση του στο προϊόν

Στην παρούσα εργασία, το μέλι έχει χρησιμοποιηθεί ως γλυκαντική ύλη για να αντικαταστήσει πλήρως την κοινή ζάχαρη λόγω της υψηλής διατροφικής του αξίας καθώς και των αναρίθμητων οφελών του για την ανθρώπινη υγεία.

2.4. Λεμόνι

2.4.1. Ο καρπός

Ως λεμόνι ορίζεται ο καρπός του υβριδικού φυτού λεμονιά (*Citrus limon*, *Κιτρέα η λεμονέα*) που ανήκει στην οικογένεια των Ρουτιδών. Το φυτό έχει την μορφή μικρού αειθαλούς θάμνου ή δέντρου που εάν δεν κλαδευτεί μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 3 με 6 μέτρα. Το φύλλωμα του είναι ελλειψοειδές, λαμπερό πράσινο και σε ορισμένες ποικιλίες οι άξονες των φύλλων φέρουν μικρά αγκάθια. Κατά την περίοδο ανθοφορίας σχηματίζονται μικρά λευκά άνθη, μεμονωμένα ή σε συστάδες που αναδίδουν ένα ιδιαίτερο γλυκό άρωμα. Ο καρπός που προκύπτει έχει σχήμα ωοειδές και στο αδέσμευτο από το δέντρο άκρο του φέρει εξόγκωμα σε σχήμα θηλής. Η φλούδα του στην πλήρη ωριμότητα έχει έντονο κίτρινο χρώμα και φέρει πλήθος αδένων που περιλαμβάνουν έλαιο. Εσωτερικά, φέρει λευκό σπογγώδες μεσοκάρπιο το οποίο είναι πλούσιο σε πηκτίνη. Ο κυρίως καρπός στην διατομή του φαίνεται να έχει 8 με 10 χωρισμένα τμήματα πλούσια σε χυμό με όξινες ιδιότητες όπως επίσης, σε ορισμένες ποικιλίες, φέρει και σπόρους ωοειδούς σχήματος (Encyclopedia Britannica)

2.4.2. Διατροφική Αξία

Ένα μέτριο λεμόνι αποδίδει περίπου 48g χυμού. Σε αυτήν την ποσότητα χυμού εντοπίζονται 44,3g νερού, 0,17g πρωτεϊνών, 0,12g λίπους, 3,31g υδατανθράκων, εκ των οποίων μόλις τα 0,15g αποτελούν φυτικές ίνες και τα 1,21g είναι σάκχαρα. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο χυμός του λεμονιού είναι πτωχός σε φυτικές ίνες, πρωτεΐνη και λίπος και σχετικά πλούσιο σε σάκχαρα, τα οποία όμως δεν του προσδίδουν υψηλό γλυκαιμικό φορτίο.

Όσων αφορά τις βιταμίνες και τα μέταλλα, ο λεμονοχυμός αποτελεί εξαιρετική πηγή βιταμίνης C. Επίσης περιλαμβάνει σε μικρές ποσότητες θειαμίνη, βιταμίνη B6 και φολικό οξύ. Δεν αποτελεί καλή πηγή μετάλλων, παρόλα αυτά περιλαμβάνει μικρές ποσότητες ασβεστίου, μαγνησίου, σιδήρου και καλίου.
(USDA, FAO)

2.4.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η βιταμίνη C αποτελεί μια από τις κυριότερες βιταμίνες που εντοπίζεται στα λεμόνια και στα εσπεριδοειδή γενικότερα. Η χρήση τους έχει συμβάλει στην αντιμετώπιση της έλλειψης της βιταμίνης C, γνωστή και ως την ασθένεια σκορβούτο που ταλαιπωρούσε ιδίως τους ναυτικούς των οποίων η διατροφή ήταν πτωχή σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά. Σήμερα, η ασθένεια αυτή σπανίζει στις ανεπτυγμένες χώρες, δεδομένου ότι μπορεί να αποφευχθεί με μόλις 10mg βιταμίνης C ημερησίως. (Weinstein, M., Babyn, P., Zlotkin, S., 2001).

Ο χυμός του λεμονιού παρουσιάζει αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές ιδιότητες. Σε μελέτη, με την χρήση συμπυκνώματος λεμονοχυμού οι φυτικές ενώσεις που περιέχονται σε αυτόν ανέστειλαν αποτελεσματικά την ανάπτυξη βακτηρίων των ειδών *Salmonella*, *Staphylococcus* και *Candida* όπως επίσης και ορισμένων ανθεκτικών στα αντιβιοτικά βακτηρίων που προκαλούν πνευμονία και λοιμώξεις του αίματος (Ehigbaji, I., et al., 2015).

Από μελέτες προκύπτει το αποτέλεσμα ότι η υψηλή πρόσληψη βιταμίνης C σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων όπως η στεφανιαία νόσος και το εγκεφαλικό επεισόδιο. Το Αμερικανικό Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας υποστηρίζει ότι αυτά τα οφέλη ευθύνονται στην περιεκτικότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών που εντοπίζονται στο λεμόνι, οι οποίες ουσίες βοηθούν στην πρόληψη των οξειδωτικών βλαβών που έχουν σαν απόρροια τις καρδιαγγειακές παθήσεις (National Institutes of Health, 2020).

Ωστόσο, από ανασκόπηση σειράς ερευνών βγήκε το συμπέρασμα ότι παρόλο που η έλλειψη βιταμίνης C σχετίζεται με υψηλό ρίσκο θανάτου από καρδιαγγειακές παθήσεις και ότι η πρόσληψη της ενδέχεται να βελτιώνει την λειτουργία των ενδοθηλίων των αγγείων και το προφίλ των λιπιδίων σε μερικές ομάδες συμμετεχόντων, δεν υποστηρίζει αρκετά το πόρισμα ότι η ευρεία χρήση συμπληρωμάτων βιταμίνης C μειώνει την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων ή την οφειλόμενη σε αυτά θνησιμότητα (Moser, M.A., Chun, O.K., 2016).

Ομάδα Ιαπώνων ερευνητών μελέτησαν την πιθανή συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης λεμονοχυμού και της αρτηριακής πίεσης. Εντόπισαν ότι υπάρχει αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ τους, δηλαδή όσο μεγαλύτερη ήταν η κατανάλωση του χυμού τόσο χαμηλότερη πίεση παρουσίαζαν οι συμμετέχοντες. Απαιτείται όμως περαιτέρω έρευνα για να αποδειχθεί για ποιο λόγο η σύσταση του λεμονοχυμού προκαλεί την ελάττωση της αρτηριακής πίεσης (Yoji Kato et al., 2014).

Η βιταμίνη C, ή αλλιώς ασκορβικό οξύ, αποτελεί ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό. Όπως όλες οι ενώσεις με τις αντίστοιχες ιδιότητες, έτσι και η βιταμίνη C βοηθά στην πρόληψη βλαβών που προκαλούνται από το οξειδωτικό stress. Βάση συνεχόμενων ερευνών υπάρχουν ενδείξεις που υποστηρίζουν την θετική επίδραση των αντιοξειδωτικών έναντι της γήρανσης σχετιζόμενα με την βελτίωση της υγείας του δέρματος και την πρόληψη τύπων ασθενειών σχετικών με το γύρας. Απαιτείται όμως περαιτέρω μελέτη καθώς τα αποτελέσματα των ερευνών είναι μικτά (Obrenovich, M.E., Li, Y., Parvathaneni, K., et al., 2011).

Πέρα όμως από την αντιοξειδωτική δράση του ασκορβικού οξέος σημαντική παρουσία έχουν και άλλες αντιοξειδωτικές ενώσεις όπως τα φλαβονοειδή. Οι ενώσεις αυτές που εντοπίζονται στο λεμόνι παρεμποδίζουν την ανάπτυξη και την εξάπλωση του καρκίνου με ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα στη αναστολή της ανάπτυξης των κυττάρων της λευχαιμίας. Επίσης ο λεμονοχυμός θα μπορούσε να φανεί χρήσιμος και στην θεραπεία ορισμένων καρκίνων καθώς έχει αποδειχθεί ότι καταστέλλει την ανάπτυξη όγκων. Ερευνητές ανακάλυψαν ότι παράγοντες ανταλλαγής μηνυμάτων που προέρχονται από το λεμόνι αναστέλλουν την αναπαραγωγή και ενεργοποιούν τον θάνατο των καρκινικών κυττάρων (Crimni, S., *et al.*, 2017).

2.4.4. Η χρήση του στο προϊόν

Για το προϊόν της εργασίας χρησιμοποιήθηκε φρεσκοστυμμένος χυμός λεμονιού με τα παρακάτω διατροφικά χαρακτηριστικά:

Διατροφική αξία ανά 100 g	
Ενέργεια/Θερμίδες	92.1kj/22kcal
Νερό	92.31
Λιπαρά	0,24 g
Εκ των οποίων κορεσμένα	0,04 g
Πρωτεΐνες	0.35 g
Υδατάνθρακες	6.9 g
Φυτικές ίνες	0.3 g
Νάτριο	0,001

Η χρήση του λεμονοχυμού έγινε με σκοπό την μείωση του pH του αρχικού μίγματος των υλικών του προϊόντος λόγω της έντονης οξύτητας του (pH 2 με 3) προσδίδοντας του ελαφρώς μικροβιολογικά σταθερότερο χαρακτήρα. Επίσης χρησιμοποιήθηκε για να βελτιώσει με την εντόνως όξινη γεύση του το γευστικό προφίλ του τελικού παρασκευάσματος.

2.5. Καρύδα

2.5.1. Ο καρπός

Η καρύδα αποτελεί τον καρπό του κοκκοφοίνικα (*Cocos nucifera*, *Κόκος ο καρυοφόρος*). Τα δέντρο αυτό αποτελεί μέλος της οικογένειας των φοινικοειδών και μοναδικό είδος του γένους *Cocos*. Ως πιθανές περιοχές προέλευσης του φυτού αναφέρονται περιοχές της Νότιας και Νοτιοανατολικής Ασίας.

Ο καρπός του φυτού, όπως και τα άλλα φρούτα, αποτελείται από τρία στρώματα: το εξωκάρπιο, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο. Ο καρπός, βάσει της βοτανολογίας, χαρακτηρίζεται ως δρύπη. Το εξωκάρπιο είναι πράσινο ινώδες. Κατά την προσφορά του καρπού στην αγορά, το εξωκάρπιο συνήθως απομακρύνεται. Το μεσοκάρπιο είναι ξυλώδες και ινώδες και το ενδοκάρπιο είναι πολύ σκληρό. Το ενδοκάρπιο φέρει τρεις θέσεις εκβλάστησης, οι οποίες είναι εύκολα ορατές όταν αφαιρεθεί το εξωκάρπιο και το μεσοκάρπιο. Το ενδοκάρπιο είναι σαρκώδες εσωτερικά και περιέχει υγρό. Μια ώριμη καρύδα ζυγίζει περίπου 1,44kg.

Η σάρκα της καρύδας είναι πλούσια σε λιπαρά και πρωτεΐνη και μπορεί να καταναλωθεί φρέσκια ή αποξηραμένη όπως επίσης και το υγρό στο ενδοκάρπιο μπορεί να καταναλωθεί σκέτο ή να προστεθεί σε άλλα ποτά.

Εκτός από τους βρώσιμο μέρος και το υγρό που λαμβάνονται από τους πυρήνες των καρπών, παράγεται και έλαιο από αυτούς έπειτα από ξήρανση τους. Η σάρκα της καρύδας επίσης μπορεί να τριφτεί και να αναμιχθεί με νερό για να παραχθεί το γάλα καρύδας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην μαγειρική σαν υποκατάστατο του αγελαδινού γάλακτος (Encyclopedia Britannica).

2.5.2. Διατροφική Αξία

Μια μερίδα φρέσκιας καρύδας βάρους 45g περιέχει 160 θερμίδες, 15g λίπος, 9mg Na, 6,8g υδατανθράκων, 4g φυτικές ίνες, 2,8g σάκχαρα και 1,5g πρωτεΐνης.

Ως προς το φορτίο της σε μέταλλα και ιχνοστοιχεία, η καρύδα περιλαμβάνει σημαντική ποσότητα Μαγγανίου, το οποίο είναι ιδιαίτερος χρήσιμο για την ορθή λειτουργία του νευρικού συστήματος και του εγκεφάλου, όπως επίσης χαλκό, σελήνιο, σίδηρο και μικρές ποσότητες φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου και ψευδαργύρου. Από άποψης βιταμινών δεν αποτελεί σημαντική πηγή αλλά εντοπίζονται σε αυτή μικρές ποσότητες φολικού οξέος, βιταμίνης C και θειαμίνης (FDC, USDA).

2.5.3. Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία

Η σάρκα του καρπού δεν έχει μελετηθεί εις βάθος από την επιστημονική κοινότητα οι οποία αντ' αυτής έχει βάλει στο μικροσκόπιο το έλαιο το οποίο παράγει. Έτσι, έχοντας κατά νου ότι καταναλώνοντας την σάρκα καταναλώνουμε και μέρος του ελαίου μπορούμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα για την συνεισφορά του καρπού στην υγεία μας.

Αναφορικά με την χοληστερόλη, ορισμένοι υποστηρικτές της κατανάλωσης του ελαίου της καρύδας επικροτούν την χρήση του έναντι άλλων μορφών κορεσμένων λιπαρών καθώς φαίνεται να έχει ευεργετική επίδραση στην μείωση της.

Το έλαιο της καρύδας αποτελείται κυρίως από ένα μέσης αλυσίδας λιπαρό οξύ, το λαουρικό. Αυτό το λιπαρό οξύ καθιστά το έλαιο να διασπάται γρηγορότερα από τον οργανισμό και να μην συσσωρεύεται στην κυκλοφορία του αίματος όπως συμβαίνει με τα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας που βρίσκονται σε ζωικά προϊόντα. Αντιθέτως, τα κορεσμένα λιπαρά οξέα μεσαίας αλυσίδας απορροφώνται ταχύτατα από το έντερο και αποστέλλονται απευθείας στο ήπαρ για παραγωγή ενέργειας και δεν συμμετέχουν στην βιοσύνθεση και μεταφορά της χοληστερόλης. (Boateng, L., Ansong, R., Owusu, W.B. *et al.*, 2016)

Για τον παραπάνω λόγο πιστεύεται ότι η καρύδα μπορεί να μειώσει την συγκέντρωση της “κακής” LDL χοληστερόλης. Μελέτες ωστόσο έχουν αποδείξει ότι το λάδι καρύδας μπορεί να αυξήσει την LDL χοληστερόλη λιγότερο από το βούτυρο αλλά σημαντικά περισσότερο από άλλα ακόρεστα φυτικά έλαια. (Eyres, L., Eyres, M..F., Chisholm, A. *et al.*, 2016)

Όσον αφορά την απώλεια βάρους, έπειτα από ανασκόπηση μελετών το 2018 υποστηρίχθηκαν ορισμένοι ισχυρισμοί που σχετίζονται με αυτήν. Υποδηλώθηκε ότι τα τριγλυκερίδια μεσαίας αλυσίδας που εντοπίζονται τόσο στις καρύδες όσο και στο παραγόμενο από αυτές έλαιο είναι πιθανό να ενισχύουν την καύση λίπους, να αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας στον οργανισμό και να καταστέλλουν την αίσθηση της πείνας εφόσον αποτελούν μέρος μιας δίαιτας χαμηλών λιπαρών. (Wang, Y., Liu, A., Han, Y., *et al.*, 2018)

Σε μια άλλη ανάλυση μελετών του 2015 συγκρίθηκε η κατανάλωση τριγλυκεριδίων μέσης αλυσίδας (MCTs), όπως εκείνα που εντοπίζονται στο έλαιο της καρύδας, με την κατανάλωση τριγλυκεριδίων μακράς αλυσίδας (LCTs) σχετικά με την απώλεια βάρους. Η μελέτη συμπέρανε ότι η αντικατάσταση των τριγλυκεριδίων μεγάλης αλυσίδας με εκείνα της μεσαίας ενδέχεται να προκαλεί μέτρια μείωση του σωματικού βάρους. Ωστόσο σημειώθηκε ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να επιβεβαιωθούν τα παραπάνω ευρήματα και να προσδιοριστεί η δοσολογία των MCTs που απαιτείται για την διαχείριση ενός υγιούς σωματικού βάρους. (Mumme, K., Stonehouse, W., 2014).

Τέλος, σχετικά με τις κυτταρικές βλάβες, λόγω της υψηλής παρουσίας αντιοξειδωτικών ενώσεων στο έλαιο της καρύδας ευεργετείται η ελάττωση του οξειδωτικού stress και του κινδύνου μεταβολικών και σχετιζόμενων με τη γήρανση ασθενειών καθώς εξαλείφονται οι ελεύθερες ρίζες που είναι επιβλαβείς για τα κύτταρα. (Li, Y., Zheng, Y., Zhang, Y., Xu, J. *et al.*, 2018)

2.5.4. Η χρήση της στο προϊόν

Για το προϊόν που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένες νιφάδες καρύδας. Η χρήση τους έγινε με σκοπό τον εμπλουτισμό της γεύσης, της υφής και της διατροφικής του αξίας του τελικού προϊόντος.

Διατροφική αξία ανά 100 g	
Ενέργεια/Θερμίδες	2761,4 kJ/660kcal
Νερό	3 g
Λιπαρά	64,5 g
Εκ των οποίων κορεσμένα	57,2
Πρωτεΐνες	6,88g
Υδατάνθρακες	23,6 g
Φυτικές Ύνες	16,3 g
Νάτριο	37 mg

3. Παρασκευή Προϊόντος

3.1. Μέθοδος παρασκευής προϊόντος

Η επιλογή των συστατικών πραγματοποιήθηκε έχοντας ως γνώμονα τόσο τα μικροβιολογικά όσο και τα επιθυμητά οργανοληπτικά κριτήρια του προϊόντος. Η βάση του προϊόντος, όπου αποτελεί η πούλπα καρπού του φραγκόσουκου, παραλήφθηκε σε συσκευασίες πλαστικές, με μορφή πλάκας, του ενός λίτρου, μορφής vacuum (συσκευασία υπό κενό) και κατεψυγμένες. Για τη διεξαγωγή πειραματικών δοκιμών, μια συσκευασία αποψύχεται και το περιεχόμενό της εναποτίθεται σε δοχεία κατάλληλα για συντήρηση τροφίμων.

Ο πολτός μήλου που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του εν λόγω προϊόντος προήλθε από μήλα βιολογικής καλλιέργειας της εταιρίας TERRASANA, δίχως έχοντας άλλα πρόσθετα συστατικά. Προστέθηκε αφενός για την αύξηση του όγκου του προϊόντος και αφετέρου για συνεκτικότητα που προσδίδει. Σε αρχικές πειραματικές δοκιμές δίχως τη προσθήκη πολτού μήλου, το τελικό προϊόν εμφάνιζε υπερβολικά κολλώδη σύσταση και ήταν δύσκολο στην αποκόλληση. Επιπλέον, ο πολτός μήλου πέραν των ωφέλιμων στοιχείων που προσδίδει, ενισχύει τη θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος.

Ως γλυκαντική ύλη προστέθηκε το μέλι για τα αναρίθμητα οφέλη που παρουσιάζει. Εμφανίζει ανασταλτική δράση έναντι των βακτηρίων καθώς και αντιοξειδωτική δράση. Η γλυκύτητα που προσδίδει στο τελικό προϊόν, καθώς και η υψηλή διατροφική του αξία το καθιστούν ως ιδανική επιλογή.

Ο προστιθέμενος χυμός λεμονιού είναι προερχόμενος από εκχύμωση καρπών. Η όξινη φύση του χυμού αποσκοπεί στην εξισορρόπηση της γεύσεως και στη βελτιωτική εμφάνιση του χαρακτηριστικού πορφυρού χρώματος του τελικού προϊόντος από οργανοληπτική σκοπιά. Έχοντας ως άξονα τα μικροβιολογικά οφέλη, η υπερόξινη¹ φύση του χυμού προσθέτει ένα ακόμα εμπόδιο στην ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.

Τέλος, έπειτα από ακολουθία πολλαπλών δοκιμών για βέλτιστο προϊόν, προστέθηκαν νιφάδες καρύδας ώστε να προσδώσουν βελτίωση στη γεύση καθώς και στην εμφάνιση του τελικού προϊόντος. Ο εμπλουτισμός του προϊόντος πραγματοποιήθηκε με νιφάδες καρύδας της εταιρίας “My Gusto” όπου είναι συσκευασμένες υπό συνθήκες MAP², δηλαδή υπό συσκευασία προστατευτικής ατμόσφαιρας.

1 Ως υπερόξινη ορίζεται ουσία με τιμές pH 1,50-2,50

2 Modified atmosphere packaging: Συσκευασία όπου το περιεχόμενο αέριο αποτελεί μείγμα αδρανών αερίων N και CO₂



Εικόνα 3: Fruit leather χωρίς προσθήκης νιφάδων καρύδας

3.1.1. Παρασκευή πολτού προς ξήρανση

Τα ανωτέρω υλικά χρησιμοποιήθηκαν για τη παρασκευή δύο δειγμάτων διαφορετικών περιεκτικοτήτων και ζυγίστηκαν σε οικιακό ζυγό, ακρίβειας γραμμαρίου ως κάτωθι σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό .

Υλικά	Δείγμα Α	Δείγμα Β
Πολτός φραγκόσουκου	60%	60%
Πολτός μήλου	25%	25%
Μέλι	8%	9,5%
Λεμόνι	6%	4,5%
Νιφάδες καρύδας	1%	1%

Τα υλικά αναμειγνύονται χειροκίνητα με μεταλλική ράβδο και εναποτίθενται στις πλάκες ξήρανσης. Ως πλάκες ξήρανσης έχουν οριστεί υαλώδης επιφάνειες διαμέτρου 23 x 27 cm όπου πριν από κάθε χρήση επιστρώνονται με φιλμ πολυπροπυλενίου. Η εναπόθεση του παραγόμενου πολτού προς ξήρανση καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της εκάστοτε υαλώδους πλάκας με ομοιομορφία τόσο στο σχήμα, όσο και στο πάχος του πολτού.

3.1.2. Συνθήκες Ξήρανσης

Έπειτα της εναπόθεσης του πολτού προϊόντος στις πλάκες ξήρανσης, αυτές τοποθετούνται στον ξηραντήρα UOP8 Tray Drier της εταιρίας Armfield. Ο ξηραντήρας αυτός επιλέγεται ως μέσο ξήρανσης, διότι οι θερμοκρασίες που επιζητούνται για τη ξήρανση του fruit leather είναι περί των 50 - 60 °C. Αυτό καθιστά την επιλογή ως ιδανική καθώς δεν καταστρέφονται οι βιταμίνες και το μεγαλύτερο μέρος των πτητικών ουσιών του φραγκόσουκου.

Ο ξηραντήρας πρέπει να έχει προθερμανθεί πριν την εισαγωγή των δίσκων σε αυτόν και πρέπει ο δείκτης "Temperature controller" να έχει τοποθετηθεί στην ένδειξη 10, ενώ ο δείκτης "Air flow control" αρχικά τοποθετείται στην ένδειξη 10. Με το πέρας μίας ωρολογιακής ώρας ο ύστερος δείκτης μειώνεται στην ένδειξη 9, ενώ με το πέρας μιας επιπλέον ωρολογιακής ώρας ο δείκτης θα οριστεί στην ένδειξη 8 όπου και θα παραμείνει μέχρι και το πέρας της ξήρανσης.

Στον ανωτέρω ξηραντήρα, η διάρκεια της ξήρανσης εμφάνισε μέση διάρκεια περί τις 6 ώρες, ενώ η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε στους 50°C .

Με την ολοκλήρωση της ξήρανσης παραλαμβάνουμε τους δίσκους με το προϊόν, όπου προσεκτικά το αποκολλούμε από την επιφάνεια. Το fruit leather πρέπει να αποκολλάται εύκολα και συνεκτικά, χωρίς να διαλύεται η επιφάνειά του.

Η διαδικασία της ξήρανσης επαναλήφθηκε και σε οικιακή συσκευή αποξήρανσης ισχύος 240 W της εταιρίας Vicko. Έναντι πλακών υάλου και λόγω περιορισμού χώρου χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλά φίλμ αλουμινόχαρτου διαστάσεων 2*5 εκατοστών όπου εναποτέθηκαν τα δείγματα. Οι συνθήκες ξήρανσης σε αυτή την περίπτωση ήταν 60°C για 8 ώρες. Το fruit leather δεν αποκολλάται από την επιφάνεια.



Εικόνα 4 Οικιακός αποξηραντής τροφίμων της εταιρίας "Vicko"

Μετά την αποκόλληση του fruit leather από τις υαλώδη πλάκες, παραλαμβάνουμε προσεκτικά το προϊόν και το τεμαχίζουμε σε επιθυμητές διαστάσεις για περαιτέρω μορφοποίηση.

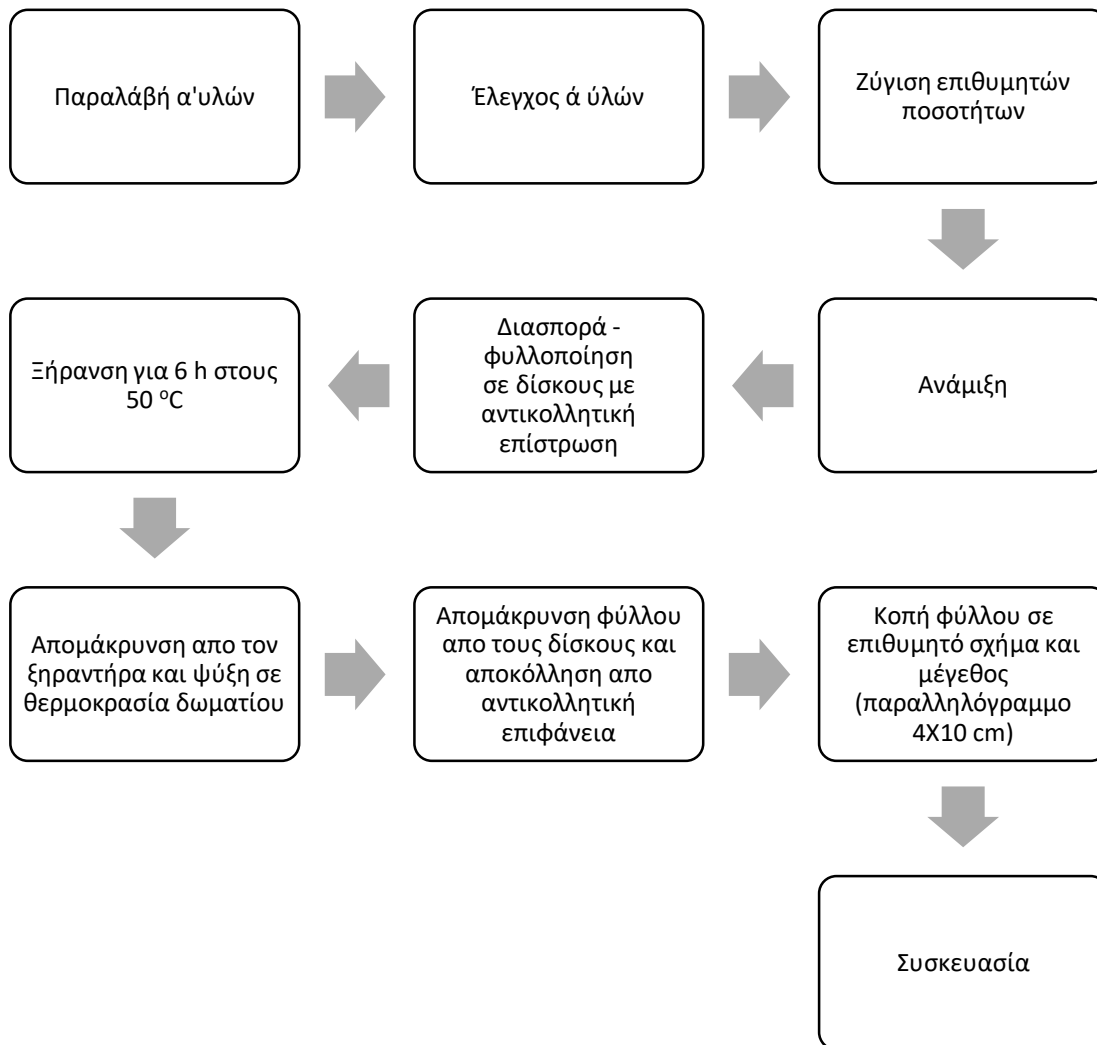
Το fruit leather μπορεί να κοπεί σε λωρίδες και να σχηματίσει προϊόν σε σχήμα ρολού, μικρές μπουκιές ή οποιοδήποτε άλλη μορφοποίηση κρίνεται επιθυμητή.



Εικόνα 5 Εικόνα εντός του εργαστηριακού ξηραντήρα Armfild κατά την διάρκεια ξήρανσης δειγμάτων

3.2. Διάγραμμα ροής προϊόντος

Για την παρασκευή του fruit leather ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:



3.3. Διάγραμμα και πλάνο HACCP

3.3.1. Ορισμοί

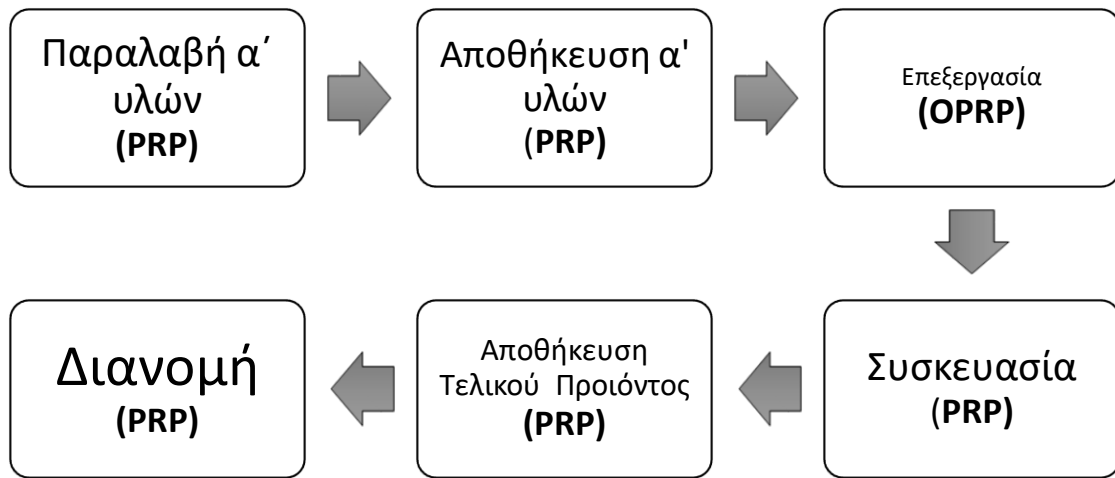
Το σχέδιο HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Point) συγκεντρώνει και διατηρεί όλες τις πληροφορίες και λεπτομέρειες για οτιδήποτε είναι κρίσιμο στην διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων . Υλοποιείται από την ομάδα HACCP και αποτελείται από δύο απαραίτητα συστατικά το διάγραμμα ροής και την ανάλυση επικινδυνότητας. Το συνοδεύουν τα υπόλοιπα υποστηρικτικά έγγραφα και διαδικασίες.

Τα κρίσιμα σημεία ελέγχου (Critical Control Point - CCP) αποτελούν παράγοντα του σχεδίου HACCP και είναι εκείνα τα σημεία όπου μπορεί να εφαρμόζεται ο απαραίτητος έλεγχος για την πρόληψη ή την εξάλειψη ενός κινδύνου ή την μείωσή του σε αποδεκτό επίπεδο. Το κριτήριο που διαχωρίζει το αποδεκτό από το μη αποδεκτό επίπεδο ασφαλείας χαρακτηρίζεται σαν Κρίσιμο Όριο (Critical Limit). Τα Κρίσιμα Όρια των CCP's είναι επιλεγμένα βάσει ορθής τεκμηρίωσης και με βασικό γνώμονα την αμεσότητα και ευκολία των μετρήσεών τους.

Τα προαπαιτούμενα προγράμματα (Prerequisite Programs - PRP's) χαρακτηρίζονται σαν οι βασικές συνθήκες και δραστηριότητες που είναι απαραίτητες για την διατήρηση κατάλληλου υγιεινού περιβάλλοντος σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, για το χειρισμό και την παραγωγή ασφαλών τροφίμων.

Τα λειτουργικά προαπαιτούμενα προγράμματα (Operational Prerequisite Programs - oPRP's) είναι προγράμματα που αφορούν τον τρόπο λειτουργίας της παραγωγής και το πως αυτός μπορεί να επηρεάσει την ασφάλεια των παραγόμενων τροφίμων. Τα oPRP's ελέγχουν επαρκώς τους κινδύνους τροφίμων που δεν ελέγχονται από το σχέδιο HACCP και είναι προσαρμοσμένα στις παραγωγικές διεργασίες και τον τύπο των προϊόντων. (Τσάκνης, Ι., 2009)

3.3.2. Διάγραμμα HACCP



3.3.3. Πλάνο HACCP

Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζεται πίνακας επεξήγησης του συστήματος HACCP που προτείνεται για το προϊόν της παρούσας εργασίας.

Στάδιο διεργασίας	Πιθανός Κίνδυνος	Προληπτικά Μέτρα	Κρίσιμο Όριο	Διαδικασία Παρακολούθησης		Διορθωτικές Ενέργειες	Υπεύθυνος	Τεκμηρίωση
				Μέθοδος	Συχνότητα			
Παραλαβή Α' υλών PRP	Μ Χ Φ	<p>1)Έλεγχος προμηθευτών</p> <p>2)Καθορισμός προδιαγραφών α' υλών</p> <p>3)Διαδικασία αξιολόγησης προμηθευτών (λίστα εγκεκριμένων)</p> <p>4)Πιστοποιητικό προμηθευτή που βεβαιώνει την απαλλαγή από τους αναγνωρισμένους κινδύνους (πριν από την παραλαβή)</p> <p>5)Εκπαίδευση προσωπικού</p> <p>6)Οδηγία Παραλαβής Έλεγχος εγγράφων</p> <p>7)Ορθή Βιομηχανική</p>	<p>1)Απουσία ξένων σωμάτων</p> <p>2)Ακεραιότητα των συσκευασιών</p> <p>3)Απουσία δυσάρεστων οσμών</p> <p>4)Απουσία ληγμένων α-υλών</p>	<p>1)Έλεγχος πιστοποιητικών των προμηθευτών</p> <p>2)Έλεγχος θερμοκρασίας</p> <p>3)Οπτικός έλεγχος</p> <p>4)Εργαστηριακός έλεγχος</p>	Σε κάθε παραλαβή α-υλών	<p>1)Απόρριψη παρτίδας.</p> <p>2)Συστάσεις στους προμηθευτές.</p> <p>3)Αλλαγή προμηθευτή.</p> <p>4)Ενημέρωση Υπεύθυνου ποιοτικού ελέγχου.</p> <p>5)Συστάσεις στο προσωπικό μεταφοράς παραλαβής.</p> <p>6)Επανεκπαίδευση</p>	Υπεύθυνος Γραμμής Παραλαβών Υπεύθυνος HACCP	<p>1)Έντυπο ελέγχου κατά την παραλαβή</p> <p>2)Έντυπα πιστοποιητικών προμηθευτών κατά την παραλαβή</p> <p>3)Έντυπα σποραδικών εργαστηριακών ελέγχων των πρώτων υλών</p>

		<p>Πρακτική (ΟΒΠ) κατά την παραλαβή</p> <p>8)Καθορισμός συνθηκών μεταφοράς/ παραλαβής</p> <p>9)Έλεγχος κατά την παραλαβή</p> <p>10)Μακροσκοπικός έλεγχος κατά την παραλαβή: έλεγχος θερμοκρασίας, για ξένες ύλες, ακεραιότητας συσκευασίας, προσβολής από ξενιστές, ημ/νίας λήξης.</p> <p>11)Σποραδικός εργαστηριακός έλεγχος</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

<p>Αποθήκευση Α' υλών RPP</p>	<p>M X Φ</p>	<p>1)Έλεγχος ορθής βιομηχανικής πρακτικής</p> <p>2)Έλεγχος θερμοκρασίας, και υγρασίας του χώρου αποθήκευσης</p> <p>3)Απεντόμωση-Μυοκτονία των εγκαταστάσεων</p> <p>4)Υγιεινή προσωπικού</p>	<p>1)Ακεραιότητα των συσκευασιών</p> <p>2)Απουσία ληγμένων α-υλών</p>	<p>1)Έλεγχος θερμοκρασίας και υγρασίας χώρου</p> <p>2)Οπτικός έλεγχος</p>	<p>Περιοδικά</p>	<p>1)Έλεγχος καταγραφικών θερμότητας και υγρασίας</p> <p>2)Επανεκπαίδευση προσωπικού</p>	<p>Υπεύθυνος Αποθήκης α-υλών</p> <p>Υπεύθυνος Насср</p>	<p>1)Έντυπο ελέγχου Καταγραφής θερμοκρασίας και υγρασίας</p> <p>2)Έντυπα τεκμηρίωσης/αποτελεσματικότητας του προγράμματος της μυοκτονίας και της απεντόμωσης.</p>
<p>Επεξεργασία OPRP</p> <p>(Ζύγιση και ανάμιξη των α-υλών, ξήρανση του μείγματος)</p>	<p>M X</p>	<p>1)Εκπαίδευση προσωπικού</p> <p>2)Υγιεινή προσωπικού</p> <p>3)Πρόγραμμα συντήρησης του εξοπλισμού (ζυγοί)</p>	<p>1) Προσθήκη συστατικών σε κατάλληλες αναλογίες</p>	<p>1) Μέτρηση pH</p> <p>2) Οργανοληπτικός έλεγχος</p>	<p>Σε κάθε παρτίδα</p>	<p>1)Έλεγχος σωστής χρήσης του ζυγού με πρότυπα βάρη</p> <p>2)Επανεκπαίδευση του προσωπικού</p> <p>3)Αύξηση των υπόλοιπων υλικών σε περίπτωση υπερδοσολογίας ενός εξ αυτών</p>	<p>Υπεύθυνος Παραγωγής</p>	<p>1)Έντυπα οργανοληπτικού ελέγχου</p> <p>2)Έντυπα τεκμηρίωσης σωστής χρήσης του εξοπλισμού</p>

<p>Συσκευασία PRP</p>	<p>Φ</p>	<p>1)Υγιεινή προσωπικού 2)Ανιχνευτές μετάλλων 3)Πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης του εξοπλισμού</p>	<p>1)Ακεραιότητα συσκευασίας 2)Απουσία ξένων σωμάτων</p>	<p>1)Οπτικός έλεγχος 2)Μέτρηση υγρασίας, pH</p>	<p>Σε κάθε παρτίδα</p>	<p>1)Επανεκπαίδευση του προσωπικού 2)Σε περίπτωση εύρεσης ξένων υλών απόσυρση παρτίδας</p>	<p>Υπεύθυνος Παραγωγής</p>	<p>1)Έντυπα τεκμηρίωσης σωστής χρήσης του εξοπλισμού</p>
<p>Αποθήκευση Τελικού Προϊόντος PRP</p>	<p>M X Φ</p>	<p>1)Έλεγχος ορθής βιομηχανικής πρακτικής 2)Έλεγχος θερμοκρασίας, και υγρασίας του χώρου αποθήκευσης 3)Απεντόμωση-Μυοκτονία των εγκαταστάσεων 4)Υγιεινή προσωπικού</p>	<p>1)Ακεραιότητα των συσκευασιών</p>	<p>1)Έλεγχος θερμοκρασίας και υγρασίας χώρου</p>	<p>Περιοδικά</p>	<p>1)Έλεγχος καταγραφικών θερμοτήτων και υγρασίας</p>	<p>Υπεύθυνος Αποθήκης</p>	<p>1)Έντυπο ελέγχου καταγραφής θερμοκρασίας και υγρασίας 2)Έντυπα τεκμηρίωσης/αποτελεσματικότητας του προγράμματος της μυοκτονίας και της απεντόμωσης.</p>

<p>Διακίνηση PRP</p>	<p>X Φ</p>	<p>1)Έλεγχος θερμοκρασίας, και υγρασίας του φορτηγού 2)Υγιεινή και καθαριότητα του μεταφορικού μέσου</p>	<p>1)Ακεραιότητα των συσκευασιών 2)Απουσία δυσάρεστων οσμών στο μεταφορικό μέσο</p>	<p>1)Οπτικός έλεγχος 2)Έλεγχος θερμοκρασίας και υγρασίας του μεταφορικού μέσου</p>	<p>Περιοδικά</p>	<p>1)Έλεγχος καταγραφικών θερμότητας και υγρασίας</p>	<p>Υπεύθυνος Αποθήκης</p>	<p>1)Έντυπο ελέγχου καταγραφής θερμοκρασίας και υγρασίας του μεταφορικού μέσου</p>
---------------------------------	----------------	---	--	---	------------------	---	---------------------------	--

4. Ξήρανση

4.1. Γενικά

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η ξήρανση αποτελεί μια από τις αρχαιότερες μεθόδους συντήρησης τροφίμων. Με την πάροδο του χρόνου και με την τεχνολογική πρόοδο κατέστη δυνατό να ερμηνεύσουμε τους λόγους για τους οποίους η αποβολή της υγρασίας από ένα τρόφιμο το καθιστά ασφαλές και βρώσιμο για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

4.2. Σημασία νερού στα τρόφιμα και άλλοι παράγοντες

Το νερό, όντας το κύριο συστατικό των τροφίμων, ανάλογα με τη ποσότητα, τη θέση και το προσανατολισμό επηρεάζει εντόνως τη δομή, την εμφάνιση και τη γεύση τους. Ιδιαίτερη σημασία εμφανίζει η συνάρτηση περιεκτικότητας υγρασίας και ευαισθησίας ενός τροφίμου στην αλλοίωση.

Το νερό στα τρόφιμα βρίσκεται υπό μορφή δεσμευμένου ή ελεύθερου νερού. Ως δεσμευμένο νερό ορίζεται αυτό που υπάρχει στην περιοχή κοντά στα μη υδατικά συστατικά του τροφίμου και οι ιδιότητες οι οποίες παρουσιάζει είναι σημαντικά διαφορετικές από αυτές του συνόλου του νερού στο τρόφιμο. Το δεσμευμένο νερό δεν εμφανίζει φαινόμενο πήξεως σε θερμοκρασία έως $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ και δεν είναι διαθέσιμο ως διαλύτης προστιθέμενων ουσιών ούτε ως χημικό αντιδραστήριο. Το δεσμευμένο νερό που υπάρχει στα τρόφιμα χαρακτηρίζεται ως μικρής περιεκτικότητας. Ενδεικτικά, σε τρόφιμα υψηλής υγρασίας αντιστοιχούν περίπου 9 g νερού ανά g ξηρού τροφίμου. Συγκεκριμένα, το δεσμευμένο νερό αποτελεί περίπου το 1-5% του ολικού νερού του τροφίμου (Ταούκης, Ωραιοπούλου, 2009).

Αντιθέτως, ως ελεύθερο νερό ορίζεται εκείνο που καταλαμβάνει τις πιο απομακρυσμένες θέσεις από τα μη υδατικά συστατικά και μπορεί να δρα ως διαλύτης. Το ελεύθερο νερό παγώνει σε θερμοκρασία κατώτερη των $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Σημειώνεται πως η μείωση του σημείου πήξης εξαρτάται από τη συγκέντρωση των διαλυμένων συστατικών.

Η απομάκρυνση του νερού από τα τρόφιμα είναι τόσο δυσκολότερη όσο ισχυρότερα είναι αυτό δεσμευμένο. Το ελεύθερο νερό απομακρύνεται ευκολότερα, ενώ η θερμότητα εξάτμισης που του αντιστοιχεί είναι η ίδια με αυτή του καθαρού νερού. Πολλά τρόφιμα, σε μη ελεγχόμενες συνθήκες μεταβάλλουν τη περιεκτικότητα υγρασίας με απορρόφηση ή εκρόφηση νερού. Το ποσό και ο ρυθμός εναλλαγής υγρασίας δεν εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωση των υδρατμών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα όπου είναι εκτεθειμένο το προϊόν, αλλά επίσης και από τη φύση και τη συγκέντρωση των υπάρχοντων υδατοδιαλυτών ουσιών. Το ανωτέρω αποτελεί μια συνάρτηση της ενεργότητας ύδατος (a_w).

Η δραστηριότητα υγρασίας a_w ενός προϊόντος είναι ένα μέτρο της πτητικότητας του νερού (f_p)_T που εκφράζει ποσοτικά την διαθεσιμότητα του περιεχόμενου νερού σε ένα τρόφιμο και είναι ίσο με τον λόγο της μερικής πίεσης των ατμών του νερού του προϊόντος προς την μερική πίεση των ατμών του καθαρού νερού στην ίδια θερμοκρασία, σύμφωνα με την σχέση:

$$a_w = (P/P_w)_T = (f_p/f_w)_T$$

όπου f_w είναι η πτητικότητα του καθαρού νερού στην ίδια θερμοκρασία με το δείγμα.

Η ενεργότητα ύδατος λαμβάνει τιμές $0 < a_w < 1$. Δραστηριότητα υγρασίας κοντά στη μονάδα σημαίνει ότι το περιεχόμενο νερό συμπεριφέρεται σαν ελεύθερο νερά, ενώ όταν το a_w είναι πολύ μικρότερο από τη μονάδα και κοντά στο μηδέν σημαίνει ότι το νερό είναι ισχυρά συνδεδεμένο με τα στερεά του δείγματος, άρα δεν είναι ελεύθερο να πάρει μέρος στις περισσότερες αντιδράσεις είτε χημικές είτε μικροβιολογικές.

Είναι ευρέως γνωστό (Beuchat, L.R., 1981), ότι όταν η ενεργότητα ύδατος λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0.65 το προϊόν θεωρείται μικροβιολογικά ασφαλές. Όταν $0.65 < a_w < 0,75$ τότε μπορούν να αναπτυχθούν κάποιες ζύμες.

Όταν $0,75 < a_w < 0,84$ τότε πολλές ζύμες και μύκητες βρίσκουν φιλικό περιβάλλον για να αναπτυχθούν, ενώ όταν $a_w > 0.84$ τότε ακόμα και κάποια βακτήρια μπορούν να αναπτυχθούν.

Η απομάκρυνση του νερού, και κατ' επέκταση η μείωση της ενεργότητας ύδατος, αποτελούν μέθοδο συντήρησης των τροφίμων. Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν τις αλλοιώσεις των τροφίμων δεν μπορούν να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν απουσία του νερού.

Επίσης, πολλά ένζυμα που προκαλούν χημικές αλλαγές στα τρόφιμα και σε άλλα βιολογικά υλικά δεν μπορούν να δράσουν δίχως νερό.

Τρόφιμα τα οποία έχουν υποστεί αφυδάτωση με την απομάκρυνση μάζας ύδατος, ονομάζονται αποξηραμένα. Τα τρόφιμα αυτά εμφανίζουν μεγάλο χρόνο ζωής και μπορούν να αποθηκευτούν για εκτεταμένες χρονικές περιόδους (shelf life).

Η πυκνότητα και το πορώδες είναι δύο παράμετροι οι οποίες επίσης επηρεάζουν την ποσότητα ενός αφυδατωμένου προϊόντος. Ως πορώδες χαρακτηρίζεται η συνολική επιφάνεια πόρων που εμφανίζει το προς εξέταση προϊόν. Το περιεχόμενο σε ένα προϊόν πορώδες ορίζεται ως η αφαίρεση των λόγων πυκνοτήτων (δείγματος προς ολικών στερεών) από τη μονάδα. Το πορώδες διαδραματίζει σπουδαίο παράγοντα ξήρανσης, διότι επηρεάζει τον τρόπο προσρόφησης της υγρασίας κατά την περαιτέρω διαδικασία.

4.3. Ξήρανση και σταθερότητα τροφίμων

Η ανάγκη των καταναλωτών για ασφαλή και ποιοτικά τρόφιμα σε αρκετά μεγάλες ποσότητες, έχει οδηγήσει στη συνεχή ανάπτυξη νέων μεθόδων συντήρησης. Ειδικότερα η ξήρανση έχει καθιερωθεί ως μία από τις αποτελεσματικότερες μεθόδους επέκτασης της διάρκειας ζωής των τροφίμων. Ως ξήρανση έχει οριστεί η διεργασία απομάκρυνσης νερού από τα τρόφιμα μέσω της εξάτμισης αυτού από τον όγκο του τροφίμου. Πρακτικά η ξήρανση αποτελεί διεργασία αφυδάτωσης.

Ο ρυθμός απομάκρυνσης της πτητικής ουσίας από το στερεό, δηλαδή ο ρυθμός ξήρανσης, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- παράγοντες που συνδέονται με τις συνθήκες ξήρανσης
- παράγοντες που συνδέονται με τη φύση του στερεού
- παράγοντες που συνδέονται με το σχεδιασμό της συσκευής ξήρανσης

Η ξήρανση ως διεργασία χαρακτηρίζεται ως ιδιαιτέρως πολύπλοκη, διότι συνδυάζει την ταυτόχρονη μεταφορά θερμότητας, μάζας και ορμής αποκλείοντας όμως από τον ορισμό της ξήρανσης μεθόδους απομάκρυνσης νερού με διαλύτες ή μείωσης του διαθέσιμου νερού με προσθήκη ζάχαρης ή αλάτων. (Foust, 2008). Η ωθούσα δύναμη για τη μεταφορά θερμότητας είναι η βαθμίδα της θερμοκρασίας, ανάμεσα στην επιφάνεια του υλικού και στον περιβάλλοντα αέρα, ενώ επίσης εξαρτάται από τις εξωτερικές συνθήκες, υγρασία αέρα, ρυθμός ροής του αέρα στην επιφάνεια έκθεσης και πίεση.

Δύο ξεχωριστοί μηχανισμοί μεταφοράς συμβαίνουν ταυτόχρονα κατά την ξήρανση:

- I. μεταφορά θερμότητας από το μέσο ξήρανσης στο υλικό, γεγονός που προκαλεί αλλαγή φάσης του νερού και
- II. μεταφορά νερού από το εσωτερικό του προϊόντος στην επιφάνεια του στην οποία οι υδρατμοί τελικά μεταφέρονται μακριά από το προϊόν στην αέρια φάση.

Τα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας και μάζας επηρεάζονται συνήθως τόσο από το ρυθμό ξήρανσης όσο και από τη συγκέντρωση νερού. Όσον αφορά στη μεταφορά της μάζας η διάχυση της υγρασίας οδηγείται από την βαθμίδα συγκέντρωσης του νερού στο εσωτερικό του υλικού και την επιφάνεια του υλικού, ενώ εξαρτάται και από τη φύση του στερεού και τη θερμοκρασία. Οι εσωτερικές διεργασίες μεταφοράς θερμότητας και μάζας μπορεί επίσης να επηρεαστούν από τις φυσικές αλλαγές (π.χ. συρρίκνωση) που μπορεί να συμβούν στο προϊόν κατά τη διάρκεια της ξήρανσης (Sabarez, 2020).

Στις περισσότερες περιπτώσεις ο αέρας αποτελεί το μέσο για την απομάκρυνση της υγρασίας από το προϊόν κατά τη διάρκεια της ξήρανσης. Κατά τη διεργασία αυτή, σχηματίζεται ένα στρώμα αέρα στη διεπιφάνεια αέρα-τροφίμου, στην οποία η ροή του αέρα επιβραδύνεται λόγω τριβής. Αυτό το στρώμα δρα τόσο για τη μεταφορά θερμότητας όσο και για τη μεταφορά των υδρατμών κατά την ξήρανση. Οι υδρατμοί διαχέονται μέσω αυτού του οριακού στρώματος και τελικά παρασύρονται από το κινούμενο ρεύμα αέρα.

Η ταχύτητα του αέρα είναι αυτή η οποία καθορίζει το πάχος του οριακού στρώματος. Συγκεκριμένα, οι εξωτερικοί ρυθμοί μεταφοράς τόσο θερμότητας όσο και υδρατμών επηρεάζονται σημαντικά από το πεδίο ταχύτητας αέρα και από τις ιδιότητες αυτού, δηλαδή τη θερμοκρασία και σχετική του υγρασία. Εάν η ταχύτητα του αέρα είναι πολύ χαμηλή το οριακό στρώμα γίνεται πιο παχύ και η αντίσταση στη μεταφορά θερμότητας και υδρατμών αυξάνεται. Επιπλέον, οι υδρατμοί που απελευθερώνονται από την επιφάνεια του τροφίμου αυξάνουν την υγρασία του αέρα στο οριακό στρώμα λόγω της αργής μοριακής κίνησης του κινούμενου ρεύματος.

4.4. Μηχανισμός μεταφοράς μάζας

Η ταχύτητα απομάκρυνσης της υγρασίας κατά τη διάρκεια της ξήρανσης μπορεί να ελέγχεται είτε από το ρυθμό διάχυσης της υγρασίας στο εσωτερικό του τροφίμου, όπου αποτελεί την εσωτερική μεταφορά μάζας, είτε από το ρυθμό εξάτμισης της υγρασίας από την επιφάνεια του τροφίμου στο μέσο ξήρανσης, δηλαδή την εξωτερική μεταφορά μάζας.

Η εξωτερική μεταφορά υγρασίας από την επιφάνεια του τροφίμου στο μέσο ξήρανσης επηρεάζεται κυρίως από τις ιδιότητες του αέρα ξήρανσης. Όταν ο εσωτερικός ρυθμός μεταφοράς της υγρασίας από το εσωτερικό στην επιφάνεια του προϊόντος είναι πιο αργός από τον εξωτερικό ρυθμό μεταφοράς της υγρασίας, τότε η εσωτερική διάχυση γίνεται κυρίαρχος μηχανισμός μεταφοράς μάζας. Σύμφωνα με τους Heldman και Hartel (1997), η υγρασία εντός του τροφίμου μπορεί να μεταναστεύσει με διάφορους τρόπους μέσω ενός αριθμού διαφορετικών μηχανισμών. Οι μηχανισμοί μεταφοράς υγρών περιλαμβάνουν τριχοειδή ροή, διάχυση επιφανείας και διάχυση υγρού, ενώ οι μηχανισμοί μεταφοράς ατμών αποτελούνται από διάχυση Knudsen, αμοιβαία διάχυση, διάχυση Stefan, ροή Poiseuille και εξάτμιση συμπύκνωσης.

Η εξάτμιση σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να συμβεί εντός του προϊόντος και έτσι το νερό διαχέεται με τη μορφή ατμών μέσω του τροφίμου, με τη διαφορά στην πίεση ατμών ως κινητήρια δύναμη για τη μεταφορά υγρασίας. Οι διαφορές στην πίεση μεταξύ του μέσου ξήρανσης και της εσωτερικής δομής του τροφίμου (ροή πίεσης) και οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας και του εσωτερικού του προϊόντος (θερμική ροή) μπορεί επίσης να επηρεάσουν την εσωτερική κινητικότητα της υγρασίας.

Η υγρασία, στη φάση του υγρού ή ατμού, πρέπει να μετακινηθεί στο όριο του υλικού πριν μεταφερθεί στη συνέχεια, σε φάση ατμού, από τον αέριο φορέα (Sabarez, 2020).

4.5. Μηχανισμοί Μεταφοράς Θερμότητας

Υπάρχει μεγάλη απαίτηση σε ενέργεια κατά την ξήρανση ώστε να δημιουργηθεί μια αλλαγή φάσης του περιεχόμενου νερού στα τρόφιμα. Οι κύριοι τρόποι μεταφοράς θερμότητας είναι οι εξής:

- Μεταφορά θερμότητας με αγωγή
- Μεταφορά θερμότητας με συναγωγή
- Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία

Οι ανωτέρω τρόποι μεταφοράς μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μόνοι τους είτε σε συνδυασμό με την παροχή θερμότητας από την πηγή θερμότητας στα τρόφιμα.

4.5.1. Μετάδοση με αγωγή

Με τον τρόπο αυτό η θερμότητα μεταδίδεται μεταξύ των διαφορετικών υλικών σημείων ενός ή περισσοτέρων σωμάτων, δίχως να είναι αναγκαία η μετακίνηση στοιχειωδών μαζών. Πρόκειται για μηχανισμό μεταφοράς ενέργειας από μόριο σε μόριο και οφείλεται στις κινήσεις των μορίων εξαιτίας της θερμοκρασίας (κινήσεις Brown). Συναντάται αυτός ο τρόπος μετάδοσης σχεδόν κατά αποκλειστικότητα στα στερεά σώματα, καθώς επίσης και σε ακινητοποιημένα ρευστά.

4.5.2. Μετάδοση με συναγωγή

Απαντάται αυτός ο τρόπος μεταφοράς σε ρευστές ή αέριες μάζες και οφείλεται στη δυνατότητα μετακίνησης στοιχειωδών μαζών και ανάμειξης με άλλες ψυχρότερες. Η κίνηση των στοιχειωδών μαζών προκαλείται σε δύο περιπτώσεις

- Περίπτωση φυσικής κυκλοφορίας
Λόγω διαφοράς πυκνότητας που οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των στρωμάτων του ρευστού.
- Περίπτωση βεβιασμένης κυκλοφορίας
Λόγω εξωτερικού αιτίου που εξαναγκάζει το ρευστό σε κίνηση

Σημειώνεται πως η συγκεκριμένη περίπτωση μετάδοσης θερμότητας συναντάται μόνον όταν προκαλείται ανάμειξη των στρωμάτων του ρευστού. Όμως, λόγω των φαινομένων που προκαλούνται κατά την κίνηση των ρευστών, υπάρχει να έχουμε μετάδοση και με αγωγή. Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται στις περιοχές επαφής του κινούμενου ρευστού με στερεές επιφάνειες, όπου το ρευστό σχηματίζει ένα λεπτό στρώμα – φιλμ. Μέσα στο στρώμα αυτό, η ταχύτητα του ρευστού ελαττώνεται, με ελάχιστο το μηδέν που αντιστοιχεί στην επιφάνεια του στερεού. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένα υπόστρωμα – ιξώδες οριακό υπόστρωμα- μέσα στο οποίο η ροή είναι “στρωτή” και είναι αδύνατο να υπάρξει ανάμειξη στοιχειωδών μαζών. Για αυτό το λόγο, η θερμότητα στις μάζες αυτές μεταφέρεται με αγωγή.

4.5.3. Μετάδοση με ακτινοβολία

Είναι γνωστό πως όλα τα σώματα που έχουν θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός³ εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Το ποσό εκπομπής είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του σώματος.

Θεωρώντας ένα σύστημα σώματος και περιβάλλοντος, η ακτινοβολία παρουσιάζει εκπομπή προς δύο κατευθύνσεις και δεδομένου ότι υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των δύο ισχύει ότι:

Το θερμό σώμα εκπέμπει περισσότερη ακτινοβολία έναντι του ψυχρού, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του ψυχρότερου σώματος και μείωση της θερμοκρασίας του θερμότερου.

Υπό αυτή την έννοια θεωρούμε πως υπάρχει μετάδοση θερμότητας με μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, δηλαδή, μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

Η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας δεν απαιτεί την ύπαρξη ενδιάμεσου υλικού μέσου και για το λόγο αυτό είναι δυνατό να πραγματοποιείται και στο κενό. Η μετάδοση με ακτινοβολία εμφανίζεται μεταξύ στερεών, αν και δεν είναι ασυνήθιστη η περίπτωση μετάδοσης μεταξύ ρευστών και στερεών. Συνήθως τα αέρια εκπέμπουν και απορροφούν ακτινοβολία σε συγκεκριμένα μήκη κύματος, ενώ τα περισσότερα στερεά εκπέμπουν και απορροφούν σε μια ευρεία περιοχή του φάσματος – σε ερυθρή και υπέρυθη περιοχή.

Αυτοί οι διαφορετικοί μηχανισμοί μεταφοράς θερμότητας μπορούν να αναπτυχθούν ταυτόχρονα ή διαδοχικά ανάλογα με τη μεμονωμένη εφαρμογή για την επίτευξη μιας ενεργειακά αποδοτικής διαδικασίας. Όλοι οι τρόποι μεταφοράς θερμότητας εκτός από εκείνους που χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια παρέχουν θερμότητα στην επιφάνεια του τροφίμου, έτσι ώστε η θερμότητα στη συνέχεια να μεταφέρεται εντός του τροφίμου κυρίως μέσω αγωγής. Κατά τη μεταφορά θερμότητας, ο αέρας χρησιμοποιείται για την παροχή θερμότητας για την αλλαγή της φάσης του νερού στα υλικά τροφίμων, επιπλέον του ρόλου του να μεταφέρει την εξατμισμένη υγρασία από το προϊόν. Η κατανάλωση ενέργειας στην ξήρανση λόγω συναγωγής είναι συνήθως υψηλή λόγω της εγγενούς αναποτελεσματικότητας της χρήσης αέρα ως μέσου ξήρανσης. Στις εφαρμογές ξήρανσης τροφίμων, οι κύριοι τύποι ακτινοβολίας που εφαρμόζονται είναι οι IR, MW και RF (Sabarez, 2020).

4.6. Ξηραντήρας

Με τη διαδικασία της ξήρανσης μέσω θερμού αέρα εννοούμε διεργασία χρήσης ρεύματος αέρα το οποίο θερμαίνεται από θερμοκρασία περιβάλλοντος σε ανώτερη από αυτή και έπειτα επέρχεται επαφή αυτού με το προς ξήρανση τρόφιμο. Ο όγκος αέρα που απαιτείται για κάθε ξηραντήρα καθίσταται ανάλογος είτε της μετάδοσης θερμότητας, είτε του όγκου νερού που απομακρύνεται επιπλέον των συνθηκών εισόδου του αέρα και τις παραμέτρους ξήρανσης.

Κατά την αφυδάτωση με ρεύμα αέρα το ½ της ενέργειας χάνεται με τα εξερχόμενα ρεύματα αέρα και το ½ από τα τοιχώματα ως αποτέλεσμα βελτιωμένης μονώσεως (Flink, 1977).

Ακολουθεί πίνακας συνολικής χρήσης ενέργειας σε αφυδάτωση με αέρα kJ/kg απομακρυνόμενου νερού (Flink, 1977).

Αφυδάτωση με αέρα θερμοκρασίες	Ενέργεια για απομάκρυνση 1kg νερού (1)	Ενέργεια με στερεά (2)	Απαιτούμενη ενέργεια σε 'ιδανικό' ξηραντήρα (3)	Απώλειες ενέργειας στον ξηραντήρα (4)	Ανακτήσιμη ενέργεια από (1), (2), ή (3) (5)	Καθαρά ολική ενέργεια (3)+(4)-(5) (6)
34°C	2449,3	8,4	2457,7	314,0	146,5	2625,2
48°C	2474,4	16,7	2491,1	523,4	251,2	2763,3

Πίνακας 1: Λάζος Ε., Λάζου Α, Επεξεργασία Τροφίμων ΙΙ, σελ. 145

Η κατάταξη των μηχανημάτων ξήρανσης καλύπτει εκτενή φάσματα χρήσεων και σκοπών, ανάλογα τα επιθυμητά αποτελέσματα. Κάποιοι ξηραντήρες είναι συνεχείς, ενώ κάποιοι άλλοι ασυνεχείς, κάποιοι αναδεύουν τα στερεά, κάποιοι όχι. Για τη μείωση της θερμοκρασίας ξήρανσης, μπορεί να εφαρμοστεί λειτουργία σε κενό. Ορισμένοι ξηραντήρες μπορούν να χειριστούν σχεδόν όλα τα είδη υλικών, ενώ ορισμένοι άλλοι περιορίζονται σε συγκεκριμένους τύπους τροφοδοσίας.

Ο κύριος διαχωρισμός που μπορεί να γίνει είναι ο εξής:

- I) Ξηραντήρες στους οποίους το στερεό εκτίθεται απευθείας σε ένα θερμό αέριο – όπου συνήθως επιλέγεται αέρας
- II) Ξηραντήρες στους οποίους μεταφέρεται θερμότητα στο στερεό από ένα εξωτερικό μέσο όπως συμπυκνωμένο υδρατμό, συνήθως μέσω μιας μεταλλικής επιφάνειας που βρίσκεται σε επαφή με στερεό
- III) Ξηραντήρες που θερμαίνονται με διηλεκτρική ή ακτινοβόλα ενέργεια ή ενέργεια μικροκυμάτων.

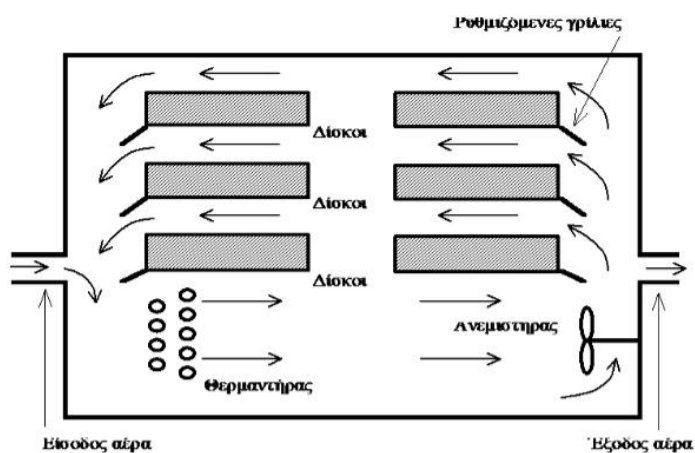
Οι ξηραντήρες που εκθέτουν τα στερεά σε θερμό αέριο ονομάζονται αδιαβατικοί (adiabatic) ή άμεσοι (direct) ξηραντήρες και είναι αυτοί που απασχολούν το προς δημιουργία προϊόν.

Οι περισσότεροι βιομηχανικοί ξηραντήρες επεξεργάζονται μικρομερή στερεά κατά τη διάρκεια μέρους του κύκλου ξήρανσης.

4.6.1. Ξηραντήρας με ράφια (Tray Dryer)

Ο ξηραντήρας με ράφια ή δίσκους χρησιμοποιείται εκτενώς στις βιομηχανίες τροφίμων. Η κατασκευή του περιλαμβάνει ένα μονωμένο θάλαμο ξήρανσης που περιέχει ράφια και σε αυτά τοποθετούνται δίσκοι όπου σε αυτούς απλώνεται ομοιόμορφα το νωπό προς ξήρανση υλικό. Ο θερμαινόμενος αέρας από θερμαντήρα που κυκλοφορεί στο θάλαμο γίνεται με τη χρήση ενός φυσητήρα και διανέμεται ομοιόμορφα στους δίσκους με το προς ξήρανση προϊόν. Ο θερμός αέρας κυκλοφορεί με ταχύτητα 2-5 m/s μεταξύ των δίσκων. Ένα μέρος του υγρού αέρα εξέρχεται συνεχώς μέσω του σωλήνα εξαγωγής. Συμπληρωματικός καθαρός αέρας εισέρχεται από την είσοδο. Μέρος αυτού επανακυκλοφορεί εντός της διατάξεως ενώ το υπόλοιπο εξέρχεται από το θάλαμο. Σημαντικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου ξηραντήρα, πέραν του χαμηλού κόστους, είναι η πολυχρησιμότητα. Οι χρόνοι ξήρανσης κυμαίνονται συνήθως από 3 – 48h.

Η θερμότητα παρέχεται από τον αέρα που διαπερνά τα ράφια έχει ως μεθόδους μεταφοράς τη συναγωγή, αγωγή και την ακτινοβολία. Οι ξηραντήρες ραφιών κενού χρησιμοποιούνται ευρέως για την ξήρανση μικρών ποσοτήτων θερμικά ευαίσθητου ή εύκολα οξειδούμενου υλικού. Είναι επίσης κατάλληλοι για υλικά που χρειάζονται πολύ προσεκτική τοποθέτηση και για περιπτώσεις που η απώλεια υλικού πρέπει να περιοριστεί.

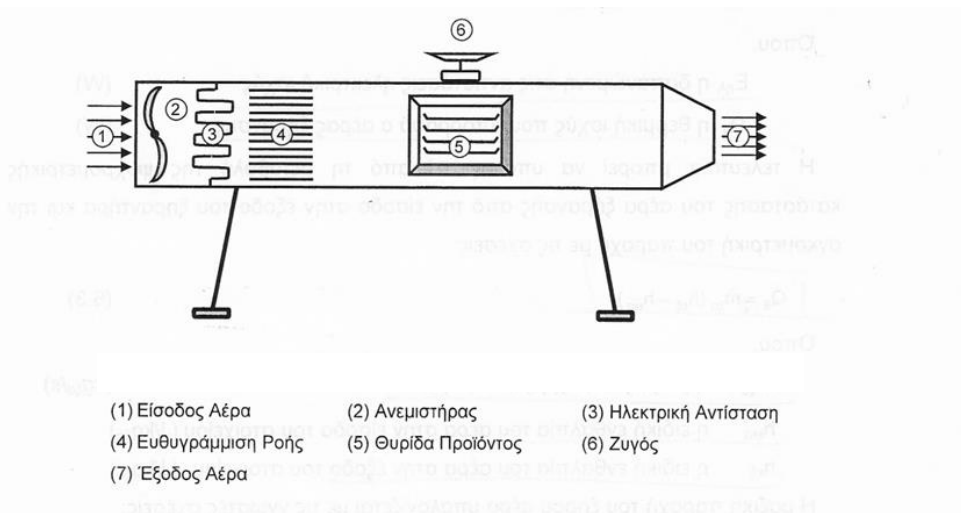


Εικόνα 7 Τυπική σχηματική απεικόνιση ξηραντήρα με ράφια

4.6.2. Ξηραντήρας UOP8 Tray Drier της εταιρίας Armfield

Για τη ξήρανση του μείγματος χρησιμοποιήθηκε ο μικρής κλίμακας εργαστηριακός ξηραντήρας UOP8 Tray Drier της εταιρίας Armfield με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Μήκος: 2.95m
- Φάρδος: 0.73m
- Όγκος: 1.4m³



Εικόνα 8 Σχηματική Απεικόνιση Ξηραντήρα Armfield, Ζογκζας Ν Π "Σημειώσεις Μηχανικής Τροφίμων Ι", σελ .38

Η μονάδα αποτελείται από τη σήραγγα στην άκρη της οποίας υπάρχει ανεμιστήρας αξονικής ροής. Ένας πίνακας ηλεκτρικά θερμαινόμενων αντιστάσεων ζεσταίνει τον ρέοντα προς το θάλαμο ξήρανσης αέρα.

Κατά τη διαδικασία της ξήρανσης ρεύμα θερμού αέρα διαπερνά κατά μήκος τους δίσκους με επικάλυψη υγρού προϊόντος. Ο δείκτης "Temperature controller" τοποθετείται στην ένδειξη 10, ενώ ο δείκτης "Air flow control" αρχικά τοποθετείται στην ένδειξη 10 και έπειτα μειώνεται. Ενδεικτικά αναφέρεται πως με τις ανωτέρω παραμέτρους από δείγμα 100 ml λαμβάνεται προϊόν στις 6h .

Κατά την διάρκεια των πειραματικών δοκιμών οι ενδείξεις στο πάνελ της συσκευής λάμβαναν τους παρακάτω τιμές:

“Temperature controller”

Η ένδειξη παραμένει στην ύψιστη τιμή σε όλο το μέρος της ξήρανσης και αναφέρεται στην υψηλότερη παροχή θερμοκρασίας και διατήρησή της.

“Air flow control”

Αρχική ένδειξη 10. Με το πέρασμα του αρχικού σταδίου ξήρανσης και την απομάκρυνση του μεγαλύτερου ποσοστού υγρασίας επέρχεται η πρώτη μείωση του δείκτη στην ένδειξη 9. Έπειτα, στη κρίση του διαχειριστή επέρχεται ακόλουθη μείωση της τιμής, όχι μικρότερη από 7. Αναφέρεται στη ταχύτητα του αέρα που λαμβάνει τιμές από 0,3 έως 1,8m/s.



Εικόνα 9 Πάνελ ξηραντήρα Armfield

5. Συσκευασία

5.1. Γενικά

Η συσκευασία αποτελεί τον δίαυλο επικοινωνίας μεταξύ του καταναλωτή και του περιεχομένου σε αυτή προϊόντος. Είναι η πρώτη αισθητηριακή αλληλεπίδραση μεταξύ τους και κατ' επέκταση η εικόνα της εταιρίας πίσω από το προϊόν, η οποία μπορεί να έχει καθοριστικό ρόλο στην αποδοχή ή απόρριψη του. Η μορφή, το σχήμα, τα υλικά κατασκευής, οι πληροφορίες που αφορούν το προϊόν και η αισθητική της συσκευασίας γενικότερα είναι κάποια από τα στοιχεία που μπορούν να τραβήξουν το ενδιαφέρον του πιθανού αγοραστή δίνοντας της τον χαρακτηρισμό του "σιωπηρού πωλητή".

Από την πλευρά του τροφίμου όμως έχει πολύ περισσότερους ρόλους που ο μέσος καταναλωτής δεν είναι σε θέση και δεν είναι αναγκαίο να τους γνωρίζει και να τους κατανοεί πλήρως. Η συσκευασία ως έννοια μπορεί να έχει διάφορους ορισμούς και ερμηνείες ανάλογα με τον τρόπο που κάποιος θέλει να την προσεγγίσει. Ένας περιεκτικός ορισμός μας δίνεται από την νομοθεσία και συγκεκριμένα από τον νόμο 2932/2001 ο οποίος ορίζει ως συσκευασία:

"κάθε προϊόν, κατασκευασμένο από οποιοδήποτε είδος υλικού από πρώτες ύλες μέχρι επεξεργασμένα υλικά και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά με σκοπό την προστασία, διακίνηση, τη διάθεση και την παρουσίασή τους από τον παραγωγό μέχρι τον χρήστη ή τον καταναλωτή. Ως συσκευασίες θεωρούνται όλα τα είδη μίας ή πολλαπλής χρήσης που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό..."

Πίσω από την ευρύτερη έννοια της συσκευασίας βρίσκεται μια πληθώρα επιστημονικών κλάδων (χημεία, μικροβιολογία, μηχανική), γεγονός που εξηγείται από την πολυπλοκότητα του τροφίμου σαν σύστημα. Αυτή η πολυπλοκότητα έχει καθορίσει και τις λειτουργίες τις οποίες καλείται να εξυπηρετήσει ένα μέσο συσκευασίας όπως μια κονσέρβα, ένας γυάλινος περιέκτης, ένα αλουμινένιο κουτί ή ακόμη και μια μεμβράνη.

Μια από τις βασικότερες και απλούστερες λειτουργίες της συσκευασίας είναι η σωστή συγκράτηση του περιεχομένου της. Αυτή συνεπάγεται ότι (ανάλογα με την φύση του περιεχομένου) κατά τη μεταφορά και τη μεταχείριση δεν θα προκύψουν απώλειες σε αυτό. Κατ' επέκταση, χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους περιέκτες για το εκάστοτε τρόφιμο μας εξασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρξουν οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις εξαιτίας λάθος χειρισμών κατά την μεταφορά.

Πέρα όμως από την ασφαλή μεταχείριση, ένας ακόμη σημαντικός σκοπός της συσκευασίας είναι η προστασία του περιεχομένου προϊόντος από τις μηχανικές φθορές και τις δυσμενείς επιπτώσεις που μπορεί να έχει η αλληλεπίδραση του με το εξωτερικό περιβάλλον. Για την οποιαδήποτε μορφή τροφίμου που επιθυμούμε να προφυλάξουμε, υπάρχει και μια κατάλληλη συσκευασία ή σύνολο μέσων συσκευασίας τα οποία θα το

προστατεύσουν από τους φυσικούς, χημικούς και μικροβιολογικούς κίνδυνους, την ποιότητα του υποβάθμιση παρατείνοντας μάλιστα την διάρκεια ζωής του σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους συντήρησης αλλά και την πιθανή μηχανική του καταπόνηση από την βιομηχανία στο ράφι και από το ράφι στο τραπέζι του καταναλωτή. Επίσης, η συσκευασία δεν καλείται μόνο να προστατεύσει το περιεχόμενο από το εξωτερικό περιβάλλον αλλά και από τις δυσμενείς επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει η ίδια στο περιεχόμενο τρόφιμο και μετέπειτα ενδεχομένως στην υγεία του καταναλωτή.

Τέλος, στην συνύπαρξη του καταναλωτή με το τρόφιμο, αφού η συσκευασία έφερε εις πέρας την αποστολή του “πομπού ερεθισμάτων” που της είχε ανατεθεί από την παραγωγική εταιρία, έρχεται να ακούσει τις σύγχρονες ανάγκες του πρώτου. Σε μια εποχή που η ζωή έχει άλλους ρυθμούς συγκριτικά με το παρελθόν η συσκευασία καλείται με βοήθην την καινοτομία να προσαρμοστεί στον σύγχρονο παλμό. Στα ράφια των καταστημάτων σήμερα βλέπουμε ότι οι συσκευασίες έχουν αποκτήσει εργονομικές λειτουργίες και είναι κατασκευασμένες με υλικά που διευκολύνουν την γρήγορη και ασφαλή κατανάλωση του περιεχομένου όπως επίσης και στην μετέπειτα πιθανή επεξεργασία και αποθήκευση του. Ο περιέκτης πλέον δίνει απευθείας στο χέρι του καταναλωτή την ποσότητα τροφής που εκείνος επιθυμεί άμεσα, χωρίς πολλές φορές να είναι αναγκαία η απομάκρυνση του κατά την επεξεργασία της, όπως επίσης και λύσεις για την αποθήκευση και την συντήρηση της ως την επόμενη φορά που θα γίνει ξανά επιθυμητή.

Από τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι η έννοια της συσκευασίας είναι συνυφασμένη με το τρόφιμο καθώς σχετίζεται άμεσα με την ασφάλεια και την ποιότητα του. Με το πέρασμα του χρόνου και με σύμμαχο την τεχνολογία η συσκευασία ακούει τόσο τα προβλήματα του τροφίμου όσο και τις ανάγκες του καταναλωτή. Είναι σχεδόν βέβαιο πως αυτές οι δύο έννοιες κάποια χρονική στιγμή θα ταυτιστούν, πιθανώς καθιστώντας το τρόφιμο ως μέρος της συσκευασίας ή και το αντίστροφο.

5.2. Υλικά Συσκευασίας

5.2.1. Πολυμερή

Το πολυπροπυλένιο αποτελεί πολυμερές, δηλαδή ένα μακρομόριο. Ως μακρομόρια ορίζονται ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους αποτελούμενες από επαναλαμβανόμενες απλές μονάδες καλούμενες μονομερή μακρομόρια. Τα μονομερή μακρομόρια συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικό δεσμό.

Οι όροι “πολυμερές” και “πλαστικό” συχνά χρησιμοποιούνται δίχως διάκριση, συνήθως όμως εκφράζουν τη πρώτη ύλη για παρασκευή συσκευασίας και το τελικό προϊόν αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών ως πλαστική ύλη χαρακτηρίζεται μια μακρομοριακή ένωση η οποία παράγεται με πολυμερισμό, πολυσυμπύκνωση, πολυπροσθήκη ή οποιαδήποτε παρεμφερή διεργασία λαμβανόμενη από μόρια με μικρότερο μοριακό βάρος ή με χημική τροποποίηση φυσικών μακρομορίων. Τα πολυμερή αποτελούν περισσότερο επιστημονική ορολογία και ταξινομούνται ως φυσικά, ημισυνθετικά ή συνθετικά βάσει της προέλευσης αυτών. Η κατηγοριοποίηση των πολυμερών σε ομοπολυμερή και συμπολυμερή πραγματοποιείται με βάση το είδος του μονομερούς που τα συνθέτουν. Επεξηγώντας, τα ομοπολυμερή δομούνται από ένα είδος επαναλαμβανόμενης δομικής μονάδας, ενώ τα συμπολυμερή δομούνται από δύο – ή και περισσότερα – είδη επαναλαμβανόμενων δομικών μονάδων. Υπάρχει περαιτέρω διαχωρισμός των μακρομορίων ανάλογα το σχήμα και τη σύνδεση τους σε γραμμικά (linear), διακλαδισμένα (branched) και πολυμερή πλέγματος (cross-linked). Τέλος, τα πολυμερή μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση τη συμπεριφορά τους κατά τη διαδικασία της θέρμανσης σε θερμοπλαστικά, θερμοσκληρυνόμενα και ελαστομερή.

5.2.2. Πολυπροπυλένιο

Το πολυπροπυλένιο είναι ένα πολυμερές το οποίο παράγεται με πολυμερισμό προσθήκης του μονομερούς προπυλενίου, είναι τραχύ και ασυνήθιστα ανθεκτικό σε πολλά χημικά διαλυτικά, οξέα και βάσεις. Σαν υλικό είναι οικονομικό, και μπορεί να παρουσιάσει φαινόμενο διαφάνειας όταν είναι αχρωμάτιστο. Συχνότερα συναντάται ως αδιαφανείς ή χρωματιστό χρησιμοποιώντας χρώμα και έχει καλή αντοχή στην κόπωση. Η πυκνότητα που παρουσιάζει είναι $0,900 \text{ g/cm}^3$, ενώ η θερμοκρασία ευπλαστότητας του υλικού κυμαίνεται μεταξύ $140 - 150^\circ\text{C}$. Το πολυπροπυλένιο εμφανίζει μικρή διαπερατότητα στους υδρατμούς, ενώ παρουσιάζει μέτρια διαπερατότητα στα αέρια. Εναντίον των λιπών δείχνει πολύ καλό φραγμό.

Γενικότερα η εικόνα που παρουσιάζει το πολυμερές είναι καλή αναφορικά με την ανθεκτικότητά του, την αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και τα χημικά αντιδραστήρια.

5.2.2.1. Παραγωγή φιλμ

Μέσω του πολυπροπυλενίου μπορούν να παραχθούν μεμβράνες. Συνήθη παράγωγα φιλμ αποτελούν οι μεμβράνες προσανατολισμένου PP που αναφέρονται ως OPP (Oriented PolyPropylene) καθώς και οι μεμβράνες προσανατολισμού δύο κατευθύνσεων.

Οι μεμβράνες δυο κατευθύνσεων προσανατολισμένου πολυπροπυλενίου (BOPP- Bi axially oriented polypropylene) παράγονται μέσω σωληνοειδούς διεργασίας, όπου μια παραγόμενη κυλινδρική φούσκα διογκώνεται με διαδικασία της εμφύσησης, ή μέσω διαδικασίας πλαισίου δοκιμής κατά τη διάρκεια του οποίου ένα παχύ εξωθημένο φύλλο θερμαίνεται στη θερμοκρασία ευπλαστότητας και έπειτα μηχανικά τεντώνεται κατά 300 με 400%. Ο προσανατολισμός αναφέρεται στη διευθέτηση των μακρομορίων του πολυμερούς προς συγκεκριμένη κατεύθυνση ή κατευθύνσεις από την αρχική τυχαία διάταξη. Κατά τη διαδικασία της μορφοποίησης του πλαστικού, το πολυμερές πρέπει να βρίσκεται εντός του εύρους των θερμοκρασιών που παρουσιάζει μαλακή υφή. Μετά το πέρας της διεργασίας, όταν το πολυμερές ψυχθεί, τα μακρομόρια παραμένουν στη νέα επιμηκυμένη διάταξη.

Το παραγόμενο προϊόν είναι ένα λείο, διαφανές φιλμ.

Ο προσανατολισμός δυο κατευθύνσεων έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη σκληρότητα, διαύγεια και τη βελτιωμένη αντίσταση ενάντια των λιπών. Βελτιωμένες ιδιότητες φραγμού παρουσιάζονται επίσης κατά των υδρατμών και του οξυγόνου.

Η πιο κοινή επιφανειακή μορφοποίηση των BOPP μεμβρανών είναι η μεταχείριση Corona. Η μεταχείριση αυτή συστήνει πολικές λειτουργικές ομάδες όπως υδροξύλια, καρβονύλια και καρβοξυλικές ομάδες, στην επιφάνεια των μεμβρανών σε ατμοσφαιρική πίεση. Η παρουσία αυτών αυξάνει την ελεύθερη ενέργεια στην επιφάνεια της μεμβράνης και παρουσιάζει γενικότερα μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Πρόσφατη προσθήκη στη διαδικασία αυτή αποτελεί και ο ατμός ακρυλικού οξέος όπου βελτιστοποιεί τις επιθυμητές ιδιότητες.

Οι μεμβράνες BOPP βρίσκουν ευρεία χρήση στη συσκευασία τροφίμων και αντικαθιστούν το σελοφάν σε συσκευασίες σνακ εξαιτίας επιθυμητών χαρακτηριστικών και χαμηλού κόστους (Fortilene Polypropylene Properties, Processing, and Design Manual, 1981; Goddard, 1993).

Η θερμοσυγκόλληση των ανωτέρω μεμβρανών γενικά αποτελεί ένα παράγοντα δυσκολίας, που όμως συναντά λύση στη διαδικασία ξηρής φυλλοποίησης. Κατά τη ξηρή φυλλοποίηση οι μεμβράνες επικαλύπτονται με αρμοστή συγκολλητική ουσία και αφήνονται σε ρεύμα θερμού αέρα 60-80°C πριν τη συγκόλληση.

5.2.3. Πολυστρωματικοί συνδυασμοί εύκαμπτων υλικών συσκευασίας - Laminates

Με τον όρο laminate εννοούμε κάθε πολυστρωματικό συνδυασμό εύκαμπτων υλικών συσκευασίας, με το εκάστοτε στρώμα να υπερβαίνει το πάχος των 6 μm. Εύκαμπτα υλικά μπορούν να οριστούν οι πλαστικές μεμβράνες, το χαρτί, η αναγεννημένη κυτταρίνη και τα λεπτά φύλλα μετάλλων. Τα ανωτέρω ξεχωριστά εμφανίζουν συγκεκριμένες ιδιότητες αναφορικά με στοιχεία διαπερατότητας έναντι σε οξυγόνου και υδρατμούς, μηχανική αντοχή, ύπαρξη πόρων στην επιφάνεια, αντοχή εξαρτώμενη με ακραίες θερμοκρασίες κλπ.

Εάν λοιπόν τα ανωτέρω συνδυαστούν μεταξύ τους, καταλαβαίνει κανείς πως οι συνδυασμένες ικανότητες θα είναι καλύτερες από αυτές που εμφανίζουν ξεχωριστά.

Στην αγορά μπορεί κάποιος να συναντήσει συνδυασμό μέχρι και οχτώ διαφορετικών εύκαμπτων υλικών.

Τα laminates μπορούν να συσκευάζουν μεγάλη γκάμα προϊόντων τροφίμων όπως αφυδατωμένα τρόφιμα, στερεά υψηλής υγρασίας και υγρά τρόφιμα. Για την επιλογή του πιο κατάλληλου συνδυασμού εύκαμπτων υλικών συσκευασίας προς κατασκευή laminate πρέπει κάποιος να λάβει υπόψη:

- τις ιδιότητες του προς συσκευασία τροφίμου
- τις ιδιότητες των μεμονωμένων εύκαμπτων υλικών
- τον επιδιωκόμενο σκοπό όπως π.χ. προσδιορισμός χρόνου συντήρησης τροφίμου

5.2.3.1. Μέθοδοι κατασκευής των laminates

Οι διεργασίες παρασκευής ενός laminate είναι οι ακόλουθες μπορούν να είναι το λαμινάρισμα, η επίχριση με εξώθηση, η συνεχώθηση και η επιμετάλλωση υπό κενό.

I. Λαμινάρισμα

Το λαμινάρισμα ή lamination αποτελεί διεργασία που προκύπτει με στενή επαφή δύο φύλλων και τη βοήθεια κυλίνδρων. Ένα από τα δύο υλικά επαλείφεται σε όλη την έκταση, μιας εκ των επιφανειών του, με κόλλα. Η διεργασία αυτή χωρίζεται στην υγρή και τη ξηρή συγκόλληση.

Η υγρή συγκόλληση πραγματοποιείται με χρήση κολλών που έχουν ως βάση το νερό ή οργανικούς διαλύτες. Τα φύλλα έρχονται σε επαφή αμέσως μετά την εφαρμογή της κόλλας. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί το ένα από τα δύο φύλλα να είναι διαπερατό στο νερό ή τον διαλύτη που χρησιμοποιείται. Το ανωτέρω περιορίζει τη χρήση της μεθόδου και τη καθιστά απαγορευτική για τις πλαστικές μεμβράνες.

Η ξηρή συγκόλληση βρίσκει περισσότερες εφαρμογές. Έπειτα την επάλειψη κόλλας στη μια εκ των επιφανειών του ενός φύλλου, ακολουθεί ξήρανση για την απομάκρυνση του διαλύτη. Έπειτα, τα δυο φύλλα συμπιέζονται ανάμεσα σε κυλίνδρους, συνήθως θερμαινόμενους.

Μια ιδιαίτερη περίπτωση λαμινάρισματος αποτελεί αυτή που επέρχεται με θέρμανση όπου ένας από τους κυλίνδρους συμπίεσης θερμαίνεται και έτσι συγκολλούνται τα θερμοπλαστικά φύλλα. Επιπλέον, υπάρχει και η διεργασία του λαμινάρισματος με εξώθηση. Κατά τη διαδικασία αυτή πραγματοποιείται συνεχής εξώθηση ενός θερμοπλαστικού πολυμερούς ανάμεσα στα δυο φύλλα τη στιγμή που έρχονται σε επαφή.

II. Επίχριση με εξώθηση

Η διεργασία αυτή πραγματοποιείται ως εξής: Το προς επίστρωση φύλλο καθώς κινείται με οριζόντια φορά, διέρχεται κάτω από μια σχισμή ενός εξωθητή εκ του οποίου εξέρχεται, σε ρευστή κατάσταση, το υλικό επίχρισης. Εάν πορώδη υλικά επικαλυφθούν με εξώθηση με ένα θερμοπλαστικό πολυμερές, τότε παρατηρείται εισδοχή του πολυμερούς ανάμεσα στις ίνες του πορώδη υλικού και έτσι επιτυγχάνεται συγκόλληση δίχως απαίτηση κατεργασίας των επιφανειών.

III. Συνεξώθηση

Κατά τη διεργασία αυτή πάνω από δύο εξωθητές τροφοδοτούν, με διαφορετικό υλικό ο καθένας, την ίδια σχισμή. Οι συνεξωθημένες μεμβράνες εμφανίζουν μικρότερη τάση αποκόλλησης και χαμηλότερο κόστος.

IV. Επιμετάλλωση υπό κενό

Πρόκειται για διεργασία που το προκύπτον laminate εμφανίζει μικρή διαπερατότητα σε αέρια και υδρατμούς, καθώς επίσης αποτελεί και πολύ καλό φραγμό έναντι του φωτός. Σε προ επεξεργασμένη επιφάνεια πλαστικής μεμβράνης ή χαρτιού εναποτίθεται ένα εξαιρετικά λεπτό στρώμα μετάλλου πάχους μεταξύ 8-50 nm. Απαιτούμενη συνθήκη αποτελεί το υψηλό κενό που σε συνδυασμό με τη θέρμανση του μετάλλου σε θερμοκρασίες 1500 – 1800° C αυτό εξατμίζεται και εναποτίθεται στην επιφάνεια της μεμβράνης. Αυτή ύστερα περιτυλίσσεται γύρω από ψυχόμενο κύλινδρο. Οι συνθήκες υψηλού κενού χρησιμοποιούνται έτσι ώστε τα μόρια του μετάλλου να φτάσουν εύκολα στη μεμβράνη δίχως παρεμπόδιση του αέρα. Με το τρόπο αυτό αποφεύγεται η οξειδωση του μετάλλου που εξατμίζεται.

Γενικά η επιμετάλλωση των πλαστικών με ένα στρώμα αλουμινίου – που αποτελεί το συνηθέστερο μέταλλο- πάχους περί των 50 nm επιφέρει 95-99% μείωση στη διαπερατότητα των πλαστικών στο οξυγόνο και τους υδρατμούς.

Για το σκοπό συσκευασίας του προς ανάπτυξη προϊόντος σνακ χρησιμοποιήθηκε φιλμ πολυπροπυλενίου όπου υπέστη επιμετάλλωση αλουμινίου υπό κενό.

5.3. MAP

Οι συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας ή MAP (Modified Atmosphere Packaging) αναφέρονται σε μέθοδο κατά την οποία το συσκευαζόμενο τρόφιμο βρίσκεται σε αέριο περιβάλλον διαφορετικής σύστασης από εκείνη του ατμοσφαιρικού αέρα. Η κανονική σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι: Άζωτο: 78.08% (v/v), οξυγόνο 20.95% (v/v), αργό 0,93% (v/v) και διοξείδιο του άνθρακα 0.03%, μαζί με ποικίλες συγκεντρώσεις υγρασίας και ίχνη από άλλα εννέα αέρια. Έχει δειχτεί πως η μείωση της σύστασης του οξυγόνου με ταυτόχρονη αύξηση συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα και του αζώτου αυξάνουν σημαντικά τη διάρκεια ζωής ενός τροφίμου.

Σκοπός της μεθόδου αυτής αποτελεί η επιβράδυνση της ποιοτικής υποβάθμισης – μέσω χημικών αντιδράσεων- και των αλλοιούντων μικροοργανισμών. Έτσι, μέσω της τροποποίησης της ατμόσφαιρας, επιτυγχάνεται παρεμπόδιση της αλλοίωσης, διατήρηση της ποιότητας και παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Η παράταση του χρόνου ζωής τροφίμων που χρησιμοποιούν MAP, η οποία μπορεί να κυμανθεί από 50 έως 400% (Davies, quoted in Gould 1995) εξαρτώμενη από το προϊόν, σημαίνει πως το προϊόν μπορεί να διακινηθεί και διαμοιραστεί σε πολύ μακρύτερες αποστάσεις και σε μεγαλύτερες ποσότητες. Πρέπει να σημειωθεί πως η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα δεν βελτιώνει την ποιότητα των τροφίμων, τα οποία έχουν χαμηλή ποιότητα πριν τη συσκευασία. Κατά συνέπεια το συσκευασμένο προϊόν θα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας πριν τη συσκευασία του προκειμένου να αξιοποιηθούν τα οφέλη από την εφαρμογή της συσκευασίας.

Η διεργασία της τροποποίησης της ατμόσφαιρας του συσκευασμένου προϊόντος έχει ως κάτωθι: Αρχικά, αφαιρείται ο αέρας που συμπεριέχεται στη συσκευασία και εν συνεχεία αντικαθίσταται από ένα αέριο ή μίγμα αερίων το οποίο ποικίλλει ανάλογα με το είδος του τροφίμου.

Η σύσταση της νέας ατμόσφαιρας έπειτα της τροποποίησης υπόκειται σε συνεχής μεταβολές λόγω

- αναπνοής τροφίμων (νωπά φρούτα, λαχανικά και κρέατα)
- διάλυσης αερίων στο τρόφιμο
- διαφόρων αντιδράσεων που συμβαίνουν στο τρόφιμο
- ανάπτυξης μικροοργανισμών
- διαπερατότητας αερίων από τα τοιχώματα της συσκευασίας

Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών στο Παράρτημα 4 του Άρθρου 11 αναφέρει:

“Για τα τρόφιμα των οποίων η διάρκεια συντήρησης παρατάθηκε με τη χρήση εγκεκριμένων αερίων συσκευασίας, η επισήμανση επί της συσκευασίας πρέπει να περιλαμβάνει την ένδειξη: "σε προστατευτική ατμόσφαιρα" ”

Ο όρος αυτός εμφανίζεται ίσως πιο αποδεκτός από τους καταναλωτές έναντι του όρου “τροποποιημένη ατμόσφαιρα”.

Οι συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας αποτελούνται από τις συσκευασίες υπό κενό (vacuum packaging) και τις συσκευασίες με αέρια (gas packaging) όπου αποτελούν και την επιλεγμένη μέθοδο συσκευασίας για το παραγόμενο προϊόν fruit leather.

5.3.1. Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Η επιθυμητή σύσταση αερίων μέσα σε μια συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας επιτυγχάνεται με αντικατάσταση του ατμοσφαιρικού αέρα με μείγμα αερίων με μηχανικό τρόπο. Πραγματοποιείται είτε με διαβίβαση αερίου, είτε με εφαρμογή κενού και αντιστάθμισή του από αέριο. Η αναλογία ποσότητας του αερίου έναντι της ποσότητας του τροφίμου (filling ratio) εμφανίζει ιδιαίτερη σημασία και στις δύο περιπτώσεις και συνήθως είναι 1/1, 2/1 και 3/1 cm³ αερίου προς g τροφίμου.

5.3.2. Διαβίβαση αερίου

Αυτή η διαδικασία βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε μηχανές εν σειρά μορφοποίησης-γεμίσματος-σφραγίσματος. Ο περιεχόμενος στη συσκευασία ατμοσφαιρικός αέρας αντικαθίσταται από διαβιβαζόμενο ρεύμα συνεχούς αερίου με επιθυμητή σύσταση. Όταν επέλθει αντικατάσταση, η συσκευασία σφραγίζεται. Η συγκέντρωση του οξυγόνου που απομένει μετά το πέρας της διεργασίας κυμαίνεται από 2 έως 5%.

Η συνεχή διεργασία καθιστά τη μέθοδο αυτή ως ταχεία, όμως μη κατάλληλη για τη συσκευασία τροφίμων πολύ ευαίσθητων στο οξυγόνο.

Για την απομάκρυνση του αέρα από ένα προσχηματισμένο περιέκτη εφαρμόζεται αρχικά κενό και εν συνεχεία προστίθεται το αέριο επιθυμητής σύστασης. Τα μηχανήματα που πραγματοποιείται η διεργασία αυτή είναι τύπου θαλάμου ή “καμπάνας”.

Λόγω πραγματοποίησης της μεθόδου σε δύο στάδια, η διαδικασία είναι μικρότερης ταχύτητας, όμως η συγκέντρωση του εναπομείναντος οξυγόνου είναι μικρότερη έναντι εκείνης με τη διαδικασία διαβίβασης αερίου.

5.3.3. Χρησιμοποιούμενα αέρια

Τα τρία πιο κοινά αέρια που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι

- [E 948] Οξυγόνο (O₂)
- [E 290] Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και
- [E 941] Άζωτο (N₂),

σε διάφορους συνδυασμούς και ποσοστιαίες αναλογίες. Η επιλογή του αερίου εξαρτάται απόλυτα από το τρόφιμο που πρόκειται να συσκευαστεί. Τα αέρια χρησιμοποιούνται μόνα τους ή σε συνδυασμό, με στόχο να επιτυγχάνεται μια ασφαλής παράταση ζωής, παράλληλα με τη διατήρηση των απαιτούμενων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων.

Σε σπάνιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ορισμένα ευγενή αέρια όπως:

- [E 938] Αργό (Ar)
- [E 939] Ήλιο (He)

καθώς επίσης και άλλα, τα οποία βρίσκουν περιορισμένη εφαρμογή στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας ορισμένων προϊόντων, όπως στα σνακ με πατατάκια ή στον καφέ, παρόλο που η βιβλιογραφία περί των ιδιοτήτων και των εφαρμογών τους είναι περιορισμένη. Αναφέρεται επίσης πειραματική χρήση μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και διοξειδίου του θείου (SO₂). Η χρήση όμως του μονοξειδίου του άνθρακα απαγορεύεται στην Ευρώπη, λόγω της τοξικότητας που εμφανίζει.

I. Διοξείδιο του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι ένα άχρωμο αέριο, το οποίο εμφανίζει μια ελαφριά πικάντικη οσμή σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Είναι ελαφρώς διαβρωτικό παρουσία υγρασίας. Αποτελεί το σημαντικότερο αέριο στη MAP λόγω της αντιμικροβιακής του δράσης.

Επίσης, η διάλυση του στο νερό πραγματοποιείται εύκολα (1,57gkg⁻¹ σε 100kPa, 20 C) και διασπάται σε ανθρακικό οξύ (H₂CO₃), το οποίο αυξάνει την οξύτητα του διαλύματος και μειώνει το pH του διαλύματος. Το αέριο αυτό είναι επίσης διαλυτό στα λίπη και σε άλλες οργανικές ενώσεις (Mullan and McDowell, 2003). Η διαλυτότητα του CO₂ αυξάνεται όσο μειώνεται η θερμοκρασία. Για το λόγο αυτό, η αντιμικροβιακή του δραστηριότητα είναι πολύ πιο έντονη σε θερμοκρασίες κάτω των 10° C, από ότι είναι στους 15°C ή υψηλότερα. Η ιδιότητα αυτή έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργικότητα της συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας των διάφορων τροφίμων. Η μεγάλη διαλυτότητα του CO₂ έχει επίσης σαν αποτέλεσμα την κατάρρευση της συσκευασίας, λόγω της μείωσης του όγκου του αερίου στο εσωτερικό του περιέκτη (Μπλούκας, 2004). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται “κατάρρευση προς τα μέσα” ή “χαλαρό κενό” και προς αποφυγή του φαινομένου αυτού προστίθεται ποσότητα αζώτου στο περιβάλλον τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

Το διοξείδιο του άνθρακα όπως αναφέρθηκε, φέρει αντιμικροβιακή δράση και σε συγκεντρώσεις άνω του 5% (v/v) αναστέλλει την ανάπτυξη των περισσότερων βακτηρίων, ιδιαίτερα των ψυχρότροφων και των μυκήτων. Ευάλωτα στο CO₂ εμφανίζονται να είναι είδη των γενών *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Micrococcus* και *Bacillus* καθώς και οι ευρωτομύκητες όπου είναι υποχρεωτικά αερόβιοι.

II. Οξυγόνο

Το οξυγόνο είναι ένα άοσμο αέριο, το οποίο είναι πολύ ενεργό και υποστηρίζει την καύση. Έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό (0,040 gkg⁻¹ σε 100 kPa, 20°C). Το οξυγόνο αποτελεί το βασικό αέριο που επηρεάζει και προάγει διάφορους τύπους αντιδράσεων υποβάθμισης των τροφίμων, που συμπεριλαμβάνουν την ανάπτυξη των αερόβιων βακτηρίων και μυκήτων, το ρυθμό των βιοχημικών αντιδράσεων στους φυτικούς ιστούς μετά τη συγκομιδή τους, τη δράση ορισμένων ενζύμων, τις αντιδράσεις αμαύρωσης, την οξείδωση των λιπών και άλλων ευαίσθητων συστατικών των τροφίμων, όπως βιταμινών, χρωστικών και αρωματικών ουσιών. Έχοντας τα ανωτέρω υπόψη μπορεί κανείς να κατανοήσει πως στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας το οξυγόνο, ανάλογα με τη φύση του τροφίμου, είτε αποκλείεται από τη σύνθεση των αερίων είτε περιλαμβάνεται σε αυτή σε ορισμένη συγκέντρωση (Mullan and McDowell, 2003).

Γενικά, η συγκέντρωση υπολειμματικού οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας θα πρέπει να είναι χαμηλή, προκειμένου να αυξηθεί η διάρκεια ζωής του τροφίμου. Σε ορισμένα είδη τροφίμων όμως, μια χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ασφάλειας και ποιότητας.

Για παράδειγμα, στο νωπό κρέας το οξυγόνο διατηρεί την κύρια χρωστική, τη μυοσφαιρίνη, στην οξυγονωμένη της μορφή (οξυμυοσφαιρίνη), η οποία προσδίδει σε

αυτό λαμπερό κόκκινο χρώμα. Στα αλιεύματα, η παρουσία οξυγόνου εμποδίζει την ανάπτυξη των αναερόβιων παθογόνων βακτηρίων, στα οποία ανήκει το *Clostridium botulinum*, το οποίο είναι το πλέον επικίνδυνο. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις, σε τρόφιμα υψηλής λιποπεριεκτικότητας, όπως ορισμένα είδη ψαριών, μπέικον κ.ά. συμβάλλει στο τάγγισμα του λίπους. Τέλος, στα φρούτα και τα λαχανικά η συγκέντρωση οξυγόνου πρέπει να διατηρείται πάνω από μια οριακή συγκέντρωση, ώστε να αποτρέπεται η αναερόβια αναπνοή, η οποία οδηγεί στη γρήγορη αλλοίωσή τους. Αυτές οι μεταβολές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της κατάλληλης συγκέντρωσης αερίων για ένα συσκευασμένο τρόφιμο (Μπλούκας, 2004).

III. Άζωτο

Το άζωτο (N₂) είναι ένα σχετικά μη ενεργό, ή αλλιώς αδρανές, αέριο χωρίς οσμή, γεύση και χρώμα. Έχει μικρότερη πυκνότητα από τον αέρα, δεν είναι εύφλεκτο και έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό (0,018gkg⁻¹, 100kPa, 20°C) και σε άλλα συστατικά των τροφίμων. Ευρεία χρήση βρίσκει στη MAP ως διαλύτης άλλων αερίων αλλά και ως αέριο συμπλήρωσης (filler gas). Η χαμηλή διαλυτότητα του αζώτου στα τρόφιμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποφυγή της κατάρρευσης της συσκευασίας σε τρόφιμα που περιέχουν μεγάλο ποσοστό υγρασίας και λίπους. Ο κίνδυνος κατάρρευσης υπάρχει, όταν το διοξείδιο του άνθρακα διαλυτοποιείται στο τρόφιμο, ή το οξυγόνο καταναλώνεται από το τρόφιμο ή από τους μικροοργανισμούς.

Η παρουσία του αζώτου εξισορροπεί την πίεση στο εσωτερικό της συσκευασίας και αποτρέπει τη συρρίκνωση της συσκευασίας, διατηρώντας σταθερό τον όγκο του (Mullan and McDowell, 2003).

IV. Μονοξείδιο του άνθρακα

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι ένα άχρωμο, άγευστο και άοσμο αέριο, το οποίο είναι πολύ δραστικό, τοξικό και εύφλεκτο. Έχει πολύ μικρή διαλυτότητα στο νερό, όμως μεγάλη διαλυτότητα στους οργανικούς διαλύτες. Το μονοξείδιο του άνθρακα έχει μελετηθεί στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας των κρεατικών διότι παρουσιάζει την ιδιότητα επιβράδυνσης σχηματισμού της μεταμυοσφαιρίνης όπου εμφανίζει καστανό χρωματισμό στο τρόφιμο καθώς της οξειδωτικής τάγγισης των λιπών. Η χρήση του στις ΗΠΑ επιτρέπεται και για την αποφυγή της αμαύρωσης στο συσκευασμένο λάχανο (Fletcher, 2003). Η εμπορική του εφαρμογή είναι περιορισμένη λόγω της τοξικότητάς του και της ικανότητάς του να σχηματίζει εκρηκτικά μίγματα με τον αέρα. Για το λόγο αυτό επιτρέπεται η χρήση του σε ποσοστά κάτω του 0.5%.

V. Διοξείδιο του θείου

Το διοξείδιο του θείου SO₂ είναι αέριο με οσμή «καιόμενου θείου». Παρουσιάζει αντιμικροβιακές ιδιότητες και εμφανίζει αποτελεσματικότητα περισσότερο έναντι των ζυμών και μυκήτων και λιγότερο έναντι των βακτηρίων. Επίσης, χρησιμοποιείται ως αντιοξειδωτικό στα τρόφιμα και ως αναστολέας στο φαινόμενο της αμαύρωσης (ενζυματικής και μη ενζυματικής).

VI. Αδρανή αέρια

Τα αδρανή αέρια είναι μια οικογένεια στοιχείων, τα οποία χαρακτηρίζονται από την έλλειψη της αντιδραστικότητας και περιλαμβάνει το ήλιο (He), το αργό (Ar), το ξένο (Xe)

και το νέον (Ne). Σε αρκετές εφαρμογές MAP το άζωτο έχει αντικατασταθεί από το αργό. Τα αέρια αυτά χρησιμοποιούνται σε ικανό αριθμό εφαρμογών, όπως σε σνακ προϊόντων με βάση την πατάτα, αλλαντικά, ξηροί καρποί, φρέσκα μακαρόνια κ.α. Από επιστημονική άποψη, είναι δύσκολο να δει κανείς, πώς η χρήση των αδρανών αερίων θα μπορούσε να προσφέρει κάποια πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το άζωτο, ωστόσο τα αέρια αυτά χρησιμοποιούνται.

VII. Μίγματα αερίων

Κάθε τρόφιμο είναι διαφορετικό. Έτσι, είναι διαφορετική η κατάλληλη σύσταση αερίων, η οποία επιτυγχάνει την αύξηση της διατηρησιμότητας του κάθε τροφίμου και του χρόνου ζωής. Πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός τροφίμου και να γίνεται ειδική μελέτη για τους πιθανούς μηχανισμούς αλλοίωσής του. Για περιπτώσεις αλλοίωσης μικροβιακής προελεύσεως, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να είναι όσο το δυνατό υψηλότερη λαμβάνοντας κατά νου τις υποκείμενες επιπτώσεις, όπως η κατάρρευση της συσκευασίας. Τυπικές συστάσεις αποτελούν 30-60% CO₂ και 40-70% N₂.

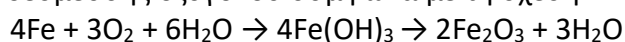
Αν πρόκειται για τρόφιμα ευαίσθητα στο οξυγόνο και περιπτώσεις αλλοίωσης οξειδωτικής τάγγισης συνήθως υπάρχει αποκλειστική χρήση αζώτου ως αερίου πλήρωσης της συσκευασίας.

5.4. Φακελάκι απορρόφησης οξυγόνου

Είναι γνωστό πως το φαινόμενο της οξειδωσης παρεμποδίζεται με τη δέσμευση του οξυγόνου, κάτι που αποτελεί αρχή της καινοτομίας ασκών απορρόφησης οξυγόνου.

Στη ξένη βιβλιογραφία αναφέρεται ως oxygen scavenger ή oxygen absorber και πρόκειται για φακελάκι πλαστικού υλικού που περιέχει καταλλήλως επεξεργασμένη σκόνη σιδήρου καθώς και χλωριούχο νάτριο. Το φακελάκι τοποθετείται στην εκάστοτε συσκευασία τροφίμου πριν τη σφράγιση της και εν συνεχεία δεσμεύει το οξυγόνο που υπάρχει διαθέσιμο εντός της. Με το τρόπο αυτό η κατανομή αερίων εντός του συσκευασμένου προϊόντος τροποποιείται, με το άζωτο να βρίσκει τη πλειονότητα της νέας κατανομής.

Η βασική μετατροπή που λαμβάνει χώρα, είναι αυτή του σιδήρου σε τριοξείδιο σιδήρου, έπειτα της δέσμευσης οξυγόνου σύμφωνα με τη σχέση:



όπου η παροχή υγρασίας οφείλεται στο προϊόν.

Διάφοροι τύποι φακέλων απορρόφησης οξυγόνου υπάρχουν διαθέσιμοι στην αγορά σύμφωνα με τις συνθήκες της φύσης του συσκευασμένου τροφίμου όπου υποστηρίζουν δέσμευση οξυγόνου 99,9%. Βρίσκουν χρήση σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και ενεργότητες ύδατος.

Πλεονεκτήματα χρήσης των φακέλων δέσμευσης οξυγόνου αποτελούν:

- η συνεισφορά στην επέκταση ζωής (shelf life) του προϊόντος
- η ευκολία της χρήσης αυτών
- η εξοικονόμηση χρημάτων, διότι δεν απαιτείται ακριβός εξοπλισμός

Πρέπει να σημειωθεί πως η χρήση των φακέλων δεν αλλοιώνει τη σύσταση, τη γεύση, την όψη ή την υφή του προϊόντος.

Συγκεκριμένα για αφυδατωμένα φρούτα και λαχανικά, αναφέρεται πως σε θερμοκρασία 25°C απαιτούνται 3 με 4 ημέρες για την απομάκρυνση του περιεχόμενου στη συσκευασία οξυγόνου, ενώ η επιλογή του κατάλληλου φακέλου δέσμευσης οξυγόνου γίνεται με βάση το περιεχόμενο οξυγόνο στην εκάστοτε συσκευασία σε ml, όπου δίνεται από τη σχέση: Οξυγόνο στον περιέκτη (ml) = [Όγκος αέρα περιέκτη (ml) – βάρος προϊόντος (g)/ειδικό βάρος]x0,21.



Εικόνα 10 φάκελοι απορρόφησης οξυγόνου της εταιρίας Mitsubishi Gas Chemical INC

Οι συνθήκες αποθήκευσης των φακέλων είναι οι κάτωθι. Οι φάκελοι δε πρέπει να εκτίθενται σε φως και η αποθήκευση αυτών πρέπει να γίνεται σε περιβάλλον θερμοκρασίας μέχρι 30°C.

Οι φάκελοι δέσμευσης οξυγόνου βρίσκουν ευρεία χρήση στην Ιαπωνία, κυρίως σε συσκευασίες σνακ, ενώ τα τελευταία χρόνια συναντώνται και στην Αμερικανική αγορά.



Εικόνα 10 Συσκευασίες τροφίμων που χρησιμοποιούν φακέλους δέσμευσης οξυγόνου με την εμπορική ονομασία "Ageless"

5.5. Σύνθεση Συσκευασίας

Ο τρόπος συσκευασίας που προτείνεται για τα προϊόντα της παρούσας εργασίας αποτελείται από laminate πολυπροπυλενίου (OPP) επιμεταλλωμένο με φύλλο αλουμινίου, το οποίο είναι και η κύρια συσκευασία εντός της οποίας δημιουργείται τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) ή τοποθετείται ένας φάκελος δέσμευσης οξυγόνου. Μέρος της συσκευασίας αποτελούν επίσης τεμάχια αντικολλητικού χαρτιού διαστάσεων 5 cm επί 11 cm.

Αρχικά, τα τεμάχια του προϊόντος διαστάσεων 4 cm επί 10 cm τοποθετούνται περίπου στο κέντρο των τεμαχίων αντικολλητικού χαρτιού. Στην συνέχεια δημιουργείται μια στοίβα από 4 τεμάχια προϊόντος με την αντικολλητική επίστρωση να παρεμβάλλεται μεταξύ τους και τοποθετείται στην εκτεθειμένη πλευρά της στοίβας ένα επιπλέον κομμάτι χαρτιού ούτως ώστε το προϊόν να μην κολλήσει στην κυρίως συσκευασία.

Η κυρίως συσκευασία πριν μπει το προϊόν εντός της έχει την μορφή επιμήκους εύκαμπτου σωλήνα. Αρχικά, το κάτω μέρος του υλικού συσκευασίας κόβεται και κλίνει μέσω θερμοσυγκόλλησης. Έπειτα τοποθετείται εντός του ένας φάκελος δέσμευσης οξυγόνου και κατόπιν η συστάδα με τα τεμάχια.

Εναλλακτικά, τοποθετείται στην συσκευασία το προϊόν και παράλληλα πραγματοποιείται MAP με άζωτο (N_2) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) στις επιθυμητές αναλογίες και ταυτόχρονα θερμοσυγκολλάται το ανοικτό άκρο.

Η ολοκληρωμένη συσκευασία θα έχει ορθογώνιο σχήμα με κατά προσέγγιση διαστάσεις 12 cm μήκος επί 6 cm πλάτος και πάχος 1 με 1,5 cm.

6. Αποθήκευση και ασφάλεια τελικού προϊόντος

6.1. Αποθήκευση

Το διάστημα που μεσολαβεί από τη παραγωγή του τελικού προϊόντος έως και τη κατανάλωση μπορεί να οριστεί ως περίοδος αποθήκευσης. Κατά τη περίοδο αυτή ενδέχεται να υπάρξουν φυσικοχημικές μεταβολές εντός της συσκευασίας που επηρεάζουν το fruit leather.

Ο κυριότερος παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης. Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C) έχει μελετηθεί διπλάσια επιδείνωση από αυτή που βρίσκεται σε θερμοκρασία 0°C.

Εξίσου σημαντική παράμετρο αποτελεί και η τιμή της ενεργότητας ύδατος εντός της συσκευασίας, καθώς και η περιβάλλουσα υγρασία. Η επιλογή laminate κατασκευασμένο από film PP και αλουμίνιο φέρει υψηλό φραγμό έναντι της υγρασίας. Με γνώμονα τα ανωτέρω, ενδείκνυται αποθήκευση της συσκευασίας σε μέρος ξηρό και σκιερό.

6.2. Ασφάλεια και σταθερότητα προϊόντος

Το παραγόμενο προϊόν fruit leather εμφανίζει βιβλιογραφικά ενεργότητα ύδατος 0,52-0,65 κάτι το οποίο το καθιστά ως σταθερό προϊόν.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως τα περισσότερα αλλοιογόνα βακτήρια δεν αναπτύσσονται σε τιμές ενεργότητας νερού μικρότερες του 0,91, ενώ το παθογόνο βακτήριο *Staphylococcus Aureus* δεν συναντάται σε τιμές μικρότερες του 0,86.

Παρακάτω ακολουθεί ενδεικτικός πίνακας αναφοράς σε αλλοιογόνους μικροοργανισμούς και οι ελάχιστες τιμές a_w που απαιτούνται για την ανάπτυξη αυτών.

Μικροοργανισμοί	Ελάχιστα απαιτούμενη a_w
Πλειοψηφία αλλοιογόνων βακτηρίων	0,90
Πλειοψηφία αλλοιογόνων ζυμών	0,88
Πλειοψηφία αλλοιογόνων μυκήτων	0,80
Αλόφιλα βακτήρια	0,75
Ξηρόφιλοι μύκητες	0,61
Οσμόφιλες ζύμες	0,61

Η έκθεση του fruit leather στον περιβάλλοντα αέρα φέρει το προϊόν σε ισορροπία με αυτόν και έτσι παρατηρείται αύξηση στην υγρασία του. Για την αποφυγή αυτού το fruit leather συσκευάζεται ασηπτικά σε συνθήκες “τροποποιημένης ατμόσφαιρας”. Έτσι, το προϊόν δεν έρχεται σε επαφή με ποσότητες οξυγόνου έως ότου ανοιχτεί η συσκευασία και αυτό καταναλωθεί. Το βήμα αυτό προτρέπει επίσης την εμφάνιση αερόβιων μικροοργανισμών.

Τέλος, η ίδια η φύση του υλικού συσκευασίας αποτρέπει την εισχώρηση ατμοσφαιρικού αέρα ή υγρασίας εντός της, καθώς το επιλεγμένο υλικό εμφανίζει χαμηλή διαπερατότητα έναντι αυτών.

Τα ανωτέρω αποτελούν τεχνική πολλαπλών εμποδίων έναντι της ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών και συμβάλλουν σε καλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος περί των έξι μηνών, δίχως τη προσθήκη λοιπών συντηρητικών.

7. Τελικό Προϊόν

7.1. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τελικού προϊόντος

Κατά την ολοκλήρωση της παρασκευής τους, τα fruit leather παρουσιάζουν τα παρακάτω οργανοληπτικά χαρακτηριστικά:

Η επιφάνεια τους είναι ελαφρώς γυαλιστερή με σκούρα πορτοκαλί απόχρωση που οφείλεται στην απομάκρυνση της υγρασίας, καθώς ο πολτός των συστατικών πριν την επεξεργασία έχει ηπιότερη απόχρωση από την τελική.

Το πάχος των αποξηραμένων φύλλων κυμαίνεται σε 2 με 3 mm.

Η δομή και η υφή τους είναι συνεκτική, ελαστική και κολλώδης.

Το άρωμα των παραγόμενων προϊόντων είναι ήπιο, γλυκό, ευχάριστο και φρουτώδες.

Κατά την κατανάλωση τους, ενώ αρχικά έχουν κολλώδη υφή στα δόντια έπειτα διαλύονται και διασπείρονται σε ολόκληρη την στοματική κοιλότητα.

Μεταξύ τους τα δείγματα παρουσιάζουν αισθητές διαφορές όπως θα ήταν αναμενόμενο από την διαφορά στις αναλογίες μελιού και λεμονοχυμού που περιέχει το καθένα. Το δείγμα Β που φέρει 9,5% μέλι έναντι του Α με 8% παρουσιάζει αισθητή γλυκύτητα, με το δείγμα Α να είναι πιο όξινο. Και τα δύο δείγματα είναι εξίσου εύγευστα και έχουν μια ήπια επίγευση καρύδας.

7.2. Διατροφική αξία δειγμάτων

Οι παρακάτω πίνακες απεικονίζουν την διατροφική αξία των δειγμάτων. Όπου “δείγμα Α” εμφανίζεται το δείγμα που φέρει εμπορική ονομασία “Prickly Sophisticated” και όπου “δείγμα Β” το δείγμα που φέρει εμπορική ονομασία “Prickly Sweet”. Η διαφοροποίηση των δειγμάτων έγκειται στην διαφορά περιεκτικότητας μελιού και λεμονοχυμού.

Δείγμα A (Prickly Sophisticated)

Συστατικά		Περιεκτικότητες
Πολτός Φραγκόσουκου	60 g	60%
Πολτός Μήλου	25 g	25%
Χυμός Λεμόνι	6 g	6%
Μέλι	8 g	8%
Καρύδα	1 g	1%

Πολτός Φραγκόσουκου			60%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	48	0,48	0,288
Νερό (g)	82,3	0,823	0,4938
Πρωτεΐνες (g)	0,65	0,0065	0,0039
Φυτικές Ίνες (g)	4,6	0,046	0,0276
Υδατάνθρακες (g)	10,0	0,1	0,06
Λιπαρά (g)	0,55	0,0055	0,0033
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0,067	0,00067	0,000402
Νάτριο (g)	0,0068	0,000068	4,08E-05

Πολτός Μήλου			25%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	51	0,51	0,1275
Νερό (g)	85,56	0,8556	0,2139
Πρωτεΐνες (g)	0,3	0,003	0,00075
Φυτικές Ίνες (g)	1,3	0,013	0,00325
Υδατάνθρακες (g)	11,5	0,115	0,02875
Λιπαρά (g)	0,1	0,001	0,00025
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0	0	0
Νάτριο (g)	0,001	0,00001	0,0000025

Μέλι			8%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	304	3,04	0,2432
Νερό (g)	17,1	0,171	0,01368
Πρωτεΐνες (g)	0,3	0,003	0,00024
Φυτικές Ίνες (g)	0,2	0,002	0,00016
Υδατάνθρακες (g)	82,4	0,824	0,06592
Λιπαρά (g)	0	0	0
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0	0	0
Νάτριο (g)	0,004	0,00004	0,0000032

Χυμός Λεμόνι			6%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	22	0,22	0,0132
Νερό (g)	92,31	0,9231	0,055386
Πρωτεΐνες (g)	0,35	0,0035	0,00021
Φυτικές Ίνες (g)	0,3	0,003	0,00018
Υδατάνθρακες (g)	6,9	0,069	0,00414
Λιπαρά (g)	0,24	0,0024	0,000144
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0,04	0,0004	0,000024
Νάτριο (g)	0,001	0,00001	6E-07

Αποξηραμένες Νιφάδες Καρύδας			1%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	660	6,6	0,066
Νερό (g)	3	0,03	0,0003
Πρωτεΐνες (g)	6,88	0,0688	0,000688
Φυτικές Ίνες (g)	16,3	0,163	0,00163
Υδατάνθρακες (g)	23,6	0,236	0,00236
Λιπαρά (g)	64,5	0,645	0,00645
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	57,2	0,572	0,00572
Νάτριο (g)	0,037	0,00037	3,7E-06

Τελικό Δείγμα Α		
	ανά 100g	ανά 1g
Ενέργεια (kcal)	73,79	0,7379
Νερό (g)	77,7066	0,777066
Πρωτεΐνες (g)	0,5788	0,005788
Φυτικές Ίνες (g)	3,282	0,03282
Υδατάνθρακες (g)	16,117	0,16117
Λιπαρά (g)	1,0144	0,010144
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0,6146	0,006146
Νάτριο (g)	0,00508	0,0000508

Δείγμα Β (Prickly Sweet)

Συστατικά		Περιεκτικότητες
Πολτός Φραγκόσουκου	60 g	60%
Πολτός Μήλου	25 g	25%
Χυμός Λεμόνι	4,5 g	4,5%
Μέλι	9,5 g	9,5%
Καρύδα	1 g	1%

Πολτός Φραγκόσουκου			60%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	48	0,48	0,288
Νερό (g)	82,3	0,823	0,4938
πρωτεΐνες (g)	0,65	0,0065	0,0039
Φυτικές Ίνες (g)	4,6	0,046	0,0276
Υδατάνθρακες (g)	10,0	0,1	0,06
Λιπαρά (g)	0,55	0,0055	0,0033
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0,067	0,00067	0,0004
Νάτριο (g)	0,0068	0,000068	4,1E-05

Πολτός Μήλου			25%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	51	0,51	0,1275
Νερό (g)	85,56	0,8556	0,2139
πρωτεΐνες (g)	0,3	0,003	0,00075
Φυτικές Ίνες (g)	1,3	0,013	0,00325
Υδατάνθρακες (g)	11,5	0,115	0,02875
Λιπαρά (g)	0,1	0,001	0,00025
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0	0	0
Νάτριο (g)	0,001	0,00001	0,0000025

Μέλι			9,5%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	304	3,04	0,2888
Νερό (g)	17,1	0,171	0,016245
πρωτεΐνες (g)	0,3	0,003	0,000285
Φυτικές Ίνες (g)	0,2	0,002	0,00019
Υδατάνθρακες (g)	82,4	0,824	0,07828
Λιπαρά (g)	0	0	0
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0	0	0
Νάτριο (g)	0,004	0,00004	0,0000038

Χυμός Λεμόνι			4,5%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	22	0,22	0,0099
Νερό (g)	92,31	0,9231	0,04154
πρωτεΐνες (g)	0,35	0,0035	0,00016
Φυτικές Ίνες (g)	0,3	0,003	0,00014
Υδατάνθρακες (g)	6,9	0,069	0,00311
Λιπαρά (g)	0,24	0,0024	0,00011
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0,04	0,0004	1,8E-05
Νάτριο (g)	0,001	0,00001	4,5E-07

Αποξηραμένες Νιφάδες Καρύδας			1%
	ανά 100g	ανά 1g	
Ενέργεια (kcal)	660	6,6	0,066
Νερό (g)	3	0,03	0,0003
πρωτεΐνες (g)	6,88	0,0688	0,00069
Φυτικές Ίνες (g)	16,3	0,163	0,00163
Υδατάνθρακες (g)	23,6	0,236	0,00236
Λιπαρά (g)	64,5	0,645	0,00645
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	57,2	0,572	0,00572
Νάτριο (g)	0,037	0,00037	3,7E-06

Τελικό Δείγμα Β		
	ανά 100g	ανά 1g
Ενέργεια (kcal)	78,02	0,7802
Νερό (g)	76,57845	0,7657845
πρωτεΐνες (g)	0,57805	0,0057805
Φυτικές Ίνες (g)	3,2805	0,032805
Υδατάνθρακες (g)	17,2485	0,172495
Λιπαρά (g)	1,0108	0,010108
Εκ των οποίων Κορεσμένα (g)	0,6614	0,00614
Νάτριο (g)	0,005125	5,125E-05

7.2.1. Ισχυρισμοί με βάση την διατροφική αξία

Στους παραπάνω πίνακες με τίτλους “Τελικό Δείγμα Α” και “Τελικό Δείγμα Β” επισημαίνονται με κίτρινο χρώμα οι περιεκτικότητες των συστατικών εκ των οποίων προκύπτουν ορισμένοι διατροφικοί ισχυρισμοί. Οι ισχυρισμοί βάση του Κοινοτικού Κανονισμού 1924/2006 που σχετίζονται με τα προϊόντα αφορούν:

- **Την περιεκτικότητα τους σε εδώδιμες ίνες:**

«ΠΗΓΗ ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΙΝΩΝ»

“Ο ισχυρισμός ότι ένα τρόφιμο αποτελεί πηγή εδώδιμων ινών, καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν περιέχει τουλάχιστον 3 g εδώδιμων ινών ανά 100 g ή τουλάχιστον 1,5 g εδώδιμων ινών ανά 100 kcal.”

Σχετικά με τις εδώδιμες ίνες, και τα δύο δείγματα παρουσιάζουν τιμές εντός των ορίων του ισχυρισμού με 3,282 g ινών ανά 100g προϊόντος το δείγμα Α και 3,2805 g ινών ανά 100g προϊόντος το δείγμα Β αντίστοιχα.

- **Την περιεκτικότητα τους σε Νάτριο**

«ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΑΤΡΙΟ/ΑΛΑΤΙ»

“Ο ισχυρισμός ότι ένα τρόφιμο έχει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο/αλάτι καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν δεν περιέχει περισσότερα από 0,04 g νατρίου, ή ισοδύναμη ποσότητα αλατιού, ανά 100 g ή ανά 100 ml. Ο ισχυρισμός αυτός δεν χρησιμοποιείται για τα φυσικά μεταλλικά νερά και τα άλλα νερά.”

«ΧΩΡΙΣ ΝΑΤΡΙΟ Ή ΑΛΑΤΙ»

“Ο ισχυρισμός ότι ένα τρόφιμο δεν περιέχει νάτριο ή αλάτι, καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν δεν περιέχει περισσότερα από 0,005g Na, ή ισοδύναμη ποσότητα αλατιού, ανά 100 g.”

Οι τιμές των δειγμάτων σε Νάτριο είναι εντός των ορίων του ισχυρισμού «ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΑΤΡΙΟ/ΑΛΑΤΙ» παρουσιάζοντας 0,00508 g Νατρίου το δείγμα Α και 0,005125 g Νατρίου το δείγμα Β αντίστοιχα.

Η τιμές που εμφανίζουν τα δείγματα για τον ισχυρισμό «ΧΩΡΙΣ ΝΑΤΡΙΟ Ή ΑΛΑΤΙ» βρίσκονται πολύ κοντά στο νομοθετικό όριο και καθιστούν τον εργαστηριακό έλεγχο των δειγμάτων τακτικό και απαραίτητο για την ευστάθεια του.

7.3. Εμφάνιση Προϊόντος

7.3.1. Prickly Sweet




Εικόνα 13 Εικαστική απεικόνιση προϊόντος "Prickly Sweet"

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΔΗΛΩΣΗ	Ανά 100g	Ανά Συσκευασία 24 g	ΠΠΑ*
Ενέργεια	327,18 kJ/ 78,02 kcal	78,33kJ/18,72 kcal	1%
Λιπαρά	1,01 g	0,24 g	0%
Εκ των οποίων κορεσμένα	0,62 g	0,15 g	1%
Υδατάνθρακες	17,22 g	4,13 g	5%
Εδώδιμες Ίνες	3,27 g	0,79 g	
Πρωτεΐνες	0,57 g	0,14 g	
Αλάτι	5 mg	1 mg	0%

Συστατικά: Πολτός Φραγκόσυκου (60%), Πολτός Μήλου, Μέλι, Χυμός Λεμονιού, Αποξηραμένες Νιφάδες Καρύδας

Πηγή φυτικών ινών
Προϊόν με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο

Συσκευάζεται σε προστατευτική ατμόσφαιρα
Το προϊόν φυλάσσεται σε σκιερό και ξηρό μέρος



PricklySweet

Εικόνα 14 Απεικόνιση πίσω όψης προϊόντος Prickly Sweet

7.3.2. Prickly Sophisticated



Εικόνα 15 Εικαστική απεικόνιση προϊόντος "Prickly Sophisticated"

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΔΗΛΩΣΗ	Ανά 100g	Ανά Συσκευασία 24 g	ΠΠΑ *
Ενέργεια	308.74 kJ/ 73.79 kcal	74,09 kJ/17,71 kcal	1%
Λιπαρά	1.01 g	0,24 g	0%
Εκ των οποίων κορεσμένα	0.61 g	0,15 g	1%
Υδατάνθρακες	16.12 g	3,87 g	4%
Εδώδιμες Ίνες	3.28 g	0,79 g	
Πρωτεΐνες	0.58 g	0,14 g	
Αλάτι	5 mg	1 mg	0%

Συστατικά: Πολτός Φραγκόσυκου (60%), Πολτός Μήλου, Μέλι, Χυμός Λεμονιού, Αποξηραμένες Νιφάδες Καρύδας



PricklySophisticated

Πηγή φυτικών ινών

Προϊόν με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο

Συσκευάζεται σε προστατευτική ατμόσφαιρα

Το προϊόν φυλάσσεται σε σκιερό και ξηρό μέρος

Εικόνα 16 Απεικόνιση πίσω όψης προϊόντος "Prickly Sophisticated"

7.4. Προτάσεις κατανάλωσης

7.4.1. Prickly Sweet

Το συγκεκριμένο προϊόν ίσως να έβρισκε ανταπόκριση κυρίως σε μικρότερης ηλικίας καταναλωτές λόγω της γλυκιάς του γεύσης αντικαθιστώντας κατά κάποιο τρόπο άλλα σνακ με φρουτένια γεύση αλλά με μεγαλύτερες προσθήκες τεχνητών συντηρητικών, χρωστικών και ζάχαρης. Προτείνεται η απευθείας κατανάλωση του, σαν ένα σνακ με λίγες θερμίδες για όλες τις ώρες της ημέρας σκέτο ή με την συνοδεία ξηρών καρπών σαν ένα μικρό γεύμα.

7.4.2. Prickly Sophisticated

Αποτελεί μια πρόταση για πιο εξεζητημένους ουρανίσκους, εξ ου και το επίθετο sophisticated στην ονομασία του προϊόντος. Λόγο της πιο αυθεντικής φρουτένιας και ηπίως όξινης γεύσης απευθύνεται σε καταναλωτές που δεν προτιμούν τις έντονα γλυκές γεύσεις. Λόγο των παραπάνω χαρακτηριστικών, εκτός από την απευθείας κατανάλωση του προϊόντος, προτείνεται και ο τεμαχισμός του και η προσθήκη του σε πράσινη σαλάτα αντί κάποιου άλλου φρούτου για την δημιουργία ενός fusion πιάτου ή και η προσθήκη του σε ένα πλατώ με τυριά αντικαθιστώντας άλλα αποξηραμένα φρούτα ή μαρμελάδες.

8. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε με στόχο την εξ ολοκλήρου πειραματική της προσέγγιση που λόγω των υγειονομικών συνθηκών (Covid-19) αναγκαστικά ολοκληρώθηκε μέσω της θεωρητικής οδού και βασισμένη στο μεγαλύτερο μέρος της σε βιβλιογραφικές αναφορές και μαθηματικές προσεγγίσεις. Παρ' όλα αυτά, με περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη και με την παρούσα εργασία σαν εναρκτήριο έναυσμα θα ήταν πολύ πιθανό στο μέλλον να γίνει μια ολοκληρωμένη πειραματική προσέγγιση εκ νέου.

Στο παρόν πόνημα βλέπουμε την πορεία παρασκευής ενός καινοτόμου σνακ σε δύο εκδοχές (Prickly Sweet και Prickly Sophisticated) όπως επίσης όλα τα απαραίτητα στοιχεία γύρω από αυτό: από τις ιστορικές του καταβολές έως την αναλυτική παρουσίαση των συστατικών του, την σύνθεση του, την πορεία παρασκευής του, την διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας του, την διατροφική του αξία, την συμβολή των συστατικών του στην υγεία, την προτεινόμενη συσκευασία, τους τρόπους κατανάλωσης του και τέλος την πιθανή μορφή που θα μπορούσε να έχει ως έτοιμο προϊόν τοποθετημένο στα ράφια των αγορών.

Η πορεία παρασκευής του δεν φαίνεται να απαιτεί ιδιαίτερη τεχνογνωσία από μια επιχείρηση που μπορεί να δείξει ενδιαφέρον για την παραγωγή του αλλά ούτε και ιδιαίτερα πρωτότυπο εξοπλισμό που θα μπορούσε να την επιβαρύνει οικονομικά.

Η μορφή και η φύση των πρώτων υλών επίσης δεν παρουσιάζουν οικονομικές ιδιαιτερότητες καθώς έχουν σχετικά χαμηλό κόστος και σπανιότητα.

Η τελικές του μορφές αποτελούν μια εύγευστη και διατροφικά ενδιαφέρουσα πρόταση για τους καταναλωτές (αποτελούν πηγή φυτικών ινών και είναι πτωχές σε Na), και απευθύνονται σε μια ευρεία κατηγορία αυτών χωρίς ιδιαίτερους περιορισμούς ως προς την κατανάλωση τους.

Το παρόν προϊόν φαίνεται να έχει πολύ καλές προοπτικές ανάπτυξης όπως και εμπορικό ενδιαφέρον καθώς εκτός από τα διατροφικά του χαρακτηριστικά ανοίγει καινούρια μονοπάτια στην εκμετάλλευση της νέο αναδυόμενης καλλιέργειας του φραγκόσκου στην χώρα μας. Επίσης η τελική του μορφή, και στις δύο της εκδοχές, είναι πρωτότυπη για τα ελληνικά δεδομένα καθώς αυτή τη στιγμή δεν φαίνεται να υπάρχει στην εγχώρια αγορά προϊόν αυτού του χαρακτήρα και ιδίως ελληνικής παρασκευής.

9. Βιβλιογραφία

Azeredo, H. M. C., et al. (2006). "Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers." International Journal of Food Science & Technology.

Bertoia, M. L., et al. (2015). "Changes in Intake of Fruits and Vegetables and Weight Change in United States Men and Women Followed for Up to 24 Years: Analysis from Three Prospective Cohort Studies".

Boateng, L., et al. (2016). "Coconut oil and palm oil's role in nutrition, health and national development: A review".

Bradbury, K. E., et al. (2014). "Fruit, vegetable, and fiber intake in relation to cancer risk: findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)".

Brian A. Nummer (2002,). "Historical Origins of Food Preservation."

Britannica, Encyclopedia. "Lemon (fruit), Coconut (fruit), Honey (food product), Apple (fruit and tree)." Definitions.

Calafut, T. (1998). 2 - Polypropylene Films. Plastic Films in Food Packaging. S. Ebnesajjad. Oxford.

Chang, S. K., et al. (2016). "Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits".

Cirmi, S., et al. (2017). "Anticancer Potential of Citrus Juices and Their Extracts: A Systematic Review of Both Preclinical and Clinical Studies".

Dictionary of Cambridge. "Fruit Leather" Definition.

Ebnesajjad, S. (2006). 6 - Material Surface Preparation Techniques. Surface Treatment of Materials for Adhesion Bonding.

Embleni, A. (2013). 2 - Modified atmosphere packaging and other active packaging systems for food, beverages and other fast-moving consumer goods. Trends in Packaging of Food, Beverages and Other Fast-Moving Consumer Goods (FMCG).

Embleni, A. (2013). "Modified atmosphere packaging and other active packaging systems for food, beverages and other fast-moving consumer goods".

Eyres, L., et al. (2016). "Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans".

Fabiani, R., et al. (2016). "Apple intake and cancer risk: a systematic review and meta-analysis of observational studies".

FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (1992). "Codex alimentarius. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations".

Gerhauser, C. (2008). "Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice, and apple components".

Ilija, G., et al. (2021). "The health benefits of honey as an energy source with antioxidant, antibacterial and antiseptic effects." Science & Sports.

Irwandji, J., et al. (1998). "Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage." Journal of the Science of Food and Agriculture.

Jacqueline L. Longe (1999,). How Products Are Made: An Illustrated Guide to Product Manufacturing.

Kato, Y., et al. (2014). "Effect on blood pressure of daily lemon ingestion and walking."

Kaur M., K. A. S. R. (2012). ""Pharmacological actions of Opuntia ficus indica: A Review"." Journal of Applied Pharmaceutical Science.

Koutsos, A., et al. (2015). "Apples and Cardiovascular Health—Is the Gut Microbiota a Core Consideration?" Nutrients.

Osuna-Martínez, L. R. E., J. Rodríguez-Fragoso, L. (2014). "Cactus (Opuntia ficus-indica): A review on its antioxidants properties and potential pharmacological use in chronic diseases." Natural Products Chemistry & Research.

Larsson, S. C., et al. (2013). "Total and specific fruit and vegetable consumption and risk of stroke: a prospective study." Atherosclerosis.

Li, Y., et al. (2018). "Antioxidant Activity of Coconut (Cocos nucifera L.) Protein Fractions." Molecules.

Lin, J., et al. (2007). "Dietary intakes of flavonols and flavones and coronary heart disease in US women."

Miltz, J. and M. Perry (2005). "Evaluation of the performance of iron-based oxygen scavengers, with comments on their optimal applications." Packaging Technology and Science.

Mitsubishi Gas Chemical Company, I. (2011). "Oxygen Absorber AGELESS, Oxygen absorber for preserving product freshness, purity and integrity".

Montville, T. J., Matthews, K.R. (2010). "Μικροβιολογία Τροφίμων", Εκδόσεις Ίων.

Moser, M. A. and O. K. Chun (2016). "Vitamin C and Heart Health: A Review Based on Findings from Epidemiologic Studies."

Mumme, K. and W. Stonehouse (2015). "Effects of medium-chain triglycerides on weight loss and body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials."

National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements "Vitamin C".

Obrenovich, M. E., et al. (2011). "Antioxidants in health, disease and aging." CNS Neurol Disord Drug Targets.

Oikeh, E. I., et al. (2016). "Phytochemical, antimicrobial, and antioxidant activities of different citrus juice concentrates." Food Science & Nutrition.

Saenz, C., et al. (2013). "Agro-industrial utilization of cactus pear".

Song, Y., et al. (2005). "Associations of dietary flavonoids with risk of type 2 diabetes, and markers of insulin resistance and systemic inflammation in women: a prospective study and cross-sectional analysis."

Wang, Y., et al. (2018). "Medium Chain Triglycerides enhances exercise endurance through the increased mitochondrial biogenesis and metabolism."

Ward, T. ""United States Department of Agriculture (USDA)".

Weinstein, M., et al. (2001). "An Orange a Day Keeps the Doctor Away: Scurvy in the Year 2000." Pediatrics.

Wojdyło, A., et al. (2008). "Polyphenolic Compounds and Antioxidant Activity of New and Old Apple Varieties." Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Yamada, K., et al. (2017). "A novel methodology for peel strength enhancement of heat-sealed oriented polypropylene/cast polypropylene film by tensile cyclic loading." Materials Chemistry and Physics.

Zhao, C. N., et al. (2017). "Fruits for Prevention and Treatment of Cardiovascular Diseases." Nutrients.

ΑΑΔΕ "Κώδικας τροφίμων και ποτών"

Αντωνοπούλου, Α. (2013). "Συμβολή στη συντήρηση νωπών φιλέτων πέστροφας με κατάψυξη-ψύξη και τροποποιημένη ατμόσφαιρα". Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Αρκαδιανού, Ε. (2018). "Αξιοποίηση του φραγκόσουκου (cactus pear) στην ανθρώπινη διατροφή.". Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Καργάκη, Γ. (2007). "Φυσικοχημική και οργανοληπτική ανάλυση εκτρεφόμενης πέστροφας κατά την αποθήκευσή της σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα". Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Σιδερίδης, Γ. (2015). "Εργαστηριακές ασκήσεις ρευστομηχανικής". Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας.

Παπαγεωργίου Ν. Ε. (2014). "Επίδραση των μεθόδων ξήρανσης στις ιδιότητες των τροφίμων και στην αποδόμηση συστατικών τους σε διαλύματα που προσομοιάζουν το γαστρικό υγρό και το σάλιο." Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Ζόγκζας, Ν. Π. (2017). "Βασικές Αρχές Μηχανικής Τροφίμων", Εκδόσεις Τζιόλα.

Κροκίδα, Μ. Μ., Π. (2015). Σχεδιασμός Φυσικών Διεργασιών Τμήμα Χημικών Μηχανικών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κωβαίος, Κ. (2018). "Ξήρανση και ανασύσταση γιαουρτιού". Σχολή χημικών μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κωστάλας, Ν. (2016). "Προσομοίωση συνθηκών ξήρανσηςμανιταριών σε ξηραντήρα με δίσκους.". Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Λαζαρίδου, Σ. (2021). "Μεταφορά θερμότητας κατά την ξήρανση σταφυλιών σε ρεύμα θερμού αέρα: Προσομοίωση με CFD", Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Λάζος, Ε., Λάζου, Α. (2010). "Επεξεργασία Τροφίμων 1: Διεργασίες συντηρήσεως με θέρμανση, χαμηλές θερμοκρασίες και ακτινοβολούμενη ενέργεια", Εκδόσεις Παπαζήση.

Λάζος Ε., Λ. Α. (2016). "Επεξεργασία Τροφίμων 2: Διεργασίες Συντηρήσεως με φυσικοχημικές, βιολογικές, νέες και αναδυόμενες τεχνολογίες.", Εκδόσεις Παπαζήση.

Μπάμπαλης, Σ. Ι. (2006). "Θεωρητική και πειραματική διερεύνηση φαινομένων μεταφοράς θερμότητας και μάζας κατά την ξήρανση τροφίμων σε ρεύμα θερμού αέρα". Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Παπαδάκης, Σ. ""Εργαστηριακές σημειώσεις εργαστηρίου Συσκευασίας Τροφίμων"."

Παπαδάκης, Σ. (2016). "Συσκευασία τροφίμων", Εκδόσεις Τζιόλα.

Στρατουδάκης, Μ. (2013). "Φραγκόσουκα (τα)- ακανθώδες πόνημα. Επιστημονική Θεώρηση-Εμπειρική παρουσίαση-Πρακτικές χρήσεις-Θεραπευτικές ιδιότητες."

Τσάκνης, Ι. (2009). "Διασφάλιση ποιότητας τροφίμων.", Εκδόσεις Παπασωτηρίου.