

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

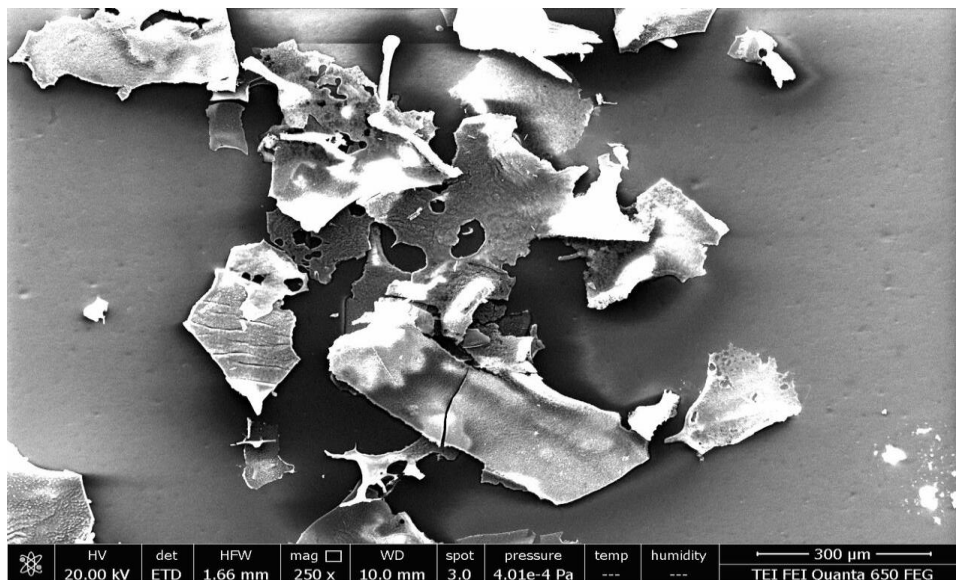
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΚΟΛΛΟΕΙΔΩΝ ΑΠΟ
ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ



ΚΡΑΒΒΑΡΙΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΕΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
ΥΔΡΟΚΟΛΛΟΕΙΔΩΝ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ**

ΚΡΑΒΒΑΡΙΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΠΟΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την ολοκλήρωση της συγγραφής της πτυχιακής εργασίας, ολοκληρώνεται και η φοιτητική μας πορεία που θα μείνει χαραγμένη για το υπόλοιπο της ζωής μας.αφού είναι γεμάτη με έντονα συναισθήματα καλά και κακά αλλά πάνω από όλα με εμπειρίες.

Η συγγραφή της πτυχιακής εργασίας μου, με θέμα ‘εξαγωγή και χαρακτηρισμός υδροκολλοειδών από φυτικούς ιστούς’, πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των σπουδών μου στο τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τροφίμων και Διατροφή.Ο λόγος που επέλεξα την πειραματική πτυχιακή εργασία είναι, η εξοικείωση μέσα στον χώρο ενός εργαστηρίου και τη σωστή συμπεριφορά. Η επιλογή του θέματος έγινε με την συνεργασία με τον επιβλέπων καθηγητή μου και περιείχε ένα μεγάλο φάσμα από πειραματικές διαδικασίες. Ο σκοπός της εργασίας ήταν, να μπορέσουμε να εξάγουμε τα υδροκολλοειδή που βρίσκονται στους ιστούς των φυτικών προϊόντων όπως οι μπάμιες τα πράσινα φασόλια και οι φακές και με την βοήθεια των κατάλληλων μηχανημάτων- οργάνων , να μπορέσουμε να χαρακτηρίσουμε το σχήμα και την επιφάνεια των υδροκολλοειδών για να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για το πώς είναι. Επιπλέον , θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου κ. Ιωάννη Καπόλο , κυρία Πελαγία Κάτσου , κ. Σωτήρη Βαμβακά και τον κ. Ιωακείμ Σπηλιόπουλο και την κυρία Ευγενία Σταματελοπούλου, για την πολύτιμη βοήθεια, την καθοδήγηση και την υποστήριξη αλλά και τον χρόνο που αφιέρωσαν για την πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους της πτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του οικογενειακού και φιλικού μου, περιβάλλοντος, τα οποία μου πρόσφεραν όλη την στήριξη και την συμπαράσταση που χρειαζόμουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	3
Περίληψη	9
Abstract	10
Εισαγωγή	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	12
1.1 Από που προέρχονται τα υδροκολλοειδή	12
1.2 Πολυσακχαρίτες ταξινόμηση και δομή	12
1.3 Ιδιότητες πολυσακχαριτών	13
1.4 Μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	15
2.1 Φυτικά υδροκολλοειδή ή φυτικά κόμμεα.....	15
2.2 Κόμμι ξανθάνης	17
2.3 Κόμμι γκουάρ	18
2.4 Κόμμι χαρουπιού	20
2.5 Καρραγενάνες	22
2.6 Πηκτίνη	23
2.7 Κυτταρίνη	24
2.8 Κόμμι τραγακάνθης	25
2.9 Αραβικό κόμμι	27
2.10 Κόμμι καράγια ήsterculiacum.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ3 ^ο	30
3.1 Ικανότητα συγκράτησης νερού	30

3.2 Ικανότητα συγκράτησης ελαίου	31
3.3 Διαλυτότητα	31
3.4 Γαλακτώματα και σταθεροποιητές	32
3.5 Ιξώδες	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	35
4.1 Εκχύλιση	35
4.1.1 Εκχύλιση των στερεών	35
4.2 Μετρητής σωματιδίων με σκέδαση φωτός	36
4.2.1 Αναλυτής μεγέθους σωματιδίων με laser	36
4.3 Λυοφιλίωση ή κρυοξύρανση	37
4.3.1 Αρχή της διαδικασίας	38
4.3.2 Βασικά μέρη ενός λυοφιλιωτή	38
4.3.2.α. Ψυχόμενος θάλαμος	38
4.3.2.β. Συμπυκνωτής	38
4.3.2.γ. Αντληση ατμών	38
4.3.2.δ. Ψυκτικό σύστημα	38
4.3.3.ε Θέρμανση	39
4.4 Αέρια χρωματογράφο αναστρεφόμενης ροής	39
4.4.1 Βασικά μέρη ενός αέριου χρωματογράφου	40
4.4.1.α Φέρον αέριο	40
4.4.1.β Στήλη	40
4.4.1.γ Ανιχνευτής	41
4.5 Ηλεκτρονική Μικροσκοπία σάρωσης	42
4.5.1 Αλληλεπίδραση δέσμης	42

4.5.2 Οργανολογία	44
4.5.3 Πηγή ηλεκτρονίων	45
4.5.4 Σύστημα κενού	46
4.5.5 Σύστημα πληροφοριών	46
4.6 Φασματοσκοπία υπεριώδους-ορατού	46
4.6.1 Βασικά μέρη ενός φασματογράφου	47
4.6.1α. Πηγή ακτινοβολίας	47
4.6.1β. Μονοχρωμάτορας	47
4.6.1γ. Κυψελίδα	47
4.6.1δ Ανιχνευτής- Ενισχυτής	47
4.6.1ε. Μετρητής ή καταγραφείας	47
4.6.2 Τύποι φασματοφωτομέτρων	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	50
5.1 Υγρασία	50
5.1.1 Σημασία νερού	50
5.1.2 Μορφές νερού	50
5.1.3 Επιλογή αναλυτικής μεθόδου	51
5.1.4 Μέθοδος εξάτμισης του νερού	51
5.2 Τέφρα	52
5.2.1 Στόχοι προσδιορισμού της τέφρας	52
5.2.2 Μέθοδοι προσδιορισμού τέφρας	52
5.3 Ποσοτικός προσδιορισμός πρωτεϊνών	52
5.4 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών	53
5.4.1 Απλή ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα πολύ ακρυλαμιδίου (PAGE).....	54

5.4.2 SDS ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα πολυακρυλαμιδίου (SDS-PAGE).....	54
5.4.3 Εμφάνιση ηλεκτροφορήματος	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	56
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	56
6.1 Εκχύλιση- Λυοφιλίωση.....	56
6.2 Προσδιορισμός πρωτεϊνών	57
6.3 Προσδιορισμός τέφρας	59
6.4 Προσδιορισμός υγρασίας	59
6.5 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών	60
6.6 Αέρια χρωματογράφο αναστρεφόμενης ροής	61
6.7 Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης	61
6.8 Μετρητής σωματιδίων με διαφορική σκέδαση φωτός	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	64
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	64
7.1 Προσδιορισμός πρωτεϊνών	64
7.2 Προσδιορισμός τέφρας.....	66
7.3 Προσδιορισμός υγρασίας	67
7.4 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών	68
7.5 Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης	77
7.6 Μετρητής σωματιδίων με διαφορική σκέδαση	79
7.7 Αέρια χρωματογράφο αναστρεφόμενης ροής	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο	89
Συμπεράσματα	89
Βιβλιογραφία	91

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα υδροκολλοειδή ή αλλιώς κόμμεα είναι μια ομάδα ευρύτατων διαδεδομένων πρόσθετων υλικών στα τρόφιμα, έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα και χρησιμοποιούνται με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τις απαιτήσεις, επίσης έχουν ιδιότητες που τα καθιστούν απαραίτητα για κάποια προϊόντα. Γενικά τα υδροκολλοειδή είναι μακρομοριακές οργανικές ενώσεις που έχουν την ικανότητα να εγκλωβίζουν ποσότητες νερού μεταξύ των αλυσίδων και των κλάδων που υπάρχουν στις μοριακές δομές τους. Τα τελευταία χρόνια έχουν εισέλθει δυναμικά στην παγκόσμια αγορά με αποτέλεσμα να υπάρχει η αύξηση της ζήτησης στην αγορά η οποία εκτιμάται γύρω στα 4.4 δισεκατομμύρια δολάρια, ταυτόχρονα να παρατηρείται και αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση νέων πρώτων υλών ως πιθανών πηγών υδροκολλοειδών τροφίμων. Τα υδροκολλοειδή χωρίζονται σε ζωικά και φυτικά, οι καταναλωτές προτιμούν τα φυτικά υδροκολλοειδή τα οποία προέρχονται από φυτικούς ιστούς καθώς έχουν μια πιο φιλική εικόνα. Στην παρούσα εργασία έγινε η προσπάθεια εξαγωγής υδροκολλοειδών από ιστούς μπάμιας, φακής και από πράσινα φασόλια, ακολουθώντας τη διαδικασία της εκχύλισης. Στη συνέχεια χαρακτηρίστηκαν αυτά τα κολλοειδή ως προς την κατανομή του μεγέθους σωματιδίων με τη βοήθεια της διαφορικής σκέδασης φωτός, ενώ με την αέριο χρωματογράφο αναστρεφόμενης ροής χαρακτηρίστηκε η επιφάνεια των κολλοειδών, τέλος με χρήση ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης αποκτήθηκε μια πολύ καλή εικόνα για τα υδροκολλοειδή. Εκτός από τα ανωτέρω με τη βοήθεια της διαδικασίας Bradford μετρήθηκαν οι πρωτεΐνες σε όλα τα δείγματα υδροκολλοειδών. Τέλος, μετρήθηκε το ποσοστό υγρασίας κάθε δείγματος καθώς και η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά με προσδιορισμό της τέφρας σε κάθε δείγμα..

ABSTRACT

Hydrocolloids or gums are a group of widespread additives in food, have significant advantages and are used in different ways depending on the requirements, also have properties that make them essential for some products. Generally, hydrocolloids are macromolecular organic compounds that have the ability to trap amounts of water between the chains and branches present in their molecular structures. In recent years, they have been dynamically entering the global market, resulting in an increase in market demand estimated at around \$ 4.4 billion, at the same time increasing research interest in exploiting new raw materials as potential sources of hydrocolloid food. Hydrocolloids are divided into animal and vegetable, consumers prefer plant hydrocolloids derived from plant tissues as they have a more friendly image. In the present study, we attempted to extract hydrocolloids from bay, lentil and green bean tissues, following the extraction process. These colloids were then designated for the particle size distribution by means of differential light scattering, while with the gas flow chromatograph the surface of the colloids was characterized; finally, using scanning electron microscopy, a very good image was obtained for the hydrocolloids. In addition to the above, using the Bradford process, the proteins were measured in all hydrocolloid samples. Finally, the moisture content of each sample was measured as well as the inorganic content by ash determination in each sample.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα υδροκολλοειδή ή αλλιώς κόμμεα, ανήκουν στην κατηγορία των μη αμυλούχων υδατοδιαλύτων μακρομορίων όπως είναι οι υδατάνθρακες. Μπορούν να ταξινομηθούν ως ομάδες πρόσθετων τροφίμων, κύρια συστατικά των διαιτητικών ινών και αποδίδουν καλή ποιότητα στα τρόφιμα από την άποψη σταθερότητας της υφής αλλά και της εμφάνισης. Εξαιτίας των πιέσεων από τους καταναλωτές για την προέλευση των υλικών που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα, ο κύριος στόχος των εταιριών των τροφίμων, είναι να μειώσουν τα χημικά πρόσθετα και να χρησιμοποιούν όσο είναι δυνατόν τα φυτικά υδροκολλοειδή όπου και αυτός είναι ο σημαντικότερος σκοπός της χρήσης τους. Η ζήτηση των φυτικών κόμμεων έχει αυξηθεί επειδή θεωρούνται ως μη βιοαπικοδομήσιμα φυσικά πολυμερή είναι πιστοποιημένα ως μη τοξικά μη καρκινογόνα πολυμερή με πολλές ευέλικτες εφαρμογές στα τρόφιμα, τα καλλυντικά και τα φαρμακευτικά προϊόντα.

Τα υδροκολλοειδή χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην βιομηχανία τροφίμων, οι κύριες ιδιότητές τους είναι η δημιουργία γέλης, η βελτίωση της υφής στα τρόφιμα και η αύξηση του ιξώδους με ταυτόχρονη αύξηση της συνεκτικότητας τους. Τα υδροκολλοειδή έχουν μεγάλη εφαρμογή στα τρόφιμα ως πυκνωτικά μέσα, σταθεροποιητές, παράγοντες επικάλυψης, συνδετικές ουσίες στα τρόφιμα, είναι παράγοντες ελέγχου υγρασίας, ως ουσίες εγκλωβισμού αρώματος και γεύσης. Τέλος, χρησιμοποιούνται ως γαλακτωματοποιητές σε προϊόντα όπως είναι το γάλα, οι κρέμες οι σάλτσες και γενικά στα προϊόντα κτυπήματος.

Τελευταία αναδεικνύεται ο ρόλος τους στην προαγωγή της υγείας καθώς ορισμένα μόρια (pryllium, ινουλίνη, β- γλυκάνες) φαίνεται να επιδρούν θετικά στη λειτουργία και την υγεία του γαστρεντερικού συστήματος και στη ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης. Ωστόσο απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την εξακρίβωση των παραπάνω δράσεων.

Υδροκολλοειδή δεν είναι μόνο φυτικής προέλευσης, αλλά και ζωικής και μικροβιακής προέλευσης. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω κυριαρχούν τα υδροκολλοειδή φυτικής προέλευσης.

Οι ομάδες υδροκολλοειδών είναι :

- Φυτικά εκχυλίσματα :αραβικό κόμμι, κόμμι τραγακάνθης, πηκτίνες
- Κόμμεα σπόρων: κόμμι χαρουπιών, κόμμι γκουάρ
- Εκχυλίσματα από φύκια: αλγινικά, καρραγενάνες, άγαρ
- Παράγωγα κυτταρίνης: καρβο-ξυλο-μεθυλο κυτταρίνη
- Μικροβιακά κόμμεα: κόμμι ξάνθης
- Ζωικής προέλευσης : πηκτίνη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Από που προέρχονται τα υδροκολλοειδή

Τα υδροκολλοειδή ανήκουν κυρίως στην ομάδα των υδατανθράκων. Οι υδατάνθρακες είναι οι πιο διαδεδομένες χημικές ενώσεις στον πλανήτη μας. Βρίσκονται σε αφθονία στους φυτικούς και στους ζωικούς οργανισμούς. Η ονομασία υδατάνθρακες έρχεται από την εποχή που επικρατούσε η άποψη ότι πρόκειται για ενώσεις που αποτελούνται από άτομα άνθρακα (C) ενωμένα με μόρια νερού. Οι υδατάνθρακες διακρίνονται στις παρακάτω ομάδες :

- Μονοσακχαρίτες ή απλά σάκχαρα
- Δισακχαρίτες που είναι δύο μονοσακχαρίτες ενωμένοι
- Πολυσακχαρίτες

Συγκεκριμένα, τα υδροκολλοειδή ανήκουν σε μια από τις παραπάνω ομάδες των υδατανθράκων τους πολυσακχαρίτες.

1.2 Πολυσακχαρίτες ταξινόμηση και δομή

Ο όρος πολυσακχαρίτης αναφέρεται στους υδατάνθρακες εκείνους το μόριο των οποίων αποτελείται από δεκάδες , εκατοντάδες ή χιλιάδες μόρια απλών σακχάρων που συνδέονται μεταξύ τους μέσω γλυκοζιτικών δεσμών. Η πλειονότητα των υδατανθράκων της κατηγορίας αυτής είναι μεγαλομοριακές ενώσεις συνιστάμενες από εκατοντάδες ή χιλιάδες δομικές μονάδες. Είναι άμορφες και άγευστες ουσίες, όσες από αυτές δεν διαλύονται στο νερό παρέχουν διαλύματα με ιδιότητες κολλοειδών.

Με βάση της χημικής τους σύστασης, ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

- ομοπολυσακχαρίτες : οικοδομούνται από δομικές μονάδες του ίδιου μονοσακχαρίτη (άμυλο, η κυτταρίνη, γλυκογόνο)
- ετεροπολυσακχαρίτες : στη δόμηση του μορίου τους συμμετέχουν δύο ή περισσότερα είδη μονοσακχαριτών (ημικυτταρίνες, πηκτικές ύλες, κόμμεα βλέννες και ρητίνες.
- Συζευγμένες ουσίες : το μόριο των οποίων οικοδομείται από υδατάνθρακες και λιπίδια ή πρωτεΐνες.

Οι πολυσακχαρίτες είναι μη ανάγοντα άλατα. Δεν περιέχουν ελεύθερα ημιακεταλικά υδροξύλια (-OH), εκτός από ένα άκρο της πολυμερικής αλυσίδας, το οποίο δεν επαρκεί για να εκδηλώσει εμφανώς τις αναγωγικές του ιδιότητες. Με επίδραση ισχυρών οξέων, οι πολυσακχαρίτες , υδρολύονται προς απλά σάκχαρα. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα της πλήρους υδρόλυσης με αυτά της μερικής (αν επιδράσουν ασθενή οξέα ή ένζυμα), εξάγονται συμπεράσματα για την δομή και την αλληλουχία των μονοσακχαριτών, στον κάθε πολυσακχαρίτη.

Οι μονοσακχαρίτες μπορούν να ενωθούν με γραμμικό τρόπο , όπως η κυτταρίνη και η αμυλόζη, ή με διακλαδισμένο όπως η αμυλοπηκτίνη , το γλυκογόνο , το κόμμι γκουάρ. Η συχνότητα των περιοχών διακλάδωσης και το μήκος των πλευρικών αλυσίδων μπορούν να ποικίλουν. Η αλληλουχία των μορίων των μονοσακχαριτών μπορεί να είναι περιοδική, όπου μία περίοδος περιέχει μία ή περισσότερες εναλλασσόμενες δομικές μονάδες, ενώ η αλληλουχία μπορεί να περιέχει πιο βραχέα ή πιο μακριά τμήματα μορίων με περιοδική διάταξη που διαχωρίζονται από τα μη περιοδικά τμήματα , ή μπορεί να είναι μη περιοδική σε όλο το μήκος της αλυσίδας όπως στην περίπτωση των υδατανθρακικών συστατικών στις γλυκο-πρωτεΐνες .

1.3 Ιδιότητες πολυσακχαριτών

Οι πολυσακχαρίτες είναι ευρέως διαδεδομένοι και άφθονοι στην φύση εκπληρώνοντας ρόλους όπως:

- σκελετικές ουσίες σχηματισμού δομής. (κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και πηκτίνη, χιτίνη στα φυτά, βλενοπολυσακχαρίτης στα ζώα)
- αποθηκευτικές ουσίες αφομοίωσης (άμυλο, δεξτρίνες, ινουλίνη στα φυτά, γλυκογόνο στα ζώα)
- ουσίες που δεσμεύουν νερό (άγαρ, πηκτίνες και άλατα αλγινικού οξέος στα φυτά, βλενοπολυσακχαρίτες στα ζώα)

Κατά συνέπεια, οι πολυσακχαρίτες βρίσκονται σε πολλά τρόφιμα και διατηρούν το φυσικό τους ρόλο ως σκελετικές ουσίες (φρούτα και λαχανικά) ή αφομοιωτικές ουσίες (δημητριακά, πατάτες, όσπρια). Απομονωμένοι πολυσακχαρίτες χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στην επεξεργασία τροφίμων είτε σε φυσική μορφή είτε σε τροποποιημένη, όπως πυκνωτικά ή πυκνωματογόνα (άμυλο, αλγινικά άλατα, πηκτίνη, κόμμι γκουάρ) σταθεροποιητές για γαλακτώματα και εναιωρήματα, για το σχηματισμό υμενίων, ουσίες επικάλυψης για την προστασία των ευαίσθητων τροφίμων από ανεπιθύμητες μεταβολές και αδρανή υλικά πληρώσεως για να αυξήσουν την αναλογία μη πεπτομένων ουσιών στη διατροφή.

Στον πίνακα 1 δίνεται μία επισκόπηση των εφαρμογών των πολυσακχαριτών στην τεχνολογία τροφίμων. Οι λειτουργικές ιδιότητες των πολυσακχαριτών βασίζονται στις ιδιαίτερα μεταβλητές ιδιότητές τους, οι οποίες ποικίλουν από τις αδιάλυτες μορφές (κυτταρίνη), μέχρι εκείνες με καλή ικανότητα διόγκωσης και διαλυτότητα σε ζεστό και κρύο νερό (άμυλο, κόμμι γκουάρ). Τα διαλύματα μπορούν να παρουσιάσουν χαμηλό ιξώδες ακόμα και σε υψηλές συγκεντρώσεις (αραβικό κόμμι) ή μπορεί να έχουν εξαιρετικά υψηλό ιξώδες ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις (κόμμια ξάνθης και γκουάρ).

Πίνακας 1 Παραδείγματα εφαρμογής των πολυσακχαριτών στα τρόφιμα

Πεδίο εφαρμογής στα τρόφιμα	Κατάλληλοι πολυσακχαρίτες
Σταθεροποίηση γαλακτωμάτων, αιωρημάτων.	Καραγενάνη, αλγινικά άλατα, πηκτίνη.
Σταθεροποίηση γαλακτωμάτων σε προϊόν απομίμησης γάλακτος σε καφέ, μαρέγκες με χημικά λιπαρά.	Καραγενάνη.
Προστασία παγωτού από τη δημιουργία κρυστάλλων πάγου από την τήξη από το διαχωρισμό φάσεων, βελτίωση υφής.	Αλγινικά άλατα, καρραγενάνη, άγαρ, τραγανθικόκόμμι.
Δέσμευση νερού, βελτίωση της υφής, βελτίωση απόδοσης σε μαλακά τυριά, επαλειφόμενα τυριά, σκευάσματα τυριών.	Αλγινικά άλατα , καρραγενάνη, άγαρ, τραγανθικόκόμμι, κόμμι γκουάρ, κόμμι χαρουπιού.
Αύξηση ιξώδους και ζελατινοποίηση γάλακτος σε πήκτες παρασκευασμένες με ή χωρίς θέρμανση, σε κρέμες για βελτίωση της υφής.	Αλγινικά άλατα, καρραγενάνη , πηκτίνη, κόμμιγκουάρ, κόμμι χαρουπιού, τροποποιημένα άμυλα.
Σταθεροποίηση πρωτεϊνικού αφρού στο ζύθο, σε αναμεμιγμένη κρέμα, μαρέγκες.	Αλγινικά άλατα, καρραγενάνη, άγαρ, αραβικό κόμμι, κόμμεαξανθάνης, καράγια.
Ζελέδες επιδόρπια με βάση το νερό.	Αλγινικά άλατα, καρραγενάνη, πηκτίνη, άγαρ, αραβικό κόμμι.
Σταθεροποίηση γαλακτωμάτων, εγκλωβισμό αρωματικών ενώσεων σε κάψουλες.	Αραβικό κόμμι, κόμμι ξανθάνης.

1.4 Μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες.

Οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες, αποτελούν το βασικό συστατικό των φυτικών ινών. Βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα των φυτών. Αρχικά είχαν οριστεί ως το μέρος του κυτταρικού τοιχώματος των φυτών, το οποίο αντιστεκόταν στην επίδραση των πεπτικών ενζύμων του λεπτού εντέρου. Οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες διακρίνονται στην κυτταρίνη αλλά και στους μη κυτταρινούχους πολυσακχαρίτες όπως οι πηκτίνες και οι γλυκάνες . Επίσης μπορούν να διακριθούν στις διαλυτικές φυτικές ίνες και στις μη διαλυτές. Οι διαλύτες φυτικές ίνες επηρεάζουν την πέψη και την απορρόφηση ουσιών στο λεπτό έντερο, μειώνοντας την απότομη μετα-γευματική αύξηση των επιπέδων της γλυκόζης και των λιπών. Δέχονται επίδραση από τα βακτηρίδια του παχέους εντέρου, επηρεάζοντας το γενικό μεταβολισμό. Διαλυτικές φυτικές ίνες μπορούν να βρεθούν κυρίως στα φρούτα , τα λαχανικά, το κριθάρι, τα ξερά φασόλια και τη βρώμη. Οι αδιάλυτες φυτικές ίνες είναι πιο ανθεκτικές στην επίδραση των βακτηριδίων, βρίσκονται στις περισσότερες μη επεξεργασμένες τροφές όπως το ψωμί ολικής αλέσεως, το αναποφλοιώτο ρύζι, το πίτουρο του σιταριού και στις φλούδες των φρούτων και των λαχανικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Γενικά

Οι όροι κόμμεα ή βλέννες περιλαμβάνουν συνήθως τα πολυσακχαριδικά μακρομόρια που διαλύονται λίγο ή πολύ όταν έρχονται σε επαφή με το νερό για να διαμορφώσουν κολλοειδή διαλύματα ή πηκτώματα. Η σύγχρονη τάση είναι να εγκαταλειφθούν αυτοί οι όροι υπέρ του γενικότερου όρου ‘φυτικά υδροκολλοειδή’ ή ευρύτερα ‘φυτικοί πολυσακχαρίτες. Τα κόμμεα είναι σύνθετα μόρια, πάντα ετερογενή και διακλαδισμένα και περιέχουν ουρονικά οξέα. Εκκρίνονται στην εξωτερική πλευρά του φυτού, θα μπορούσαν και να προκύψουν από το μετασχηματισμό των τοιχωμάτων πολυσακχαριτών και ίσως ακόμα και από το άμυλο. Τα κόμμεα πήζουν αποξηραίνόμενα, είναι αδιάλυτα στους οργανικούς διαλύτες και αυτό είναι που τα διαφοροποιεί από τις ρητίνες.

2.1 Φυτικά υδροκολλοειδή ή φυτικά κόμμεα

Με τον όρο φυτικά κόμμεα εννοούνται ύλες που εκκρίνονται από κάποια φυτά συνήθως μετά τον τραυματισμό τους, με τη συλλογή των τραυματισμένων φυτών και ξήρανση αυτών λαμβάνονται ουσίες οι οποίες απορροφούν εύκολα νερό μετατρέπόμενες σε κολλώδη μάζα. Είναι υδρόφιλοι πολυσακχαρίτες που σχηματίζουν διαλύματα ή μέσα διασποράς με υψηλό ιξώδες, αφού επεξεργαστούν με ζεστό ή κρύο νερό. Στο εμπόριο διατίθενται φυτικά κόμμεα χρησιμοποιούμενα ως πυκνωματογόνα. Από αυτά τα πιο συνηθισμένα είναι το αραβικό κόμμι, το τραγακανθικό κόμμι, και το κόμμι γκουάρ. Τα περισσότερα φυσικά κόμμεα είναι ασφαλή για κατανάλωση από το στόμα, ωστόσο υπάρχουν ορισμένοι τεχνικοί περιορισμοί.

Από χημικής άποψης τα κόμμεα ταξινομούνται στους υδατάνθρακες, καθότι το μόριο τους οικοδομείται από μονάδες απλών σακχάρων ή παράγωγων αυτών. Για αυτό πολλοί τα τοποθετούν ανάμεσα στις ημικυτταρίνες και τις πηκτικές ύλες. Ανάλογα με την προέλευση τους διακρίνονται σε:

- Κόμμεα που προερχόμενα από σπόρους
- Κόμμεα που εκρέουν από τους κορμούς των δέντρων
- Κόμμεα από θαλάσσια φυτά

Αρκετά θαλάσσια φυτά περιέχουν πολυσακχαρίτες με σύσταση και ιδιότητες παραπλήσιες με εκείνες των παραπάνω αναφερθέντων φυτικών κόμμεων. Τα προϊόντα αυτά χαρακτηρίζονται ως θαλάσσια κόμμεα. Τέτοια είναι τα αλγινικά άλατα και οξέα, το άγαρ και οι καραγενάνες. Τα φυτικά κόμμεα ή τα φυσικά φυτικά υδροκολλοειδή έχουν εξυπηρετήσει την επεξεργασία των τροφίμων επί αιώνες και έχουν χρησιμοποιηθεί ως συστατικά τα οποία προκαλούν πύκνωμα, επίσης τα κόμμεα μπορούν να εφαρμοστούν ως πρόσθετα των τροφίμων.

Όλες οι διαδικασίες επεξεργασίας των τροφίμων ,περιλαμβάνουν διαδικασίες μετατροπής, οι οποίες επιδεινώνουν τα χαρακτηριστικά της δομής των τροφίμων, λόγω των μεταβολών που συμβαίνουν στην περιεχόμενη υγρασία ή στη φυσική κατάσταση του περιεχομένου νερού. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η μεταβολή στην ποσότητα του νερού ή στη φυσική του κατάσταση συντελεί σε μεγάλο βαθμό στις μεταβολές της δομής των επεξεργασμένων τροφίμων. Τα φυτικά υδροκολλοειδή είναι ουσίες που έλκουν το νερό, το οποίο μπορεί να επηρεάσει τις συνθήκες επεξεργασίας και τη συμπεριφορά ενός τροφίμου. Δηλαδή τα υδροκολλοειδή συμπεριφέρονται διαφορετικά από τα κοινά συστατικά τροφίμων λόγω της διαδικασίας της ενυδάτωσης, πιο αναλυτικά τα συνηθισμένα συστατικά όπως η σακχαρόζη όταν εκτίθενται στο νερό το μέγεθος των σωματιδίων μειώνεται και η ουσία διαλύεται πλήρως, αντίθετα όταν ένα υδροκολλοειδές προστεθεί στο νερό διογκώνεται σαν σφουγγάρι απορροφώντας νερό, Στις περισσότερες περιπτώσεις το μέγεθος των σωματιδίων αυξάνεται και το υδροκολλοειδές δεν διαλύεται πλήρως στο νερό. Τα κόμμεα δρουν ως πηκτωματογόνα, αυξάνοντας το ιξώδες σε σάλτσες και χυλούς, δρουν επίσης ως ουσίες για την κατακράτηση της υγρασίας σε προϊόντα αρτοποιίας, ως σταθεροποιητές γαλακτωμάτων σε διάφορες μαγιονέζες, ως προστατευτικά κολλοειδών στο σοκολατένιο γάλα και σε σιρόπια, ως αναστολείς της συναίρεσης των πηκτών και των διαφόρων τύπων μαρέγγας, ως σταθεροποιητές του αφρού σε κρέμες σαντιγί και στην μύρα, ως διαυγαστικά μέσα για τα κρασιά και στην μύρα και ως σταθεροποιητές της γεύσης και της οσμής.

Στον πίνακα 2 που ακολουθεί αναφέρονται μερικά φυτικά υδροκολλοειδή και περιγράφονται τα τυπικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και οι κυριότερες εφαρμογές τους στα τρόφιμα.

Πίνακας 2 . Υδροκολλοειδή : χαρακτηριστικά και εφαρμογές

Υδροκολλοειδή	Χαρακτηριστικά / εφαρμογές
Άγαρ	Είναι μια συνδετική και ζελατινοποιητική ουσία στα κονσερβοποιημένα τρόφιμα των κατοικίδιων ζώων αλλά και στις κρούστες ζάχαρης (γλάσο) και στην διακόσμηση των κέικ
Καρραγενάνη	Χρησιμοποιείται για την ιδιότητα της να αντιδρά με το γάλα ή τις πρωτεΐνες, ως σταθεροποιητής στα παγωτά τα κονσερβοποιημένα σιρόπια σοκολάτας, στα γιαούρτια στις πουτίγκες καθώς και στα γλάσο
Κόμμι γκουάρ	Χρησιμοποιείται για την ιδιότητά του να συγκρατεί δεμένες αιωρούμενες στο

	νερό ουσίες και να σταθεροποιεί τα παγωτά, στις κονσερβοποιημένες τροφές των κατοικίδιων ζώων τις κονσερβοποιημένες σαλάτες, τα σιρόπια και τις πουτίγκες
Κόμμι χαρουπιού	Χρησιμοποιείται όπως το κόμμι γκουάρ αλλά χρειάζεται θέρμανση στους 83°C για 15 λεπτά ώστε να διαλυθεί πλήρως στο νερό, ενώ το κόμμι γκουάρ διαλύεται στο κρύο νερό.
Τραγανκανθικό κόμμι	Χρησιμοποιείται ως πηκτική, σταθεροποιητική και γαλακτωματοποιητική ουσία, σε μια ποικιλία υδαρών επιδορπίων, ελαιωδών γαλακτωμάτων αρώματος σε νερό, καθώς και σε μια ποικιλία σάλτσων.

2.2 Κόμμιξανθάνης

Το κόμμι ξανθάνης είναι ένα υδρόφιλο κολλοειδές, το οποίο χρησιμοποιείται σχετικά πρόσφατα στις βιομηχανίες τροφίμων. Έκτοτε έχει χρησιμοποιηθεί αρκετά στα τρόφιμα συμπεριλαμβανομένων και αυτών των κονσερβοποιημένων. Η ξανθάνη είναι ένας πολυσακχαρίτης που παράγεται από το *xanthomonas campestris*, μέσω της διαδικασίας της ζύμωσης και χρησιμοποιείται για τη σταθεροποίηση γαλακτωμάτων τροφίμων λόγω των ιδιοτήτων του, όπως η σταθερότητα και η αντιοξειδωτική δράση. Η ζύμωση είναι αναερόβια, λαμβάνει χώρα κάτω από αυστηρό έλεγχο και το κόμμι λαμβάνεται με κατακρήμνιση με ισοπροπυλική αλκοόλη. Το τελικό προϊόν έχει πολύ υψηλό ιξώδες σε υδατικά διαλύματα, τα οποία είναι ψευδοπλαστικά, ασυνήθους σταθερότητας σε υψηλές θερμοκρασίες, με πολύ σταθερό ιξώδες κατά των μεταβολών των υψηλών θερμοκρασιών. Το κόμμι αυτό μπορεί να συνδυαστεί με μία ευρεία σειρά αλάτων, οξέων και βάσεων, καθώς και σε μεγάλες συγκεντρώσεις αυτών, σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη πηκτική ουσία. Η ξανθάνη είναι ένας πολυσακχαρίτης του οποίου τα μόρια δεν είναι φυσικά συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Βρίσκεται στο εμπόριο σε μορφή λεπτής σκόνης ή μικρών κόκκων γενικότερα είναι άοσμο και άγευστο με μια λιπαρή επίγευση. Επίσης συνδυασμένο με το κόμμι χαρουπιού σχηματίζει θερμοαντιστρεπτές πηκτές. Χρησιμοποιείται στην σταθεροποίηση και στη βελτίωση της υφής της κονσερβοποιημένης πουτίγκας, καθώς και προϊόντων γάλακτος, τα οποία έχουν χαμηλό pH, όπως είναι η ξινή κρέμα, το γιαούρτι. Η ξανθάνη χρησιμοποιείται ευρύτατα στις υδαρούς τύπου επιδόρπιες σαλάτες και είναι μία απαραίτητη πρόσθετη ουσία για την παραγωγή αυτών. Επιπλέον, βελτιώνει όλους τους τύπους των κονσερβοποιημένων σαλατών, με την προσθήκη μικρής ποσότητας κόμμιος ξανθάνης λόγω της αντίστασης της στην υποβάθμιση από την θερμότητα και των εξαιρετικών ιδιοτήτων τις οποίες έχει ως αιώρημα. Σε ποσοστό 0,4% η ξανθάνη παράγει ένα σταθερό προϊόν, το οποίο δεν μεταβάλλεται στους 110°C και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις κονσερβοποιημένες σάλτσες κρέατος. Η ξανθάνη

ως ένα υψηλού βαθμού ψευδοπλαστικό, επιδρά στην στιγμιαία ελάττωση του ιζώδες και έτσι συντελεί στη καλύτερη μεταφορά της θερμότητας.

Είναι εύκολα διαλυτή στο νερό ζεστό ή κρύο και παράγει παχύρρευστα διαλύματα σε χαμηλές συγκεντρώσεις κόμμεος. Η οξύτητα σε εύρος pH 6-9, έχει μικρή επίδραση στο ιζώδες όπου οι αλλαγές στο ιζώδες είναι μικρές ακόμα και πέρα από αυτό το εύρος pH. Το κόμμι ξανθάνης είναι συμβατό με τα περισσότερα άλατα και οξέα των τροφίμων.



Εικόνα 2.2.1. Το κόμμι ξανθάνης σε μορφή εμπορίου.



Εικόνα 2.2.2. Το κόμμι ξανθάνης είναι πολύ διαδεδομένο και στην αρτοποιία.

2.3 Κόμμι γκουάρ

Είναι συνηθισμένο να μιλάμε για κόμμι γκουάρ αλλά είναι λανθασμένη η χρήση της λέξης κόμμι, δεδομένου ότι το προϊόν δεν είναι αποτέλεσμα μιας έκκρισης μετά από τραύμα αλλά προέρχεται από την εξαγωγή των σπόρων *Cyamopsis tetragonoloba*, η σκόνη είναι άοσμη, χωρίς γεύση, και υδατοδιαλυτή σε ζεστό και κρύο νερό. Πρωτοεμφανίστηκε στη βιομηχανία τροφίμων τη δεκαετία του '50 και κυκλοφορεί σε μορφή σκόνης με την κωδική ονομασία E412.

Ως πρόσθετο τροφίμων, χρησιμοποιείται κυρίως ως πυκνωτικό μέσο, και σαν ομογενοποιητής και σταθεροποιητής μιγμάτων σε γλυκά, παγωτά και ζελεδάκια. Σε πολλά τρόφιμα και ποτά, το κόμμι γκουάρ χρησιμοποιείται προκειμένου να αλλάξει το ιξώδες. Στα παγωτά ομογενοποιεί το μείγμα και μειώνει τους κρυστάλλους πάγου. Στα ψημένα αρτοσκευάσματα λειτουργεί ως βελτιωτικό της υφής της ζύμης. Στα τυριά χρησιμεύει για την βελτίωση της υφής τους. Στα προτηγανισμένα τρόφιμα για τη μείωση της πρόσληψης λαδιού. Η απαραίτητη ποσότητα γι' αυτό το σκοπό είναι μικρότερη του 1% του βάρους του τροφίμου. Λιγότερη συχνή είναι η χρήση του ως πηγή φυτικών ινών, και έχει ακόμη πλήθος διαφορετικών εφαρμογών.

Για τη φαρμακευτική βιομηχανία χρησιμοποιούν τον όρο 'γαλακτομαννάνη γκουάρ'. Το κόμμι γκουάρ είναι ένας ουδέτερος πολυσακχαρίτης που λειτουργεί ως διαλυτή διαιτητική ίνα και σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει, η κατανάλωσή του φαίνεται να έχει οφέλη για την υγεία, αποτελεί καλή εναλλακτική πηγή φυτικών ινών για τα άτομα που δεν μπορούν να προσλάβουν την απαραίτητη ημερήσια ποσότητα μέσα από το διαιτολόγιό τους, ή για κάποιο λόγο τις έχουν αποκλείσει. Εξομαλύνει τη λειτουργία του εντέρου έχει ευεργετική δράση σε περιπτώσεις ευερέθιστου εντέρου κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι η σκόνη λειτουργεί σαν προβιοτικό και λόγω της ιδιότητάς του να απορροφά τη σωστή ποσότητα υγρών, ελαττώνει τα συμπτώματα δυσκοιλιότητας διάρροιας και κοιλιακού πόνου. Η χρήση του αυξάνει το αίσθημα κορεσμού της πείνας, και συντελεί στη μείωση της κατανάλωσης τροφής και στην απώλεια βάρους. Ακόμη έχει βρεθεί ότι η συχνή κατανάλωση συμβάλλει στη μείωση των τριγλυκεριδίων και των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα και στην ισορροπία των επιπέδων γλυκόζης. Περιέχει περίπου 75% φυτικές ίνες και έχει ελάχιστη επίδραση στη γεύση και την υφή των τροφίμων και ποτών που αναμειγνύεται.

Τα φύλλα του φυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως το σπανάκι, και οι φρέσκοι λοβοί γίνονται σαλάτα ή μαγειρεύονται όπως άλλα λαχανικά. Τα αποξηραμένα φασόλια καταναλώνονται ολόκληρα ή σε μορφή σκόνης. Έχουν λίγες θερμίδες (15 Kcal ανά 100 γραμμάρια) αλλά είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, μέταλλα και φυτικές ίνες. Τα φασόλια είναι πλούσια σε βιταμίνες C, K, A, και φυλλικό οξύ, καθώς και σε ασβέστιο, σίδηρο, μαγνήσιο και κάλιο, από τα πλέον απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, που έχουν μια ποικιλία από οφέλη για την υγεία κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης το φυλλικό οξύ, το σίδηρο και το ασβέστιο είναι απαραίτητα για τα οστά. Ο συνδυασμός πρωτεϊνών, φυτικών ινών και ελάχιστων θερμίδων βοηθά στην υγεία της καρδιάς. Τα φασόλια γκουάρ ενώ είναι πολύ θρεπτικά, η πρωτεΐνη που περιέχουν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο εκτός εάν πρώτα ψηθούν, όπως συμβαίνει και με άλλα ψυχανθή.

Το αλεύρι από το κόμμι γκουάρ λαμβάνεται από το ενδοσπέρμιο σπόρων του οσπριοειδούς φυτού *Cyamopsis tetragonoloba*. Ο σπόρος απογυμνώνεται και αφαιρείται το φύτρο. Εκτός από τον πολυσακχαρίτη κόμμι γκουάρ, το αλεύρι από γκουάρ περιέχει 10-15% υγρασία, 5-6% πρωτεΐνες, 2,5% ακατέργαστες ίνες και 0,5-0,8% τέφρα. Το φυτό καλλιεργείται στην Ινδία, Πακιστάν και στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το κόμμι γκουάρ σχηματίζει ιδιαίτερος ιξώδη διαλύματα, το ιξώδες των

οποίων εξαρτάται από την ταχύτητα διάτμησης. Είναι ένας γαλακτωματοποιητής και υπό ορισμένες προϋποθέσεις, παράγοντας σχηματισμού γέλης. Το κόμμα γκουάρ χρησιμοποιείται ως πυκνωτικό μέσο, σαν πρόσθετο και ως σταθεροποιητής σε dressing για τις σαλάτες και στα παγωτά. Επίσης μπορεί να βρεθεί στην κρέμα γάλακτος, σε επεξεργασμένα τυριά και για μείγματα κέικ.



Εικόνα2.3.1. Σκόνη γκουάρ



2.3.2. Φυτό από το οποίο παράγετε το κόμμα γκουάρ.

2.4 Κόμμα χαρουπιού

Το κόμμα χαρουπιού ονομάζεται και κεράτιο, κοινός ονομάζεται χαρουπάλευρο, ο πολτός των καρπών είναι φτωχός σε λιπίδια και σε πρωτεΐνες, περιέχει διαλυτά σάκχαρα και συμπυκνωμένες ταννίνες. Μετά από κονιοποίηση και ψήσιμο αναπτύσσει μια μυρωδιά κακάο (δυσνητικό υποκατάστατο). Οι σπόροι χαρουπιού προέρχονται από ένα αειθαλές δέντρο που καλλιεργείται στην περιοχή της Μεσογείου από αρχαιότατων χρόνων. Ο μακρύς εδάδιμος, σαρκώδης λοβός που περιέχει τους σπόρους χρησιμοποιείται και ως χαρτονομή. Οι σπόροι χαρουπιού

αποτελούνται από 30-33% περίβλημα, 23-25% φύτρο και 42-46% ενδοσπέρμιο. Αυτοί, αλέθονται και το ενδοσπέρμιο αποχωρίζεται και χρησιμοποιείται όπως το αλεύρι από γκουάρ. Το εμπορικό αλεύρι περιέχει 88% γαλακτομαννογλυκάνη, 5% άλλους πολυσακχαρίτες, 6% πρωτεΐνες και 1% τέφρα. Ο κύριος πολυσακχαρίτης του κόμμεος χαρουπιού είναι ο ίδιος με αυτόν του κόμμεος γκουάρ όπως και οι φυσικές ιδιότητες, εκτός από το ιξώδες του διαλύματος δεν είναι τόσο υψηλό. Είναι μερικώς διαλυτό σε ψυχρό νερό και διαλύεται πλήρως σε θερμό νερό, μετά από ψύξη παρέχει ψευδοπλαστικά διαλύματα υψηλού ιξώδους που αντέχουν σε μεγάλες αλλαγές στο pH και στην προσθήκη ανόργανων αλάτων.

Το αλεύρι από τους σπόρους χαρουπιού, χρησιμοποιείται ως πυκνωτικό μέσο σύνδεσης, ως σταθεροποιητής στην κονσερβοποίηση κρέατος, σε dressing σαλάτας, λουκάνικα, μαλακά τυριά και παγωτά. Επίσης βελτιώνει την ικανότητα δέσμευσης νερού και ζύμης ειδικά όταν χρησιμοποιείται αλεύρι χαμηλής περιεκτικότητας σε γλουτένη.

Η βλέννη από το ενδοσπέρμιο του χαρουπιού μπορεί να δοθεί σε βρέφη που εμφανίζουν εμετούς. Οι καρποί (χωρίς σπέρματα) χρησιμοποιούνται για τη συμπληρωματική θεραπεία των εκδηλώσεων της λειτουργίας δυσπεψίας και της ήπιας διάρροιας, ως συμπλήρωμα στις δίαιτες απώλειας βάρους. Τέλος εξαιτίας των πυκνωτικών ιδιοτήτων του, τα διαλύματα με κόμμι χαρουπιού βρίσκουν χρήση και στην τεχνολογία τροφίμων, τη βιομηχανία φαρμάκων και στα κλωστοϋφαντουργία.



Εικόνα 2.4.1 Αποξηραμένο κόμμι χαρουπιού



Εικόνα2.4.2. Κόμμα χαρουπιού στο δέντρο.

2.5 Καρραγενάνες

Οι καρραγενάνες είναι φυσικά πυκνωτικά ή σακχαρίτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται συχνά στη βιομηχανία τροφίμων ως πρόσθετα τροφίμων. Η κύρια χρήση τους είναι στα γαλακτοκομικά προϊόντα αλλά και στα προϊόντα κρέατος, εξαιτίας των ισχυρών δεσμών που δημιουργούνται από τη καρραγενάνη με τις πρωτεΐνες των τροφίμων. Η καρραγενάνη παρόλο που εμφανίστηκε τον 9^ο αιώνα, οι επιστημονικές έρευνες εξακολουθούν να είναι ενεργές και να συνεχίζουν να μελετούν τη δομή και τις ιδιότητές της καθώς και τον πραγματικό αντίκτυπο στον ανθρώπινο οργανισμό.

Οι καρραγενάνες εξάγονται από τα κόκκινα φύκια (ροδοφύκη), λειτουργούν καλύτερα όταν βρεθούν σε ζεστό νερό αυτός είναι και ο λόγος που καλλιεργούνται σε χώρες όπως οι Φιλιππίνες, τον Καναδά, τη Χιλή, την Ινδονησία και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Έχουν πολλές εφαρμογές στην βιομηχανία τροφίμων αλλά και στον φαρμακευτικό κλάδο. Οι καρραγενάνες απομονώνονται από τους πολυσακχαρίτες των θαλάσσιων ροδοφυκών και χρησιμοποιούνται ευρέως ως πρόσθετο τροφίμων όπως γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές και ως πυκνωτικά μέσα. Υπάρχουν 3 τύποι καρραγενάνης

- Η κάππα
- Η γιώτα
- Η λάμδα

Είναι ασφαλής για τη χρήση σε παγωτό , γάλα σόγιας και σάλτσες αλλά και σε προϊόντα κρέατος, συνήθως χρησιμοποιείται μαζί με το φυτικό υδροκολλοειδές την ξανθάνη. Από τις πολλές μορφές της καρραγενάνης η λ-καρραγενάνη είναι μια θειική γαλακτάνη η οποία έχει απομονωθεί από τα ροδοφύκια και έχει αναφερθεί ότι έχει πολλών ειδών βιολογικές δραστηριότητες, ανάμεσα στις οποίες είναι και η σημαντική

ανοσοτροποποιητική δραστηριότητα έναντι των όγκων μέσω της ενεργοποίησης του ανοσοποιητικού συστήματος. Επίσης υδατικό διάλυμα από το θαλάσσιο φύκος *capsosiphonfulvscens*, έχει αναφερθεί ότι έχει ανασταλτική δράση σε καρκινικά κύτταρα ανθρώπινης κυτταρικής σειράς. Η χαμηλή τοξική δραστηριότητα της καρραγενάνης, σε συνδυασμό με τη αντικαρκινική και τη ανοσορυθμιστική του δραστηριότητα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και μπορεί να συνιστάτε σε αντικαρκινικές θεραπείες, ενώ μπορεί να δώσει σημαντικές ανακαλύψεις για την καλύτερη διαχείριση των ασθενειών σχετικών με τον καρκίνο.



Εικόνα 2.5.1. Φυτό από το οποίο παράγεται η καρραγενάνη

2.6 Πηκτίνη

Οι πηκτίνες είναι ουσίες φυτικής προέλευσης οι οποίες βρίσκονται σε φρούτα και λαχανικά, περιέχουν πηκτινικό οξύ ως κύριο συστατικό ανήκουν στους ετεροπολυσακχαρίτες οι οποίοι σχηματίζουν πηκτές ή πηκτώματα. Χαρακτηρίζονται και ως υδρόφιλα ιξώδη κολλοειδή που έχουν την ικανότητα να απορροφούν και να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού. Βρίσκονται σε φρούτα και στους κονδύλους, έχουν σημαντικό ρόλο στην υφή και τη συνεκτικότητα των φρούτων και το λαχανικών καθώς, προκαλούν μεταβολές όπως το μαλάκωμα της σάρκας των φρούτων κατά την ωρίμανση τους επίσης, επηρεάζουν την θολότητα των πολτών και των συμπυκνωμένων φρούτων έτσι δημιουργείται η απώλεια της κολλοειδούς σταθερότητας στους χυμούς.

Με την χρήση αυτών των ουσιών δημιουργούνται πηκτές (ζελέδες), κατά τη θέρμανση των χυμών φρούτων και λαχανικών με ζάχαρη ή οξέα. Οι πηκτίνες ανήκουν και έχουν ανάλογη βιολογική δράση με τις άπεπτες φυτικές ίνες. Στην βιομηχανία τροφίμων λειτουργούν ως πυκνωτικά μέσα , σταθεροποιητές δηλαδή ως πρόσθετα που διατηρούν τη δομή των τροφίμων. Ο σχηματισμός των πηκτινών είναι ένα από τα πολύτιμα χημικά πρόσθετα στην βιομηχανία των μαρμελάδων, ζελέδων, πελτέδων. Είναι απαραίτητη η παρουσία των αφυδατικών ουσιών και του κατάλληλου pH. Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα ένα θέμα είναι η διαύγαση των χυμών (διαφάνεια στα κρασιά) αλλά και η επιθυμητή θολότητα (τοματοχυμός, αναψυκτικά) και οι δύο ιδιότητες εξαρτώνται από τις πηκτικές ουσίες. Για να διατηρήσουμε τη θολερότητα

πρέπει να παρεμποδίσουμε την αποεστεροποίηση της πηκτίνης με την αδρανοποίηση εστερασών πηκτίνης κάνοντας θέρμανση μετά την εκχύμωση.



Εικόνα 2.6.1. μορφή πηκτίνης για τις μαρμελάδες

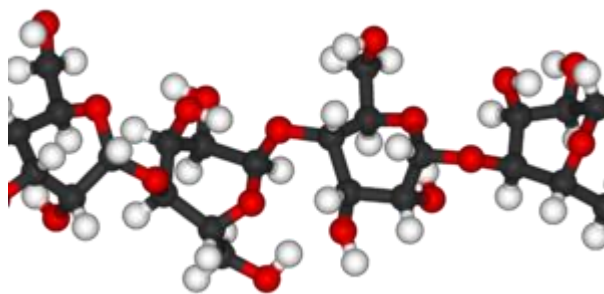
2.7 Κυτταρίνη

Η κυτταρίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης, αποτελείται από περισσότερα από 10.000 μόρια γλυκόζης που ενώνονται και σχηματίζουν ευθείες αλυσίδες. Είναι η πιο διαδεδομένη οργανική ένωση στον κόσμο καθώς είναι ένας δομικός πολυσακχαρίτης των φυτών και αποτελεί το κύριο συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος των φυτικών κυττάρων. Μια ακόμα χρήση της κυτταρίνης είναι στα προϊόντα οικιακής χρήσης, σε ορισμένες τροφές σε ζελέ για τα μαλλιά και σε καθαρτικά.

Το κόμμα κυτταρίνης είναι ένα βασικό συστατικό που βοηθά στην διατήρηση ορισμένων χαρακτηριστικών, όπως η σταθεροποίηση ενός προϊόντος ζύμης, δημιουργεί το πάχος σε ένα γελή βοηθάει στο να κρατήσει δύο υγρά ενωμένα. Είναι μια δημοφιλής ουσία χάρις στην ικανότητά της να στερεοποιεί ένα προϊόν. Το κόμμα κυτταρίνης λαμβάνεται από τα δέντρα είναι, ανανεώσιμη, άφθονη και φθηνή ύλη και μπορεί να απορροφήσει 15 με 20 φορές το βάρος της όταν συνδυάζεται με νερό.

Η κυτταρίνη συμβάλει στη σταθεροποίηση των προϊόντων ζύμης και κείκ, βελτιώνοντας τη συνολική διάρκεια ζωής. Στον ανθρώπινο οργανισμό δεν δημιουργεί καμία παρενέργεια και είναι απολύτως ασφαλές καθώς περνάει από το πεπτικό σύστημα ανέπαφο. Το κόμμα κυτταρίνης χρησιμοποιείται σε διάφορους κλάδους και εφαρμογές κυρίως στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, σε σάλτσες, κατεψυγμένες ζύμες, χυμούς, συμπυκνωμένα ποτά, σούπες, παγωτά, λιωμένα τυριά, παρασκευάσματα φρούτων και γαλακτωματοποιημένα προϊόντα και σε προϊόντα κρέατος.

Τέλος, το κόμμα κυτταρίνης μαζί με τα παράγωγα του χρησιμοποιείται και στη βιομηχανία καλλυντικών όπως ζελέ για τα μαλλιά, κρέμες ξυρίσματος, σαμπουάν και στις μάσκες ομορφιάς αλλά και στα φαρμακευτικά προϊόντα όπως τα καθαρτικά και τα αντιόξινα.



Εικόνα 2.7.1. Τρισδιάστατη απεικόνιση κυτταρίνης

2.8 Κόμμι τραγακάνθης

Προέρχεται από το δέντρο *astragalusgummiferlabill*, το κόμμι μπορεί να ρέει φυσικά ή μετά από τομή στον κορμό και τα κλαδιά του δέντρου. Πρόκειται για φυλλοβόλο θάμνο, έρπουσας ανάπτυξης και αγκαθωτής κόμης, ύψους 0,3m και διαμέτρου 2m. Έχει σύνθετο, γλαυκό, φυλλοβόλο φύλλωμα και λευκά άνθη το Μάιο και Ιούνιο. Αναπτύσσεται καλύτερα σε προσήλιες θέσεις, σε υγρά, γόνιμα εδάφη και είναι ανθεκτικό σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Περιλαμβάνει πάνω από 1600 είδη θάμνων και ποωδών φυτών. Το κόμμι του παράγεται σήμερα κυρίως στο Ιράν. Η παραγωγή του κόμμιος είναι κεντρομόλος και το κόμμι συσσωρεύεται στην εντεριώνη και τις εντεριώνες ακτίνες, τα κυτταρικά τοιχώματα των οποίων αργότερα εξαφανίζονται. Μια τομή στα κλαδιά προκαλεί άμεση έκκριση του κόμμιος που έχει κατεύθυνση προς τα έξω σαν παχύρευστη κορδέλα με σχήμα ελικοειδές. Το κόμμι τραγακάνθης είναι άοσμο και άγευστο αποτελείται από λεπτές γραμμωτές κατά μήκος και κυματοειδείς κατά την εγκάρσια κατεύθυνση.

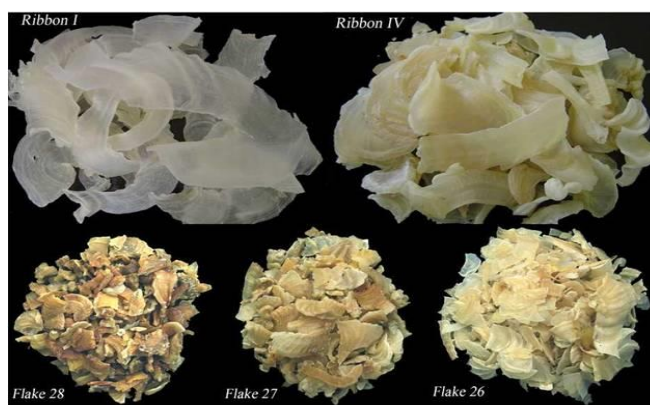
Το ανεπεξέργασμενο κόμμι τραγακάνθης, θεωρείται ότι είναι ένα μείγμα δύο πολυσακχαριτών: της τραγακανθίνης (30-40%) η οποία είναι ουδέτερη και διαλυτή σε μείγματα με νερό και αλκοόλη και σχηματίζει κολλοειδές διάλυμα. Το δεύτερο συστατικό είναι η βυσορίνης (60-70%) ή αλλιώς τραγακανθικό οξύ, είναι όξινη καθιζάνει με την παρουσία αιθανόλης και διογκώνεται παρουσία νερού για να σχηματίσει γέλη.

Η 'ραχοκοκαλία' του μορίου είναι μια αλυσίδα 1→4 που συνδέεται με γαλακτουρονικά οξέα. Η αλυσίδαυποκαθίσταται από μονάδες ξυλόζης ή από δισακχαρίτες, είναι συμβατή με τα περισσότερα φυτικά υδροκολλοειδή και διατηρείται εύκολα.

Χρησιμοποιείται στην κινεζική ιατρική εδώ και χιλιετίες, συνήθως σε συνδυασμό με άλλα είδη βότανα, ενισχύοντας το ανθρώπινο σώμα κατά των ασθενειών. Το τραγακάνθινο κόμμι είναι φυσικός πολυσακχαρίτης και έχει πολλές βιομηχανικές χρήσεις. Έχει χρησιμοποιηθεί, για την αντιμετώπιση του επίμονου βήχα, για την θεραπεία της δυσκοιλιότητας ακόμη και ως αφροδισιακό. Περιέχει

αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ουσίες. Στις σύγχρονες φαρμακευτικές χρήσεις του έχει το ρόλο συγκολλητικής ουσίας σε χάπια, ταμπλέτες και γαλακτωματοποίησης των σταγονιδίων ελαίου σε λοσιόν, κρέμες και αλοιφές. Η μεγάλη του απορροφητική ικανότητα στο νερό το καθιστά μια άριστη πηκτική ουσία με εφαρμογές σε πολλά καθημερινά εμπορικά προϊόντα όπως καλλυντικά, οδοντόπαστα, ζελατίνες, σιρόπια, μαγιονέζα, σάλτσες, ηδύποτα, καραμέλα, παγωτά και γρανίτες.

Έχουν ψευδοπλαστική συμπεριφορά η οποία μαζί με τον ανιοντικό χαρακτήρα τους, τα κάνει καλούς σταθεροποιητές για εναιωρήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχηματισμό και τη σταθεροποίηση γαλακτωμάτων, αυξάνει το ιξώδες της υδατικής φάσης και μειώνει την επιφανειακή τάση στη μεσεπιφάνεια των λαδιού/νερού γαλακτωμάτων. Επειδή υπάρχουν υποκατάστατα προϊόντα όπως το ξανθακικό κόμμι και λόγω της σπανιότητάς του, αυτό το κόμμι, χρησιμοποιείται σπάνια στην τεχνολογία τροφίμων παρά του ότι είναι ένα εγκεκριμένο πυκνωτικό.



Εικόνα 2.8.1. Μορφή τραγακανθικού κόμμεος



Εικόνα 2.8.2. Φυτό από το οποίο προέρχεται το κόμμι τραγακανθης.

2.9 Αραβικό κόμμι

Το αραβικό κόμμι είναι το εκχύλισμα που ρέει από τον κορμό ή τα κλαδιά του φυτού *acaciaSenegal* και τα άλλα είδη ακακίας αφρικανικής προέλευσης. Συλλέγεται

τόσο το κόμμι που ρέει φυσικά όσο και αυτό που σχηματίζεται μετά τη χάραξη του φλοιού (εγκάρσια τομή και τράβηγμα του φλοιού και στις δύο πλευρές). Οι λωρίδες του φλοιού αφαιρούνται χωρίς να τραυματίζουν το κόμβο, το οποίο αναγεννά το φλοιώμα και εκρέει κόμμι για μερικές βδομάδες. Το κόμμι συλλέγεται και ταξινομείται σε διάφορες εμπορικές κατηγορίες κυρίως με κριτήριο το χρώμα.

Το κόμμι είναι άοσμο, άγευστο και κολλάει στην γλώσσα. Σε μορφή σκόνης έχει το χρώμα περισσότερο ή λιγότερο κίτρινο -λευκό και διαλύεται πολύ αργά σε διπλάσια μάζα νερού για να σχηματίσει ένα διάλυμα που είναι παχύρρευστο, κολλώδες και ασθενώς όξινο.

Το κύριο συστατικό του είναι ο όξινος πολυσακχαρίτης που εμφανίζεται στη φυσική του κατάσταση δηλαδή ως άλας. Το πολυμερές ποικίλοι ανάλογα με το δέντρο, τη γεωγραφική προέλευση του και το χρόνο συγκομιδής του. Η βασική του δομή είναι μια 1→3 γαλακτάνη, υποκατεστημένη με αραβινόζη και από περίπλοκους ολιγοσακχαρίτες που περιλαμβάνουν τη D-γαλακτόζη, L- αραβινόζη, L-ραμινόζη και το D- γλυκορονικό οξύ.

Το αραβικό κόμμι είναι μαλακτικό και βηχικό και χρησιμοποιείται στη σύνθεση κλασικών παρασκευασμάτων. Σχηματίζει παχύρρευστα διαλύματα η συμπεριφορά των οποίων είναι νευτώνεια και σε υψηλές συγκεντρώσεις ψευδοπλαστική. Το ιξώδες επηρεάζεται τόσο από το είδος όσο και από την περίοδο συγκομιδής, το pH, τη θερμοκρασία και την παρουσία ηλεκτρολυτών η οποία το μειώνει. Είναι συμβατό με πολλά φυτικά υδροκολλοειδή, το ιξώδες και η πολύ καλή σταθερότητα σε όξινες συνθήκες το καθιστούν ένα ενδιαφέρον εργαλείο στη φαρμακευτική τεχνολογία ως σταθεροποιητή σε εναιωρήματα αλλά και σαν γαλακτωματοποιητή, παράγοντας επικάλυψη αρωματικών ουσιών και πρόσθετο για την παρασκευή στερεών σκευασμάτων προοριζόμενων για χορήγηση από το στόμα. Αποτελεί αντικείμενο επιστημονικού ενδιαφέροντος λόγω της ιδιότητάς του ως φυσικό πρεβιοτικό. Ως πολυσακχαρίτης, φτάνει σχεδόν ανέπαφος και απορροφάται από το παχύ έντερο, όπου και ασκεί την πρεβιοτική του δράση. Η δράση αυτή έχει να κάνει με το ότι αποτελεί τροφή για τα ευεργετικά βακτήρια του εντέρου μας, που αποτελούν την εντερική μας χλωρίδα.

Το αραβικό κόμμι είναι χρήσιμος, αν και ιδιαίτερα ακριβός, πηκτικός παράγοντας, γαλακτοματοποιητής, υφοποιητής και διαμορφωτής φιλμ. Επίσης, χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ποτών ως σταθεροποιητής γεύσεων και αιθέρεων ελαίων, για παράδειγμα στις συγκεντρώσεις αναψυκτικών. Το αραβικό κόμμι χρησιμοποιείται και στη ζαχαροπλαστική: στις σκληρές τσίγλες, στις παστίλιες και ως σταθεροποιητής αφρών σε κάποιο είδος λουκουμιών. Επιπλέον είναι ένας μη τοξικός σταθεροποιητής και γαλακτοματοποιητής ο οποίος είναι άχρωμος και σταθερός χρησιμοποιείται για την ικανότητα του να σχηματίζει κολλοειδή μικροσφαιρίδια με πρωτεΐνες.



Εικόνα 2.9.1. Το αραβικό κόμμι στο δέντρο.



Εικόνα 2.9.2. Το αραβικό κόμμι μετά την συλλογή του

2.10 Κόμμι καράγια ή *sterculiacum*

Το κόμμι καράγια είναι το σκληραϊνόμενο στο αέρα προϊόν του φυσικού ή έπειτα από τομή, παχύρευστου εξιδρώματος από τον κορμό και τα κλαδιά των *sterculiaurensroxd*, *sterculiatomentosaguill* και άλλων συγγενικών ειδών. Το παρέγχυμα του φλοιού του κορμού και των κλαδιών περιέχει εκκριτικούς αγωγούς εντός των οποίων συσσωρεύεται το κόμμι.

Η δομή του αποτελείται από ακανόνιστες ημιδαφανείς, ροζ-λευκές έως καστανές μάζες που έχουν οσμή οξικού οξέος. Αυτό το κόμμι είναι μερικώς αδιάλυτο στο νερό (τα σωματίδια του κόμμιος απορροφούν νερό και διογκώνονται σε σημαντικό βαθμό σχηματίζοντας ένα εξαιρετικά ιζώδες εναιώρημα). Το κόμμι αυτό, είναι τύπου Β (γλυκανοραμνογαλακτουρανάνη) με τη βασική του μονάδα αποτελούμενη από εναλλασσόμενο α-D- γαλακτουρονικό οξύ που συνδέεται μέσω της C₄ θέσης και α-L-ραμνόζης που συνδέεται με τη C₂ θέση. Η αλυσίδα είναι υποκαταστημένη στις ομάδες υδροξυλίου C₂, C₃ του γαλακτουρονικού οξέος και σε ορισμένες ομάδες υδροξυλίου του C₄ της ραμνόζης από D-γαλακτόζη και D-γλυκουρονικό οξύ.

Αν και αρχικά θεωρήθηκε ως υποκατάστατο για το κόμμι τραγακάνθης, το κόμμι καράγια έχει πολλά πλεονεκτήματα που εξηγούν την εκτεταμένη χρήση του στη φαρμακευτική βιομηχανία. Η ικανότητα του να σχηματίζει παχύρευστα εναιωρήματα ενώ διογκώνεται σημαντικά, το καθιστούν διογκωτικό. Δεν υφίσταται ζύμωση, δεν απορροφάται, δεν διασπάται και δεν είναι τοξικό. Ενδείκνυται για τη συμπτωματική θεραπεία της δυσκοιλιότητας και συνταγογραφείται μόνο του ή σε συνδυασμό με διάφορες δραστικές ουσίες. Επίσης χρησιμοποιείται γιατί περιέχει ένα αίσθημα κορεσμού έχοντας μηδενική θερμιδική αξία και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα στις δίαιτες απώλειας βάρους. Σπάνια χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, ωστόσο πρόκειται για ενδιαφέρον συστατικό στον τομέα της φαρμακευτικής τεχνολογίας και στη βιομηχανία καλλυντικών.



Εικόνα 2.10.1. Δέντρο από το οποίο παράγεται το κόμμι καράγια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Γενικά

Τα υδροκολλοειδή, όπως όλες οι ενώσεις, έχουν κάποιες ιδιότητες τέτοιες είναι η ικανότητα συγκράτησης νερού, η ικανότητα συγκράτησης ελαίου, η δημιουργία γαλακτωμάτων και η σταθεροποίησή τους, το υψηλό ιξώδες και η διαλυτότητα. Αυτές οι ιδιότητες των υδροκολλοειδών, όταν επεξεργαστούν, μεταφέρονται στα τρόφιμα δίνοντας τους αυτό το χαρακτηριστικό όπου θα τα βοηθήσει και θα τα αναβαθμίσει είτε βελτιώνοντας τη σύσταση του κάθε προϊόντος είτε την γεύση τους, την υφή τους και την εμφάνιση τους και γενικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους.

3.1 Ικανότητα συγκράτησης νερού

Η ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΝ) (waterholdingcapacity, WHC) αναφέρεται στα προϊόντα κρέατος, εκφράζει τη δύναμη με την οποία το κρέας κάτω από την επίδραση διαφόρων δυνάμεων, συγκρατεί το νερό που φυσιολογικά περιέχει αλλά και το επιπλέον νερό που προστίθεται σε αυτό κατά την επεξεργασία του. Για τη βιομηχανία τροφίμων η ικανότητα συγκράτησης νερού, αποτελεί βασικό κριτήριο επιλογής του κρέατος για την παραγωγή ενός συγκεκριμένου προϊόντος αφού επηρεάζει την απόδοσή του σε τελικό προϊόν.

Όσον αφορά τα υδροκολλοειδή οι ιδιότητες ενυδάτωσης επηρεάζονται από την ικανότητα διόγκωσης, τη διαλυτότητα και την ικανότητα συγκράτησης νερού. Η ευρεία βιομηχανική εφαρμογή των εκχυλισμάτων των υδροκολλοειδών οφείλεται στην ικανότητα συγκράτησης νερού για την παραγωγή ηλεκτωμάτων, τη βελτίωση της υφής και το σχηματισμό κρυστάλλων πάγου και την κατακράτηση νερού. Η διαδικασία καθαρισμού των κόμμεων αύξησε την ικανότητα συγκράτησης νερού η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως οι συνθήκες εξαγωγής και καθαρισμού, την περιοχή επαφής μεταξύ της επιφάνειας των υδροκολλοειδών και του νερού, από την ένταση της αλληλεπίδρασης των πρωτεϊνών με τα μόρια του νερού με μόρια πολυσακχαριτών, τις θέσεις ενυδάτωσης, τη διαμόρφωση πρωτεϊνών και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο καθαρισμός των υδροκολλοειδών μπορεί να προκαλέσει την ξεδίπλωση των συστατικών πολυσακχαριτών οδηγώντας έτσι σε υψηλότερο ποσοστό διακλάδωσης που επηρεάζει την ικανότητα απορρόφησης ύδατος.

Είναι γνωστό ότι οι καταναλωτές ζητούν από τα προϊόντα κρέατος και όχι μόνο, να έχουν την απόλαυση της γεύσης χωρίς τα αρνητικά αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρουν για την υγεία τους. Σε αυτό έρχονται να βοηθήσουν τα υδροκολλοειδή καθώς η ζήτηση για άπαχο κρέας με την ίδια γεύση είναι πλέον ανάγκη. Σύμφωνα με μια ερευνητική εργασία, βρέθηκε ότι τα υδροκολλοειδή κόμμι ξανθάνης, οι καραγενάνες και το κόμμι *karaya* έχουν υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατα λίπους σε σκευάσματα τροφίμων χαμηλών λιπαρών και θερμίδων. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που έχουν εισέλθει δυναμικά στις βιομηχανίες τροφίμων, καθώς έχει αυξηθεί η ανάγκη για μειωμένα λιπαρά στο κρέας και στα γαλακτοκομικά προϊόντα.

3.2 Ικανότητα συγκράτηση ελαίου

Η ικανότητα συγκράτησης ελαίου (oilholdingcapacity, OHC) είναι από τις πιο αξιοσημείωτες λειτουργικές ιδιότητες ενός υδροκολλοειδούς που αντιπροσωπεύει την ικανότητα απορρόφησης πετρελαίου.

Μερικοί πολυσακχαρίτες προσδίδουν κάποια λιπαρά χαρακτηριστικά δεσμεύοντας μεγάλες ποσότητες λίπους, προκαλώντας έτσι πλαστικότητα, λιπαρότητα και αίσθημα τήξης. Η ικανότητα συγκράτησης ελαίου των υδροκολλοειδών εξαρτάται από τη χημική και διαμορφωτική δομή του υδροκολλοειδούς π.χ. την αναλογία και τη θέση των υδρόφοβων προς υδρόφιλες ομάδες που υπάρχουν στην υδροκολλοειδή δομή. Το υψηλό OHC σχετίζεται με την ενίσχυση του υδρόφοβου χαρακτήρα. Ο μηχανισμός συγκράτησης πετρελαίου αποδίδεται κυρίως, στη φυσική παγίδευση του ελαίου από τις μη πολικές αλυσίδες πρωτεϊνών. Η υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης πετρελαίου μπορεί επίσης να οφείλεται στην παρουσία μη πολικών αμινοξέων. Οι διαδικασίες καθαρισμού οδήγησαν σε σημαντική μείωση της ικανότητας απορρόφησης ελαίου. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία μη πολικών πλευρικών αλυσίδων και του υδρόφοβου κλάσματος που μπορούν να δεσμεύσουν τις μονάδες υδρογονανθράκων του ελαίου, προκαλώντας έτσι τη μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης ελαίου ενώ η διαδικασία καθαρισμού είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση αυτών των υδρόφοβων ακαθαρσιών.

3.3 Διαλυτότητα

Η διαλυτότητα είναι η βασικότερη ιδιότητα των υδροκολλοειδών καθώς το λέει και το όνομά τους μπορούν να διαλύονται στο νερό. Ορισμένα υδροκολλοειδή προκαλούν τις μέγιστες λειτουργικές τους ιδιότητες μετά από πλήρη διάλυση στο νερό. Η πλήρης διαλυτότητα είναι επίσης ευνοϊκή από την άποψη της εμφάνισης και της υφής. Η αλληλεπίδραση των υδροκολλοειδών με τα μόρια του νερού μπορεί να μειώσει τον ρυθμό διάχυσης και των μορίων ύδατος στο υδροκολλοειδές πλέγμα. Όπως έχει αναφερθεί από διάφορους ερευνητές, χρειάζεται μια διαδικασία θέρμανσης για να διαλύσει εντελώς ορισμένα από τα υδροκολλοειδή προκειμένου να προκαλέσει το πλήρες ιξώδες. Ωστόσο, η διαδικασία θέρμανσης δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλή επειδή το ιξώδες μπορεί να μειωθεί λόγω θερμικής υδρόλυσης του υδροκολλοειδούς.

Το μέγεθος των σωματιδίων είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει τη διαλυτότητα. Τα μεγαλύτερα σωματίδια χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να διαλυθούν λόγω του μεγαλύτερου χρόνου που απαιτείται για τη διείδυση νερού στο δείγμα. Αντίθετα, η παρουσία μικρότερων σωματιδίων οδηγεί σε μικρότερο χρόνο για τη διείδυση νερού στο δείγμα, προκαλώντας έτσι καλύτερη διαλυτότητα. Το ευρύ φάσμα διαλυτότητας μπορεί να οφείλεται στο διαφορετικό μέγεθος σωματιδίων, ακατέργαστων κόμμεων που εκχυλίζονται υπό διαφορετικές συνθήκες εκχύλισης, ένα ακάθαρτο κόμμι μπορεί να μην διαλύεται πλήρως στο νερό λόγω της παρουσίας αδιάλυτων σωματιδίων και ακαθαρσιών, η τέλεια απομάκρυνση αυτών των

ανεπιθύμητων ακαθαρσιών εξαρτάται από τις συνθήκες καθαρισμού. Για παράδειγμα η διαδικασία χημικού καθαρισμού είναι πιο αποτελεσματική για να μειώσει την περιεκτικότητα των ακαθαρσιών. Τα υδροκολλοειδή συμπεριφέρονται διαφορετικά από τα κοινά συστατικά τροφίμων λόγω της διαδικασίας ενυδάτωσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις το μέγεθος των σωματιδίων αυξάνεται και το υδροκολλοειδές δεν διαλύεται πλήρως στο νερό.

3.4 Γαλακτώματα και σταθεροποιητές

Το λάδι όταν προστίθεται στο νερό, σχηματίζει μια ξεχωριστή στιβάδα πάνω από αυτή του νερού, δηλαδή την υδατική στιβάδα. Αποδεικνύεται έτσι ότι το λάδι και το νερό δεν διαλύονται μεταξύ τους είναι δηλαδή μη αναμίξιμα. Ωστόσο εάν το λάδι και το νερό αναταραχθούν μαζί με βίαιες κινήσεις, τα δύο υγρά διαχέονται το ένα εντός του άλλου και σχηματίζεται ένα γαλάκτωμα. Τα γαλακτώματα είναι συστήματα αποτελούμενα από δύο φάσεις, μία αποτελείται από νερό ή ένα υδατικό διάλυμα (υδατική φάση) και μία αποτελείται από έλαια (λιπαρή φάση). Η διαδικασία της διασποράς ενός υγρού σε ένα άλλο μη αναμειγνυόμενο ονομάζεται γαλακτωματοποίηση. Το γαλάκτωμα αυτό είναι όμως ασταθές και κατά την παραμονή του σε ηρεμία, διαχωρίζεται ξανά στις αρχικές δύο στιβάδες (νερού – λαδιού). Τα γαλακτώματα ανήκουν στα κολλοειδή συστήματα.

Ακολουθεί πίνακας με τους γνωστούς τύπους και συνδυασμούς των κολλοειδών συστημάτων.

Πίνακας 3.5.1 Τύποι κολλοειδών συστημάτων

Διεσπαρμένη φάση	Συνεχής φάση	Ονομασία κολλοειδούς	Παραδείγματα
Στερεό	Υγρό	Εναιώρημα ή λύμα	Άψητη κρέμα, άπηχτη μαρμελάδα
Υγρό	Υγρό	Γαλάκτωμα	Μαγιονέζα, γάλα
Αέριο	Υγρό	Αφρός	Σαντιγύ, χτυπημένο ασπράδι αυγού
Αέριο	Στερεό	Στερεός αφρός	Παγωτό, ψωμί
Υγρό	Στερεό	Πηκτή ή στερεό γαλάκτωμα	Ζελέ, βούτυρο, μαργαρίνη

Υπάρχουν δύο τύποι γαλακτωμάτων ο τύπος λάδι σε νερό (Λ/Ν) όπως το γάλα, η μαγιονέζα, η μουστάρδα, η κρέμα γάλακτος και η κρέμες σαλατών. Ο δεύτερος τύπος είναι νερό σε λάδι (Ν/Λ), όπως το βούτυρο γάλακτος (φρέσκο) και η μαργαρίνη. Ο δεύτερος τύπος των γαλακτωμάτων (Ν/Λ), δεδομένου ότι περιλαμβάνει τρόφιμα στα οποία η συνεχής φάση είναι συνήθως στερεή, ονομάζονται και στερεά γαλακτώματα. Η σταθερότητα ενός γαλακτώματος αυξάνεται με την παρουσία ουσιών, των οποίων τα μόρια διαθέτουν τόσο πολικά όσο και μη πολικά τμήματα. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται γαλακτωματοποιητές και είναι πολλές και διαφορετικές φύσεως ουσίες που διευκολύνουν και σταθεροποιούν τη διασπορά των γαλακτωμάτων. Οι γαλακτωματοποιητές μπορούν να προσανατολίσουν τα μόρια μεταξύ των δύο φάσεων

και να δημιουργήσουν ένα διαχωριστικό φράγμα. Το φράγμα αυτό εμποδίζει τη συνένωση των σταγονιδίων που σχηματίζουν το γαλάκτωμα.

Εκτός από τους γαλακτωματοποιητές, η τεχνολογία τροφίμων χρησιμοποιεί και τους σταθεροποιητές των γαλακτωμάτων. Οι δύο κατηγορίες των πρόσθετων ουσιών δρουν συνεργιστικά. Οι σταθεροποιητές, παρόλο που δεν είναι από μόνα τους γαλακτωματοποιητικά μόρια, ενισχύουν τη σταθερότητα των γαλακτωμάτων μέσω της αύξησης του ιξώδους της υδατικής φάσης και της ελάττωσης της κινητικότητας των διεσπαρμένων σταγονιδίων, άρα και της πιθανότητας σύγκρουσης- συνένωσης μεταξύ τους. Οι σταθεροποιητές ανήκουν είτε στις πρωτεΐνες π.χ. ζελατίνη είτε στους πολυσακχαρίτες, όπως είναι τα κόμμεα, τα αλγινικά άλατα, οι καραγενάνες.

Ανάλογα με τις σταθεροποιητικές ενώσεις, τόσο ως προς τη χημική σύσταση όσο και ως προς τη δράση, είναι και τα πηκτωματογόνα, μόνο που για τη δράση αυτή (δημιουργία πηκτής), απαιτούνται ποσότητες μεγαλύτερες απ' αυτές που προστίθενται για τη σταθεροποίηση των γαλακτωμάτων. Κατά την ανάμιξη ενός συστήματος λάδι-νερό, ο τύπος του γαλακτώματος που θα προκύψει εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως τη σύσταση της ελαιώδους και της υδατικής στιβάδας, τη δομή του γαλακτωματοποιητή και τις σχετικές αναλογίες των υφισταμένων φάσεων. Εάν για παράδειγμα η πολική ομάδα ενός γαλακτωματοποιητή παρουσιάζει εντονότερες ικανότητες προσρόφησης απ' ότι η μη πολική του ομάδα, η προσρόφηση του γαλακτωματοποιητή από το νερό είναι εντονότερη από αυτή που παρατηρείται με το λάδι. Είναι γνωστό ότι το μέγεθος της προσρόφησης σε μια υγρή επιφάνεια εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής που είναι διαθέσιμο. Επομένως όταν η ενδιάμεση φάση λάδι-νερό προτείνει την κυρτή επιφάνεια προς την υδατική στιβάδα, διευκολύνεται και η αυξημένη προσρόφηση του γαλακτωματοποιητή από το νερό. Έτσι δημιουργείται ένα γαλάκτωμα του τύπου λάδι/νερό.

3.5 Ιξώδες

Το ιξώδες είναι χαρακτηριστικό της εμφάνισης που έχει ιδιαίτερη σημασία για τα υγρά τρόφιμα. Η μέτρηση του, επιτρέπει τον προσδιορισμό της ποιότητας του τελικού προϊόντος αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή ως δείκτης ποιότητας της πρώτης ύλης ή ως στοιχείο αξιολόγησης της τεχνολογίας που ακολουθήθηκε κατά της παραγωγής του. Ακόμα ως δείκτης ελέγχου προσθήκης ορισμένων ουσιών. Το ιξώδες επηρεάζει το συντελεστή μετάδοσης θερμότητας στα τρόφιμα και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη μεταφορά ρευστών τροφίμων(μηχανήματα επεξεργασίας, τυποποίησης, μεταφοράς) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης προσδιορισμού του μεγέθους και της ποιοτικής υποβάθμισης ορισμένων τροφίμων.

Το ιξώδες ενός ρευστού είναι ένα μέτρο της αντίστασης που αυτό παρουσιάζει στη σταδιακή παραμόρφωσή του μετά από διατμητική τάση, που εκφράζεται και με την αντίσταση που προβάλλει κατά τη ροή του. Για τα υγρά, αντιστοιχεί περισσότερο με την έννοια πυκνότητας, για παράδειγμα το μέλι έχει πολύ υψηλότερο ιξώδες από το

νερό. Το ιξώδες είναι μία ιδιότητα ενός ρευστού που προκύπτει από τις συγκρούσεις μεταξύ των γειτονικών σωματιδίων, καθώς τμήματα του ρευστού κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες, αλλά και από την εφαρμογή των δυνάμεων συνοχής μεταξύ των μορίων αυτών. Όταν ένα ρευστό υποχρεώνεται να ρέει μέσα από ένα σωλήνα, τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται το ρευστό κινούνται ταχύτερα κατά μήκος του άξονα του σωλήνα στο εσωτερικό του και βραδύτερα κοντά στα τοιχώματα του σωλήνα. Για αυτό χρειάζεται να ασκηθεί κάποια τάση, όπως μια διαφορά πίεσης ανάμεσα στα δύο άκρα του σωλήνα, για να υπερπηδηθεί η τριβή ανάμεσα στα στρώματα του ρευστού που κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες και να συνεχιστεί η ροή του ρευστού. Η τάση που απαιτείται για ένα δεδομένο μοτίβο κίνησης αντιστοιχεί στο ιξώδες του ρευστού αυτού.

Υπάρχουν πάρα πολλοί τρόποι που μπορούν να εφαρμοστούν για τη ρύθμιση, αύξηση ή μείωση του ιξώδους των ρευστών τροφίμων. Η αύξηση σε πολλές περιπτώσεις κρίνεται αναγκαία για την καλύτερη εμφάνιση των προϊόντων, σε άλλες περιπτώσεις, όταν τα τρόφιμα δέχονται θερμική επεξεργασία παρατηρείται μια μείωση του φυσικού ιξώδους. Απαιτείται λοιπόν, ένας χειρισμός που να έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση των αρχικών τους ιδιοτήτων. Η αύξηση ή η διατήρηση του ιξώδους μπορεί να πραγματοποιηθεί με την προσθήκη ορισμένων ουσιών, οι ουσίες αυτές είναι τα φυσικά κόμμεα ή αλλιώς υδροκολλοειδή. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην τεχνολογία τροφίμων για τη βελτίωση του ιξώδους και γενικότερα την υφή των τροφίμων. Οι ιδιότητες των προϊόντων που βελτιώνονται με τη χρήση των ουσιών αυτών είναι πολλές, συγκεκριμένα για τα υγρά τροφίμων χρησιμοποιούνται οι όροι σώμα, σύσταση, υδαρότητα, κολλητικότητα, ρευστότητα, ελαιώδης υφή και άλλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα περιγραφούν οι μέθοδοι που επιλέγησαν για τα πειράματα σε αυτή την εργασία. Για την εξαγωγή των υδροκολλοειδών χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία της εκχύλισης με ζεστό νερό καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος. Στην συνέχεια με τη βοήθεια του λυοφιλωτή τα δείγματα μετατράπηκαν σε στερεά μορφή. Στη συνέχεια χαρακτηρίστηκαν ως προς το μέγεθος τα σωματίδια μέσω της τεχνικής DLS. Στη

συνέχεια με την αέρια χρωματογραφία αναστρεφόμενη ροής έγινε προσπάθεια χαρακτηρισμού της επιφάνειας των υδροκολλοειδών μέσω του προσδιορισμού φυσικοχημικών παραμέτρων.

4.1 Εκχύλιση

Η εκχύλιση είναι από τις παλιότερες χημικές δραστηριότητες. Η παρασκευή ενός αφεψήματος όπως είναι ο καφές ή το τσάι, αλλά και άλλες ανάλογες διαδικασίες όπως η παραλαβή ενός αρώματος, μιας χρωστικής ή μιας δραστικής φαρμακευτικής ουσίας από μια φυτική πρώτη ύλη, είναι κατά βάση διαδικασίες εκχύλισης όπου το επιθυμητό συστατικό, με την χρήση θερμού νερού, μεταφέρεται από τη φυτική πρώτη ύλη στην υδατική φάση.

Η εκχύλιση νοείται σαν τη διαδικασία όπου μεταφέρεται μια ουσία από μία φάση όπου βρίσκεται είτε υπό τη μορφή διαλύματος είτε διασποράς σε μια υγρή φάση. Με την τεχνική της εκχύλισης η απομόνωση μιας ουσίας από ένα μίγμα γίνεται με τη στενή επαφή του με το ένα διαλυτικό μέσο το οποίο τη διαλύει. Το αρχικό μίγμα μπορεί να είναι ένα στερεό ή υγρό φυσικό υλικό ή ένα ακατέργαστο μίγμα μιας αντίδρασης. Ανάλογα με την περίπτωση εφαρμόζεται και διαφορετική τεχνική εκχύλισης.

4.1.1 Εκχύλιση των στερεών

Η εκχύλιση των οργανικών στερεών από μίγματα στερεών αποτελεί τον κύριο τρόπο παραλαβής των διάφορων φυσικών προϊόντων από τις πρωτογενείς πηγές τους. Στην κατηγορία αυτή των εκχυλίσεων μπορούν να αναφερθούν σπουδαίες βιομηχανικές διαδικασίες όπως η παραλαβή της ζάχαρης από τα τεύλα ή το ζαχαροκάλαμο, η παραλαβή ελαίων από ορισμένους ελαιούχους σπόρους και άλλες βιομηχανικές διαδικασίες παραλαβής φυσικών προϊόντων. Ας σημειώσουμε ότι η εκχύλιση είναι η κύρια διαδικασία παραλαβής των αλκαλοειδών από τα φυτά, των γευστικών συστατικών από διάφορους σπόρους των αρωμάτων από άνθη κλπ.

Μια εκχύλιση ενός στερεού μπορεί να γίνει με θέρμανση της ουσίας με ένα διαλύτη και στη συνέχεια απόχυση ή διήθηση του θερμού μίγματος.

4.2 Μετρητής σωματιδίων με σκέδαση φωτός

Ο όρος ‘σκεδασμός’ όπως εφαρμόζεται στην αλληλοεπίδραση της ύλης με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καλύπτει μια ποικιλία φαινομένων, η λέξη αποδίδει πάντα τη μεταβολή στη διεύθυνση της διάδοσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Ο μηχανισμός με τον οποίο λαμβάνει χώρα το φαινόμενο αυτό εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, από τις διαστάσεις και το σχήμα των σωματιδίων τα οποία προκαλούν το σκεδασμό, από τη διεύθυνση των σωματιδίων στο χώρο και από τις οπτικές ή ηλεκτρικές ιδιότητες που παρουσιάζουν. Σύμφωνα με τη θεωρία των Mie-Rayleigh το φως προσπίπτει σε σωματίδια ενός κολλοειδούς διαλύματος τα οποία έχουν διαστάσεις μικρότερες από $\lambda/20$, όπου λ το μήκος κύματος της προσπίπτουσας

ακτινοβολίας και υφίσταται σκεδασμό με συχνότητα ίση προς τη συχνότητα της ακτινοβολίας που προσπίπτει ή και με διαφορετική, οπότε έχουμε το φαινόμενο Raman. Η θεωρία των Rayleigh – Μείπροβλέπει το σκεδασμό από μικρά σωματίδια, τα οποία ως δευτερογενείς πηγές εκπέμπουν ακτινοβολία προς όλες τις κατευθύνσεις.

Ο σκεδασμός υπό γωνία των 90° , δεν σημαίνει ότι είναι η βέλτιστη περιοχή για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των σωματιδίων, σε μερικές περιπτώσεις η μέτρηση υπό γωνία των 90° δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό δε συνδυασμό με το είδος της κυψελίδας οδηγεί στην επιλογή βέλτιστων συνθηκών μέτρησης των σωματιδίων. Αν η κυψελίδα είναι κυλινδρική, τα σωματίδια δρουν ως συγκεντρωτικοί φακοί και εστιάζουν περισσότερη δέσμη φωτός. Οι κυψελίδες με σχήμα ορθογώνιο επιτρέπουν μόνο τη μέτρηση υπό ορισμένη γωνία. Όλα τα παραπάνω ισχύουν με την προϋπόθεση ότι τα σωματίδια είναι μικρά σε μέγεθος και παρουσιάζουν οπτικές ιδιότητες.

4.2.1 Αναλυτής μεγέθους σωματιδίων με laser

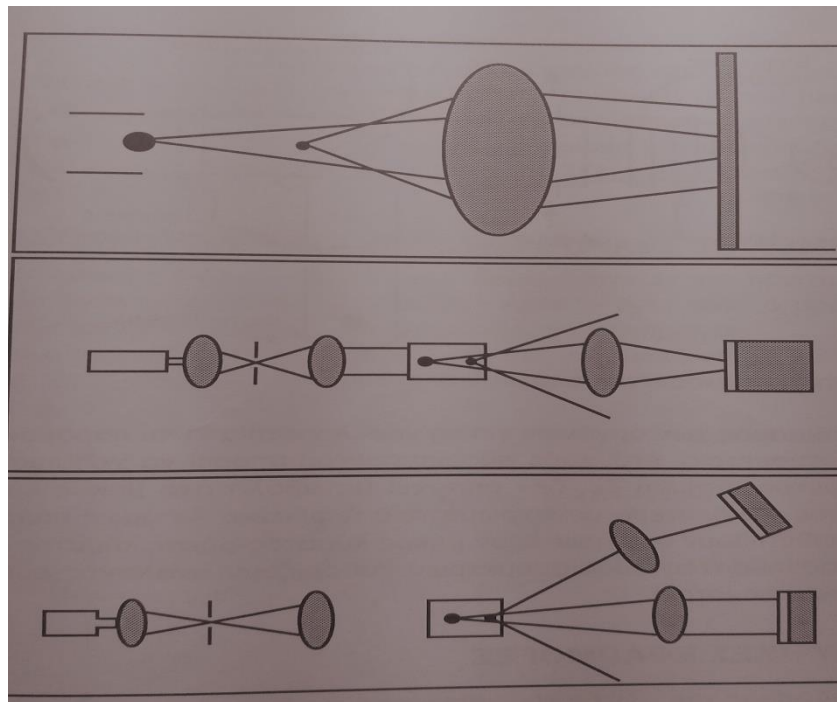
Ο μετρητής σωματιδίων με laser στηρίζεται στη διάθλαση (σκεδασμό) δέσμης φωτός (laser) για τον προσδιορισμό της κατανομής μεγέθους σωματιδίων ως προς τον όγκο ή την επιφάνεια τους. Είναι μια ταχεία τεχνική με πολλές εφαρμογές σε μεγάλη ποικιλία υλικών τόσο σε υγρή όσο και σε στερεή κατάσταση.

Στην εικόνα 4.2α που θα ακολουθήσει περιγράφονται τα δύο στάδια ανάλυσης μεγέθους σωματιδίων με laser:

1. Το φως διαθλάται γύρω από το σωματίδιο με γωνία αντιστρόφως ανάλογη του μεγέθους του δηλαδή όσο μικρότερο το μέγεθος του σωματιδίου, τόσο μεγαλύτερη η γωνία διάθλασης).
2. Το φως που διαθλάται στην συνέχεια συλλέγεται από φακούς και μετρείται.

Με τον αναλυτή αυτόν μπορούν να μετρηθούν τα σωματίδια από 0,1-800 μm . Ένα κοινό φασματοφωτόμετρο, με μία μικρή τροποποίηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτό το σκοπό. Τα αποτελέσματα θα είναι πολύ καλύτερα εάν το όργανο είναι διπλής δέσμης. Στο όργανο που δίνεται στην παρακάτω εικόνα, βλέπουμε την οπτική δέσμη να περνά διαμέσου ενός φακού, ενός φίλτρου και ενός εγκάρσιου πολωτή να οδηγείται στο δείγμα. Στη συνέχεια η ακτινοβολία που εκπέμπεται διαχωρίζεται σε δύο δέσμες από ένα ημιπαργυρωμένο κάτοπτρο. Η μία από τις δύο δέσμες περνά διαμέσου ενός άλλου διαμήκη πολωτή ως προς το προηγούμενο και με άξονα παράλληλο προς τον πρώτο, επίσης η δεύτερη δέσμη περνά από ένα άλλο πολωτή ο οποίος είναι ομοαξονικός με τον πρώτο. Οι δύο αυτές δέσμες οδηγούνται σε δύο φωτοκύτταρα και ανιχνεύονται. Στο φωτοκύτταρο 1, η ένταση της δέσμης ελαττώνεται από το σκεδασμό, ενώ στο φωτοκύτταρο 2, αυξάνεται. Το ηλεκτρονικό μέρος του οργάνου ανιχνεύει αυτόματα το λόγο ανάμεσα στα δύο σήματα και ο λόγος αυτός είναι ανάλογος της συγκέντρωσης του αιωρήματος στην κυψελίδα που προκαλεί το σκεδασμό. Τέλος, το όργανο δεν επηρεάζεται από το χρώμα του διαλύτη ή το χρώμα

των αιωρούμενων σωματιδίων ή ακόμα και από τις μεταβολές της έντασης της δέσμης από τη φωτεινή πηγή, αλλά επηρεάζεται από οπτικά ενεργά συστατικά.



Εικόνα 4.2α: Διαγράμματα ανάλυσης σωματιδίων με laser.

4.3 Λυοφιλίωση ή κρυοξήρανση

Υπάρχει ένας εναλλακτικός τρόπος ξήρανσης αυτών των ευαίσθητων υλικών και είναι να ψυχθούν σε χαμηλή θερμοκρασία, και στη συνέχεια το νερό να απομακρυνθεί από αυτό με εξάχνωση. Η διεργασία αυτή ονομάζεται κρυοξήρανση ή λυοφιλίωση και βρίσκει ευρύτατη εφαρμογή σε διάφορους βιομηχανικούς κλάδους, όπως για παράδειγμα στη συντήρηση τροφίμων και την παρασκευή φαρμάκων και φαρμακευτικών ειδών (πρωτεΐνες, εμβόλια). Αναφέρονται επίσης και άλλες πιο ‘εξωτερικές’ και λιγότερο παραγωγικές εφαρμογές, όπως είναι η συντήρηση αρχαιολογικού και αρχαιακού υλικού.

4.3.1. Αρχή της διαδικασίας

Μια ουσία μεταβαίνει από τη στερεά στην αέρια φάση απευθείας, με εξάχνωση, χωρίς να περάσει από το στάδιο της υγρής φάσης. Συνεπώς προκειμένου να ξηρανθεί μία ουσία, μπορούμε να ακολουθήσουμε την εξής διαδικασία: αρχικά ψύχουμε την ουσία, οπότε το περιεχόμενο σ’ αυτήν νερό παγώνει. Στη συνέχεια, την τοποθετούμε σε αεροστεγή χώρο, όπου μειώνεται η πίεση σε σημείο κάτω από το τριπλό σημείο του νερού(ή γενικότερα του διαλύτη, σε περίπτωση που έχει χρησιμοποιηθεί άλλο υγρό). Στη χαμηλή αυτή πίεση, το νερό απομακρύνεται με εξάχνωση και

απομακρύνεται με κατάλληλο συμπυκνωτή-παγίδα υδρατμών, ενώ ταυτόχρονα το υλικό ψύχεται, δεδομένου ότι για την εξάχνωση του νερού απαιτείται η αντίστοιχη λανθάνουσα θερμότητα εξάχνωσης. Συνήθως για την επιτάχυνση της διεργασίας το υλικό θερμαίνεται ελαφρά. Στην περίπτωση που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τη διαδικασία της λυοφιλίωσης σε διάλυμα, το υλικό πρέπει να ψυχθεί σε θερμοκρασία τόσο χαμηλή ώστε να προκύψει στερεή φάση.

4.3.2. Βασικά μέρη ενός λυοφιλιωτή

4.3.2α. Ψυχόμενος θάλαμος

Ο ψυχόμενος θάλαμος πρέπει να είναι αεροστεγής, να διαθέτει κατάλληλο άνοιγμα για την εύκολη πρόσβαση στο εσωτερικό του και στο υλικό και να αντέχει στην εξωτερική ατμοσφαιρική πίεση.

4.3.2β. Συμπυκνωτής

Ο ψυχόμενος συμπυκνωτής πρέπει αφενός να βρίσκεται σε κατάλληλη θέση ώστε να διέρχονται από αυτόν οι υδρατμοί, και αφετέρου να έχει τη δυνατότητα 'απόψυξης', ώστε να απομακρύνεται ο σχηματιζόμενος πάγος, ενδεχομένως χωρίς διακοπή της διεργασίας.

4.3.2γ. Αντληση ατμών

Η απομάκρυνση των υδρατμών από το χώρο της κρυοξήρανσης επιταχύνει ρυθμό της διεργασίας. Η απομάκρυνση αυτή επιτυγχάνεται με μία αντλία κενού, η αντλία πρέπει να μπορεί να διατηρεί την πίεση μέσα στον θάλαμο κάτω από τα 533,2 Pa, η συνισταμένη πίεση στον θάλαμο θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ 4 Pa και 40 Pa.

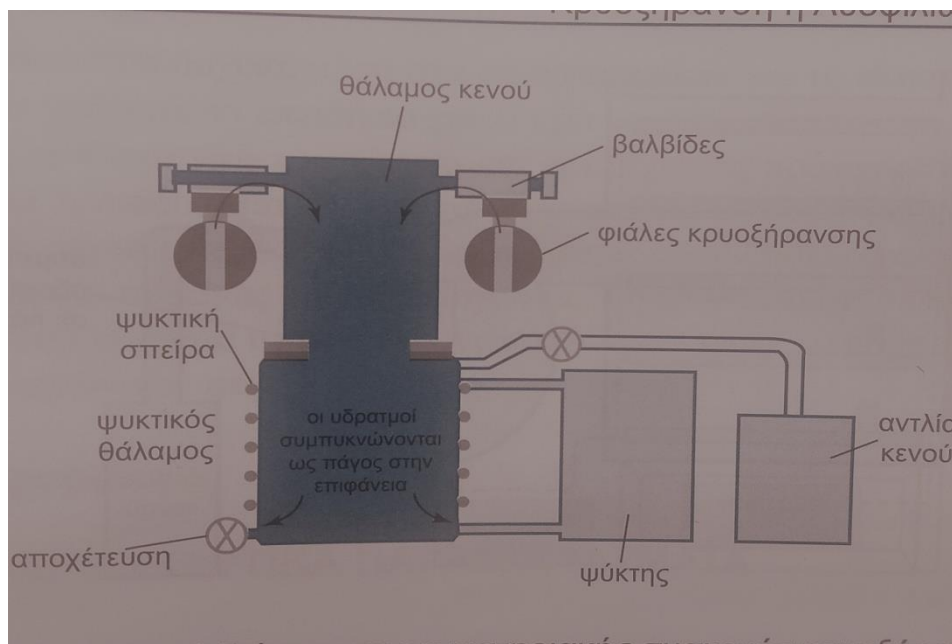
4.3.2δ. Ψυκτικό σύστημα

Συνήθως παρέχει δύο επίπεδα ψύξης με δύο διαφορετικά κυκλώματα. το ένα σε θερμοκρασία κάτω των -5°C για το υλικό και το άλλο σε πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία από -40 έως -60 για την απομάκρυνση των υδρατμών. Ας σημειωθεί ότι στην αρχή της διεργασίας πολλά υλικά έχουν την τάση να σχηματίζουν αφρό ή ακόμα να βράζουν, για αυτό τον λόγο είναι προτιμότερο να προψύχεται το υλικό, πριν τοποθετεί στον θάλαμο της συσκευής της κρυοξήρανσης.

4.3.2ε. Θέρμανση

Για μεγάλες ποσότητες υλικού είναι αναγκαία η θέρμανσή του, με άλλα μέσα, αλλιώς μειώνεται σταδιακά ο ρυθμός της κρυοξήρανσης. Η παροχή της απαιτούμενης ενέργειας εξασφαλίζεται με θέρμανση του χώρου με ηλεκτρικές αντιστάσεις που είναι συχνά ενσωματωμένες στα ράφια. Τα δοχεία μέσα στα οποία τοποθετείται το υλικό μέσα στον θάλαμο, είναι γυάλινα, επειδή το γυαλί έχει χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, η θέρμανση και η εξάχνωση του υλικού προχωρούν αργά. Για να επιταχυνθεί η διαδικασία, κυκλοφορεί εσωτερικά θερμό αδρανές αέριο (π.χ. άζωτο), αυξάνοντας έτσι τον ρυθμό μετάδοσης της θερμότητας και της διεργασίας. Επίσης θα

πρέπει να ελέγχουμε την πίεση μέσα στον θάλαμο, ώστε να παραμένει κάτω από την τάση ατμών του πάγου.



Εικόνα 4.3α: Σχηματικό διάγραμμα εργαστηριακής συσκευής λυοφιλίωσης.

4.4 Αέριο χρωματογράφο αναστρεφόμενης ροής

Η αέρια χρωματογραφία αναπτύχθηκε ως αναλυτική τεχνική τα τελευταία πενήντα χρόνια. Η τεχνική αυτή είναι σχετικά απλή, σε σχέση με άλλες τεχνικές χημικής ανάλυσης. Η αέρια χρωματογραφία χρησιμοποιείται σήμερα για την ανάλυση πτητικών ουσιών σε τρόφιμα, φάρμακα, προϊόντα πετρελαίου, βιομηχανίες αρωματοποιίας. Η λειτουργία του οργάνου είναι η εξής: το φέρον αέριο από τη φιάλη υψηλής πίεσης, εισέρχεται μέσα από ρυθμιστές παροχής και οδηγείται στη στήλη. Η εισαγωγή του δείγματος γίνεται με μικροσύριγγα στη βαλβίδα εισαγωγής του δείγματος στην κορυφή της στήλης. Τα συστατικά του δείγματος συμπαρασύρονται από το φέρον αέριο κατά μήκος της στήλης και διαχωρίζονται. Τα κλάσματα στην συνέχεια ανιχνεύονται από τον ανιχνευτή και τα σήματα της ανίχνευσης καταγράφονται από το καταγραφικό ή οδηγούνται σε μικροϋπολογιστή. Σε ορισμένες περιπτώσεις στη συνέχεια υπάρχει μία διάταξη, όπου συλλέγονται τα διάφορα κλάσματα και τέλος ένα ροόμετρο για τον έλεγχο της ταχύτητας ροής του φέροντος αερίου.

4.4.1 Βασικά μέρη ενός αερίου χρωματογράφου

Ο αέριος χρωματογράφος αποτελείται από δύο τμήματα πρώτον το φέρον αέριο και το κυρίως μέρος του χρωματογράφου, όπου και γίνεται ο διαχωρισμός και το δεύτερο το σύστημα ανίχνευσης, καταγραφής και αποτίμησης του σήματος.

4.4.1α. Φέρον αέριο

Ως φέρον αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε αέριο σε υπερκαθαρή κατάσταση το οποίο μπορεί να διαχωριστεί στον ανιχνευτή από τα διάφορα συστατικά του μίγματος. Έτσι ως φέροντα αέρια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε: ήλιο, αργό, άζωτο και υδρογόνο. Το φέρον αέριο πρέπει να είναι αδρανές και απαλλαγμένο από προσμίξεις. Επίσης δεν πρέπει να υπάρχει οξυγόνο, γιατί οξειδώνει τη στατική φάση και αυτό σημαίνει καταστροφή της στήλης, ιδιαίτερα αν αυτή είναι τριχοειδής και η ποσότητα της στατικής φάσης είναι ελάχιστη. Ίχνη υγρασίας επίσης απενεργοποιούν τη στατική φάση, γι' αυτό το φέρον αέριο πρέπει να είναι τελείως απαλλαγμένο από υγρασία. Η επιλογή του φέροντος αερίου εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του ανιχνευτή που χρησιμοποιούμε.

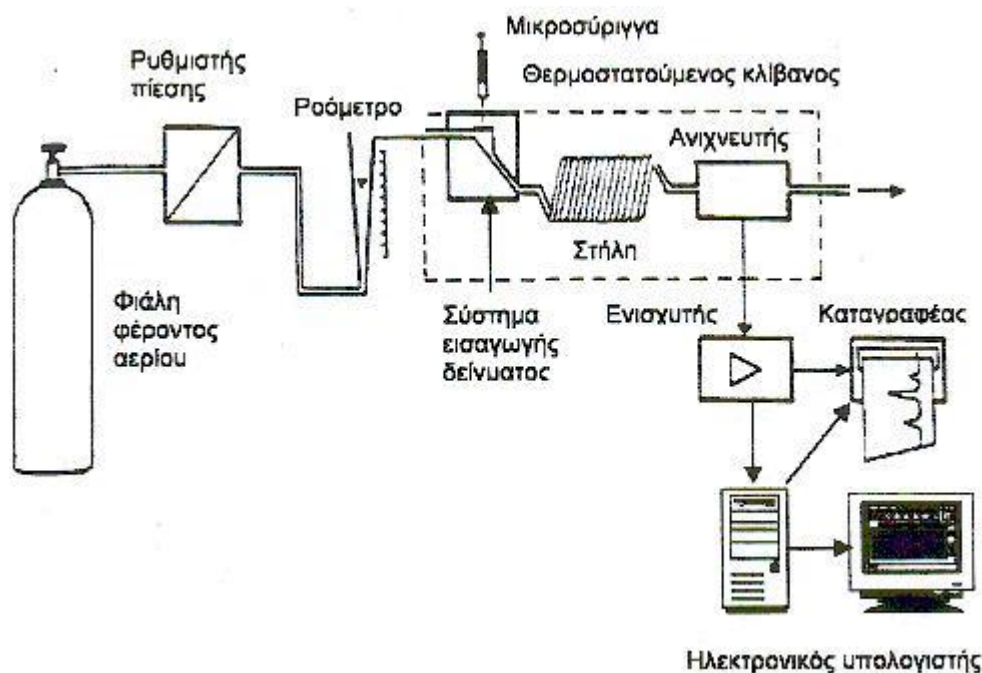
4.4.1β. Στήλη

Το κύριο μέρος του χρωματογράφου είναι η στήλη. Οι στήλες που χρησιμοποιούνται στη χρωματογραφία είναι συνήθως γυάλινες ή χαλύβδινες γεμισμένες με διάφορα υλικά ανάλογα με τα συστατικά που θέλουμε να διαχωρίσουμε. Το σχήμα τους έχει τη μορφή έλικας και η διάμετρος τους είναι πάρα πολύ μικρή. Σήμερα χρησιμοποιούνται τριχοειδείς γυάλινες στήλες μήκους μέχρι και 120 μέτρα, οι οποίες εσωτερικά είναι καλυμμένες με διάφορα υλικά. Το δείγμα εισάγεται στο ρεύμα του φέροντος αερίου στην αρχή της στήλης με μία μικροσύριγγα, διαμέσου μιας βαλβίδας ή ενός διαφράγματος. Η ταχύτητα και η ικανότητα διαχωρισμού εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. Για αυτό το λόγο η στήλη βρίσκεται μέσα σε ένα φούρνο ακριβείας ο οποίος δίνει αυστηρά επαναλήψιμες συνθήκες. Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται εξαιτίας των διαφορών δυνάμεων συγκράτησης και έκλυσης ανάμεσα στα συστατικά του μίγματος, το υλικό πλήρωσης της στήλης ή το υλικό κάλυψης του εσωτερικού της στήλης και της ροής του φέροντος αερίου.

4.4.1γ. Ανιχνευτής

Το δεύτερο μέρος του χρωματογράφου περιλαμβάνει τον ανιχνευτή, οποίος τοποθετείται στο τέλος της στήλης, ανιχνεύει τα διάφορα συστατικά και δίνει ηλεκτρικά σήματα. Τα σήματα ενισχύονται και καταγράφονται στο καταγραφικό σύστημα, το οποίο είναι συνδεδεμένο με μικροϋπολογιστή.

Ο σκοπός του ανιχνευτή είναι να δίνει μία απόκριση, η οποία είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση ή την ποσότητα ενός συστατικού που περνά μέσα από αυτόν και η απόκριση αυτή να έχει τη μορφή ενός σήματος το οποίο μπορεί να μετρηθεί. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ανιχνευτής ο οποίος να συνδυάζει ευαισθησία, γραμμικότητα και εκλεκτικότητα και να μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις αεριοχρωματογραφικές αναλύσεις. Υπάρχουν πολλοί τύποι ανιχνευτών, από τους οποίους επιλέγεται ο πλέον κατάλληλος κάθε φορά.



Εικόνα 4.4α: Διάταξη αέριου χρωματογράφου.

4.5 Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης

Η ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης είναι μία από τις σύγχρονες και ευέλικτες μεθόδους ανάλυσης της μικροδομής μεγάλου αριθμού υλικών. Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης ή διαπερατότητας (TEM, Transmission Electron Microscope) ήταν το πρώτο είδος ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και στη συνέχεια ακολούθησε το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM, Scanning Electron Microscope). Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης είναι ένα όργανο που λειτουργεί όπως περίπου και ένα οπτικό μικροσκόπιο μόνο που χρησιμοποιεί δέσμη ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας αντί για φως, για να εξετάσει αντικείμενα σε λεπτομερή κλίμακα. Τα ηλεκτρόνια λόγω της κυματικής τους φύσης μπορούν να εστιαστούν όπως και τα φωτεινά κύματα αλλά σε πολύ μικρότερη επιφάνεια (π.χ. κόκκος υλικού). Η δέσμη ηλεκτρονίων σαρώνει την επιφάνεια του δείγματος με το οποίο αλληλεπιδρά. Από την αλληλεπίδραση αυτή προκύπτουν πληροφορίες σε σχέση με τα άτομα των στοιχείων που απαρτίζουν το εξεταζόμενο υλικό. Από τα άτομα των στοιχείων εκπέμπονται κυρίως δευτερογενή (secondary) και οπισθοσκεδαζόμενα (backscattered) ηλεκτρόνια καθώς και ακτίνες X. Η ένταση των εκπεμπόμενων ηλεκτρονίων επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας. Έτσι το SEM δίνει πληροφορίες που αφορούν κυρίως στη μορφολογία και στη σύσταση της επιφάνειας. Εφαρμόζοντας ένα σύστημα ανίχνευσης της διασποράς των ενεργειών των ακτίνων X που δημιουργούνται στην επιφάνεια από την προσπίπτουσα δέσμη, μπορεί να γίνει ημιποσοτική στοιχειακή

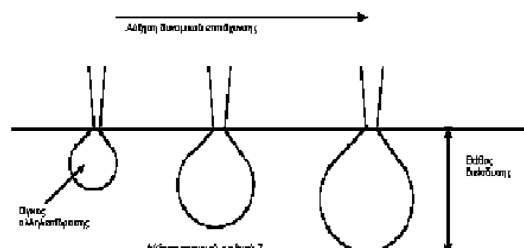
ανάλυση του υλικού.Επομένως το SEM χρησιμοποιείται για την εξέταση μικροδομής στερεών δειγμάτων και για να δίνει εικόνες υψηλού βαθμού διείδυσης.

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλα τα πεδία που μας ενδιαφέρει η γεωμετρία και η σύσταση της μικροδομής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια μεγάλη ποικιλία δειγμάτων όπως, βιολογικά υλικά, φιλμ, μεμβράνες, φίλτρα, ίνες, ρητίνες, τέφρες, τσιμέντα, χρώματα, μεταλλικές επιφάνειες, κλπ. Η μεγάλη δυνατότητα εστίασης και αλλαγής μεγέθυνσης σε ένα ευρύ πεδίο, η ελάχιστη προετοιμασία του δείγματος και τα τρισδιάστατα διαγράμματα που μας προσφέρει το SEM το έχουν κάνει ένα απαραίτητο όργανο έρευνας. Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης παίρνουμε ποσοτικές αναλύσεις με γεωμετρικές λεπτομέρειες και έχουμε τη δυνατότητα να ξεχωρίζουμε φάσεις. Ο συνδυασμός του SEM με το XRD χρησιμοποιείται για την ποσοτική ανάλυση σε ελατές και εύθραυστες φάσεις, για το βάθος των ρηγμάτων , το μέγεθος της ζώνης στη σχισμή, και τον τρόπο δημιουργίας ρωγμών με σκοπό να καθοριστεί ένα ποσοτικό μοντέλο σκληρότητας της δομής.

Η διάβρωση και επικάλυψη επιφανειών μελετώνται επίσης με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, χρησιμοποιώντας όλα τα πλεονεκτήματα του για τον χαρακτηρισμό των τύπων της διάβρωσης και της επικάλυψης και τη κινητική μελέτη των διεργασιών. Οι δομές των προστατευτικών επικαλυπτικών και η αποτελεσματικότητά τους ελέγχονται με τις εικόνες του SEM.

4.5.1 Αλληλεπιδράσεις δέσμης

Η βασική αρχή λειτουργίας περιλαμβάνει την ακτινοβολία του δείγματος με μια καλά εστιασμένη δέσμη ηλεκτρονίων. Η περιοχή όπου ενεργητικά ηλεκτρόνια αλληλεπιδρούν με το στερεό, εναποθέτοντας ενέργεια και παράγοντας εκείνες τις μορφές δευτερεύουσας ακτινοβολίας που μετράμε ονομάζονται *αλληλεπιδράσεις*.

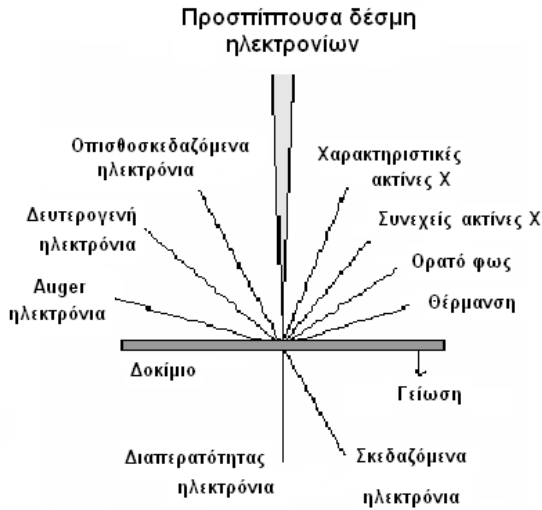


Σχήμα 1: Επίδραση ατομικού αριθμού και δυναμικού επιτάχυνσης στον όγκο αλληλεπίδρασης

Η διείδυση της δέσμης στο δείγμα καθορίζεται από τις παρακάτω 4 παραμέτρους και κυρίως τις δύο τελευταίες.

- 1) Πόσα ηλεκτρόνια έχουμε στην δέσμη (emission current)
- 2) Διάμετρο της δέσμης (spot size)
- 3) Ταχύτητα / Ενέργεια των ηλεκτρονίων (accelerating voltage)
- 4) Είδος του δείγματος (Μέσος ατομικός αριθμός του δείγματος)

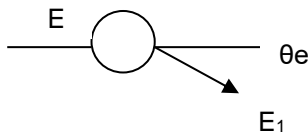
Οι αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν ανάμεσα στο δείγμα και τα ηλεκτρόνια της δέσμης παρουσιάζονται στο σχήμα 2 και περιλαμβάνουν:



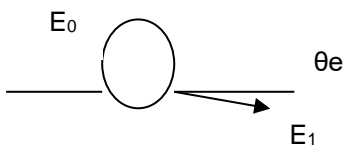
1) Φόρτιση (Charging) Συσσώρευση φορτίου ηλεκτρονίων στο δείγμα (Για να μην συμβαίνει αυτό το δείγμα θα πρέπει να είναι αγώγιμο και συνδεδεμένο με γείωση ή να χρησιμοποιείται χαμηλό δυναμικό επιτάχυνσης).

δρασης δέσμης - δείγματος

2)Ελαστική σκέδαση ηλεκτρονίων (Μεγαλύτερη γωνία, μικρότερη απώλεια ενέργειας)



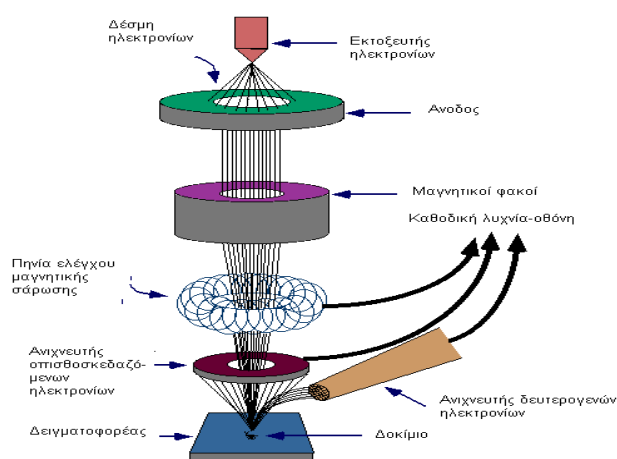
3) Μη ελαστική σκέδαση ηλεκτρονίων(Μικρότερη γωνία, μεγαλύτερη απώλεια ενέργειας).



4) Θέρμανση του δείγματος

4.5.2 Οργανολογία

Η λειτουργία του SEM στηρίζεται στις αλληλεπιδράσεις του προς εξέταση δείγματος και της προσπίπτουσας σε αυτό δέσμης ηλεκτρονίων. Οι βασικές διατάξεις που υπάρχουν στο μικροσκόπιο είναι το σύστημα παραγωγής δέσμης ηλεκτρονίων, το σύστημα κατεύθυνσης της δέσμης, το σύστημα πληροφοριών και τέλος το σύστημα κενού.



Σχήμα 8: Διάγραμμα λειτουργίας μικροσκοπίου

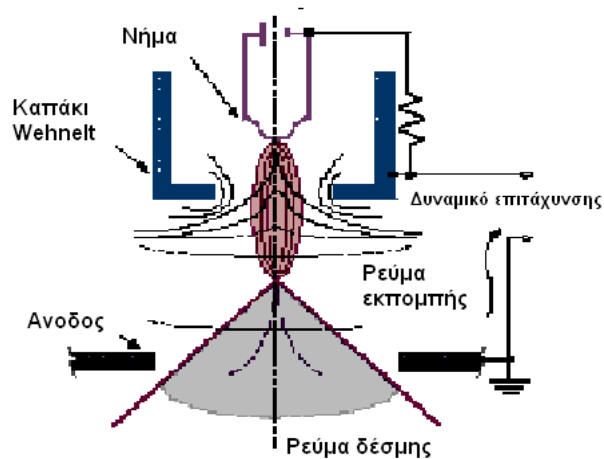
Τα βασικά στάδια λειτουργίας ενός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου είναι:

- Σχηματίζεται μια δέσμη ηλεκτρονίων από την πηγή η οποία επιταχύνεται προς το δείγμα μέσω ενός θετικού ηλεκτρικού δυναμικού.
- Χρησιμοποιώντας μεταλλικά ανοίγματα, ηλεκτρομαγνητικούς φακούς και πηνία σάρωσης, επιτυγχάνεται μια λεπτή εστιασμένη μονοχρωματική δέσμη η οποία σαρώνει την επιφάνεια του δείγματος.
- Οι αλληλεπιδράσεις δέσμης δείγματος καταγράφονται από τους ανιχνευτές και μετατρέπονται σε εικόνα.

Τα παραπάνω στάδια ισχύουν για όλους τους τύπους ηλεκτρονικών μικροσκοπίων

4.5.3 Πηγή ηλεκτρονίων

Τα ηλεκτρόνια παράγονται από ένα νήμα βολφραμίου (υπάρχουν και άλλα υλικά), το οποίο λειτουργεί σαν κάθοδος. Μέσα από το νήμα περνάει ρεύμα (filament current). Καθώς το ρεύμα αυξάνεται, εκπέμπονται ηλεκτρόνια τα οποία κατευθύνονται προς την άνοδο στην οποία εφαρμόζεται ένα δυναμικό 1-30 KV (accelerating voltage). Η άνοδος που είναι θετική όπως και το κύκλωμα δημιουργεί ισχυρές ελκτικές δυνάμεις στα ηλεκτρόνια. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι η άνοδος κατευθύνει και επιταχύνει τα ηλεκτρόνια, ελέγχει δηλαδή την ενέργειά τους.



Σχήμα 9: Διάγραμμα εκπομπής δέσμης

Καθώς αυξάνεται το ρεύμα του νήματος, φθάνει σε ένα σημείο που δεν εκπέμπονται πλέον άλλα ηλεκτρόνια. Αυτή η κατάσταση ονομάζεται κορεσμός του νήματος (filament saturation). Αν το ρεύμα του νήματος αυξηθεί επιπλέον, έχουμε υπερθέρμανση και εξάχνωση του βολφραμίου, δηλαδή το νήμα καίγεται. Ακόμα όμως και στο σημείο κορεσμού, μέρος του βολφραμίου εξαχνώνεται και γι' αυτό με την πάροδο του χρόνου το νήμα λεπταίνει.

Ο αριθμός ηλεκτρονίων στην δέσμη ορίζεται σαν ρεύμα εκπομπής (emission current – 100 μA). Καθορίζεται από την απόσταση ανάμεσα στην άκρη του νήματος (filament tip) και του ανοίγματος που υπάρχει στο καπάκι (Wehnelt cap aperture). Όσο πιο κοντά είναι τόσο περισσότερα ηλεκτρόνια έλκονται και τόσο μεγαλύτερο γίνεται το ρεύμα εκπομπής.

Τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται από την άνοδο και περνούν μέσα από ένα ηλεκτρομαγνητικό φακό συμπύκνωσης (condenser lens) που τα μετατρέπει σε δέσμη (Στάδιο απομεγέθυνσης). Η ισχύς αυτού του φακού καθορίζει την διάμετρο της δέσμης (spot size).

4.5.4 Σύστημα κενού

Κατά τη χρήση του SEM, η στήλη πρέπει να βρίσκεται υπό κενό για να μπορεί να παραχθεί και διατηρηθεί σταθερή η ακτίνα των ηλεκτρονίων. Ειδικά τα ηλεκτρόνια συγκρούονται με τα μόρια του αέρα και απορροφώνται. Το κενό επιτυγχάνεται με τη χρήση δύο αντλιών και είναι της τάξης των $2 \times 10^{-3} \text{Pa}$.

4.5.5 Σύστημα πληροφοριών

Περιλαμβάνει τους διαφόρους ανιχνευτές που δέχονται τα σήματα που παράγονται από την αλληλεπίδραση της δέσμης ηλεκτρονίων με το δείγμα και το σύστημα παρουσίασης (μεγέθυνση-παρουσίαση-καταγραφή). Οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ανιχνευτές δευτερογενών ηλεκτρονίων όπως ο ανιχνευτής Everhart – Thornley (ETD), ο ανιχνευτής ευρέως πεδίου (Large Field Detector, LFD), ο ανιχνευτής σε ατμοσφαιρική πίεση (Gaseous Electron Detector GED), ο ανιχνευτής διόδου στερεάς φάσης (Solid State Electron Detector, SSED) για τα οπισθοσκεδαζόμενα ηλεκτρόνια (BSE), καθώς και ο ανιχνευτής διόδου λιθίου – πυριτίου (SiLi), με τον οποίο ανιχνεύουμε ενεργειακή διασπορά ακτινών - X (Energy Dispersive Spectrometer, EDS).

4.6 Φασματοσκοπία Υπεριώδους- Ορατού

Όταν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της περιοχής του υπεριώδους- ορατού προσπέσει σε μία ουσία, μερικές φορές μπορεί να προκαλέσει διασπάσεις των χημικών δεσμών, όμως τις περισσότερες φορές προκαλεί διεγέρσεις των ηλεκτρονίων σθένους από μία επιτρεπτή στάθμη ενέργειας (θεμελιώδη) σε μία άλλη διεγερμένη. Για να γίνει η διεγερση ή μετάπτωση των ηλεκτρονίων θα πρέπει να απορροφηθεί η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, γι' αυτό απορροφάται ενέργεια ίση με τη διαφορά ενέργειας των ενεργειακών σταθμών από όπου θα γίνει η μεταπήδηση του ηλεκτρονίου. Η διαφορά ενέργειας ποικίλει στις διαφορές μετάπτωσης και αν οι μεταπτώσεις των ηλεκτρονίων απαιτούν ενέργεια, της οποίας η τιμή αντιστοιχεί σε ακτινοβολία της ορατής περιοχής του φάσματος τότε η αντίστοιχη ουσία εμφανίζεται έγχρωμη.

Τα φάσματα απορρόφησης λαμβάνονται με τη μέτρηση της έντασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τη διεγερση των ηλεκτρονίων από χαμηλότερη σε υψηλότερη στάθμη ενέργειας και την απορρόφηση ενός μέρους από την προσπίπτουσα ακτινοβολία.

4.6.1 Βασικά μέρη ενός Φασματοφωτόμετρο

Για τη λήψη του φάσματος μιας ουσίας το όργανο που χρησιμοποιείται λέγεται φασματοφωτόμετρο και τα βασικά του μέρη είναι:

4.6.1.α Πηγή ακτινοβολίας

Ως πηγή για την περιοχή του υπεριώδους χρησιμοποιείται η λυχνία εκκένωσης υδρογόνου ή δευτερίου που έχει τοίχωμα από χαλαζία, διότι το γυαλί απορροφά την

υπεριώδη ακτινοβολία ενώ για την ορατή περιοχή χρησιμοποιείται λυχνία πυρακτώσεως που το νήμα της είναι από βολφράμιο.

4.6.1β Μονοχρωμάτορας

Επειδή η πηγή της ακτινοβολίας εκπέμπει ακτινοβολία σε μεγάλη περιοχή μήκων κύματος προκειμένου να απομονώσουμε ακτινοβολία όσο δυνατόν μικρότερης περιοχής μήκων κύματος χρησιμοποιούνται φίλτρα ή μονοχρωμάτορες. Ο μονοχρωμάτορας αποτελείται από μία σχισμή εισόδου που απομονώνει μία φωτεινή δέσμη από την πηγή, ένα φακό ευθυγράμμισης, ένα πρίσμα που αναλύει τη φωτεινή δέσμη σε ακτινοβολίες διαφόρων μήκων κύματος, ένα φακό εστίασεως και μία σχισμή εξόδου.

4.6.1γ Κυψελίδες

Οι κυψελίδες οι οποίες δέχονται το διάλυμα είναι είτε από γυαλί ή από πλαστικό για το ορατό και από χαλαζία για το υπεριώδες φάσμα. Η διανομή την οποία θα διανύσει το φως μέσα στην κυψελίδα είναι ορισμένη 1cm, 2cm, 10 cm. Η ακτινοβολία ορισμένου μήκους κύματος η οποία απομονώθηκε με τον μονοχρωμάτορα, προσπίπτει στο διάλυμα από τη μία μεριά της κυψελίδας και βγαίνει από την άλλη πλευρά μειωμένη λόγω απορρόφησης.

4.6.1δ Ανιχνευτής- ενισχυτής

Μετά την έξοδο της ακτινοβολίας από την κυψελίδα, η ακτινοβολία προσπίπτει σε ένα σύστημα ανιχνευτή- ενισχυτή με το οποίο μετράται η ένταση της ακτινοβολίας, ενισχύεται το σήμα το οποίο δέχεται ο ανιχνευτής και στέλνεται στον μετρητή ή καταγραφέα. Οι ανιχνευτές είναι συνήθως φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές δηλαδή φωτολυχνίες ή φωτοβολταϊκά στοιχεία τα οποία μετατρέπουν την ακτινοβολία την οποία δέχονται σε ηλεκτρικό ρεύμα, η ένταση του οποίου εξαρτάται από την ένταση της ακτινοβολίας. Το ηλεκτρικό ρεύμα ενισχύει ο ενισχυτής ο οποίος είναι συνήθως τρανζίστορ ή τρίοδος λυχνίας.

4.6.1ε Μετρητής ή καταγραφέας

Ο μετρητής ή καταγραφέας δέχεται το ενισχυμένο σήμα και το μετατρέπει σε αριθμό που δείχνει την ένταση της απορρόφησης ή σε καμπύλη απορρόφησης μήκους κύματος η οποία αποτελεί το φάσμα της ένωσης.

4.6.2 Τύποι φασματοφωτομέτρων

Τα φασματοφωτόμετρα διακρίνονται σε φασματοφωτόμετρα απλής ή διπλής δέσμης. Η μέτρηση απορρόφησης είναι πάντοτε σχετική, απαιτείται δηλαδή σύγκριση της απορρόφησης του δείγματος με την απορρόφηση τυφλού ή πρότυπου διαλύματος.

A)Φασματοφωτόμετρο απλής δέσμης

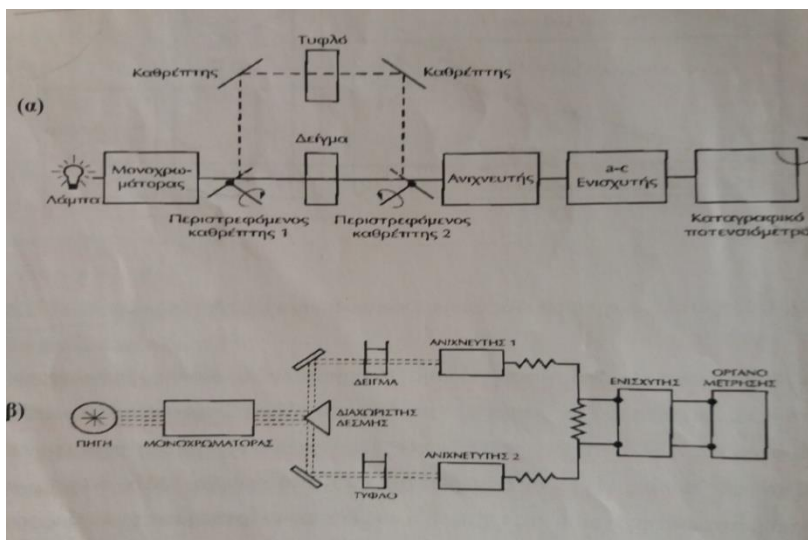
Μια δέσμη ακτινοβολίας από την πηγή εισέρχεται στο μονοχρωμάτορα και διαχωρίζεται από ένα πρίσμα ή φράγμα. Οι διάφορες ζώνες της ακτινοβολίας εστιάζονται στη σχισμή εξόδου, καθώς το στοιχείο διαχωρισμού περιστρέφεται. Η ακτινοβολία περνάει έπειτα από την κυψελίδα και εισέρχεται στον ανιχνευτή. Απαιτείται βαθμονόμηση του 0% και του 100% Τα για κάθε μήκος κύματος. Η μέθοδος απλής δέσμης χρειάζεται σταθερότητα, καλής ποιότητας πηγή, ανιχνευτή και ενισχυτή για μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας. Τα όργανα απλής δέσμης είναι απλούστερα και φθηνότερα από τα όργανα διπλής δέσμης, αλλά δεν είναι κατάλληλα για την καταγραφή του φάσματος, επειδή χρειάζονται ρύθμιση του 100% Τα σε κάθε μήκος κύματος. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην ποσοτική ανάλυση.

B) Φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης

Τα όργανα διπλής δέσμης χρησιμοποιούν ένα είδος διαχωρισμού της δέσμης προ του δείγματος. Η μία δέσμη κατευθύνεται στο «τυφλό» και η άλλη στο δείγμα. Οι δύο δέσμες συγκρίνονται είτε σύγχρονα είτε εκ περιτροπής, πολλές φορές το δευτερόλεπτο. Έτσι στη διάταξη διπλής δέσμης, οι διακυμάνσεις στην ένταση της πηγής, η απόκριση του ανιχνευτή και το κέρδος του ενισχυτή αντισταθμίζονται παρατηρώντας το λόγο του σήματος μεταξύ «τυφλού» και δείγματος. Τα όργανα διπλής δέσμης είναι πιο πολύπλοκα μηχανικά και ηλεκτρονικά και για αυτό πιο ακριβά.

Ο διαχωρισμός της δέσμης γίνεται μετά τον μονοχρωμάτορα, χρησιμοποιώντας ημιεπαργυρωμένους καθρέφτες και συχνότερα περιστρεφόμενους καθρέφτες με κυκλικό τομέα, ο περιστρεφόμενος καθρέπτης άλλοτε ανακλά τη δέσμη και άλλοτε την αφήνει να περάσει έτσι τη διαχωρίζει και σύγχρονά τη διακόπτει. Οι δύο δέσμες αναφοράς και δείγματος φθάνουν στον ανιχνευτή εκ περιτροπής και με διαστήματα που εξαρτώνται από τη συχνότητα περιστροφής των καθρεφτών. Το όργανο καταγράφει το λόγο του σήματος αναφοράς- δείγματος.

Αν και οι δύο δέσμες έχουν την ίδια ένταση, ο ενισχυτής δεν παράγει σήμα εξόδου. Αν όμως έχουν διαφορετικές εντάσεις, το σήμα κινεί ένα μοτέρ που οδηγεί το καταγραφικό ποτενσιόμετρο, έτσι ώστε το σήμα να μηδενίζεται «ηλεκτρονικά». Η κλίμακα του καταγραφικού βαθμολογείται σε % διαπερατότητα του δείγματος, και έτσι η θέση του «ηλεκτρικού μηδέν» χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της % διαπερατότητας. Τέλος για την λήψη φάσματος απορρόφησης χρησιμοποιούνται καταγραφικά φασματοφωτόμετρα διπλής δέσμης τα οποία διαθέτουν μηχανισμούς σάρωσης, και άλλα εξαρτήματα όπως συστήματα έναρξης, διακοπής και αναστροφής της σάρωσης, επιλογή ταχύτητας σάρωσης φάσματος ή κίνησης καταγραφικού χαρτιού.



Εικόνα 4.6.α: Σχηματικό διάγραμμα φασματοφωτομέτρου διπλής δέσμης (α) με περιστρεφόμενους καθρέπτες και (β) άμεσου ανάγνωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε τις μεθόδους που ακολουθήσαμε για την σύσταση των υδροκολλοειδών δηλαδή, για την ποσότητα της υγρασίας που περιέχει

κάθε δείγμα όπως και για την ποσότητα της τέφρας. Τέλος θα μετρήσουμε την συγκέντρωση των πρωτεϊνών σε κάθε δείγμα ξεχωριστά και θα μετρήσουμε το μέγεθος των πρωτεϊνών χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της ηλεκτροφόρησης των πρωτεϊνών.

5.1 Υγρασία

Η μέτρηση της υγρασίας των τροφίμων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους εξής λόγους:

- Απαιτήσεις νομοθεσίας: υπάρχουν θεσμοθετημένα όρια για την μέγιστη ή την ελάχιστη περιεκτικότητα υγρασίας ανάλογα με το είδος του τροφίμου.
- Οικονομικοί λόγοι: το νερό αποτελεί το φθηνότερο και το συνηθέστερο μέσο νόθευσης των τροφίμων, επίσης το περιεχόμενο νερό επιβαρύνει το κόστος του τροφίμου.
- Μικροβιακή σταθερότητα: η ανάπτυξη των μικροοργανισμών στα τρόφιμα εξαρτάται από την περιεκτικότητα τους σε υγρασία.
- Ποιότητα τροφίμου: η υφή, η γεύση, η εμφάνιση και η σταθερότητα των τροφίμων εξαρτώνται κι αυτό από την περιεχόμενη υγρασία.
- Επεξεργασία των τροφίμων: η γνώση της περιεκτικότητας τροφίμων σε υγρασία είναι απαραίτητη ώστε να προβλεφθεί η συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του για παράδειγμα κατά την ανάμιξη, ξήρανση, ρευστότητα ή συσκευασία.

5.1.1 Σημασία νερού

Το νερό είναι το κυριότερο συστατικό των τροφίμων και συμβάλλει στη δομή, την εμφάνιση και τη διατηρησιμότητά τους. Είναι απαραίτητο για πολλές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού και κάθε τρόφιμο έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε νερό δηλαδή το κρέας περιέχει 50-81% νερό, τα λαχανικά γύρω στα 74-95% και τα φρούτα 80-95 % νερό.

5.1.2 Μορφές νερού

Ελεύθερο νερό: είναι ελεύθερο από άλλα συστατικά. Οι φυσικοχημικές του ιδιότητες δηλαδή, το σημείο τήξης, το σημείο ζέσεως, πυκνότητα, συμπιεστότητα και η θερμότητα εξάτμισης είναι ίδιες με εκείνες του καθαρού νερού.

Παγιδευμένο νερό: διατηρείται μεταξύ ορισμένων συστατικών των τροφίμων λόγω των τριχοειδών δυνάμεων. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες είναι παρόμοιες με εκείνες του ελεύθερου νερού.

Φυσικά δεσμευμένο νερό: είναι σε μοριακή επαφή με άλλα συστατικά τροφίμων π.χ. πρωτεΐνες, υδατάνθρακες ή μέταλλα, οι δεσμοί μεταξύ των μορίων του νερού και των συστατικών είναι ιοντικής φύσεως, διαφορετικοί από τους δεσμούς

ύδατος-ύδατος έτσι το νερό αυτό έχει διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες από το ελεύθερο νερό.

Χημικά δεσμευμένο νερό: χημικά συνδεδεμένο με άλλα μόρια του τροφίμου με δεσμούς πολύ ισχυρότερους από τους δεσμούς ύδατος-ύδατος π.χ. είναι μέρος των υδριών ή βρίσκεται στα κενά των πρωτεϊνών. Έχει διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες δηλαδή έχει χαμηλό σημείο τήξεως, υψηλότερο σημείο ζέσεως, υψηλότερη πυκνότητα, χαμηλότερη συμπιεστότητα και υψηλότερη θερμότητα εξάτμισης.

5.1.3 Επιλογή αναλυτικής μεθόδου

Οι παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου προσδιορισμού υγρασίας σε τρόφιμα είναι η φύση του τροφίμου, η μορφή του νερού στο τρόφιμο. Η επιθυμητή ακρίβεια, η ταχύτητα του προσδιορισμού και τέλος το κόστος της συσκευής.

Η απομάκρυνση του νερού από τα τρόφιμα είναι τόσο δυσκολότερη όσο ισχυρότερη είναι αυτό δεσμευμένο. Το ελεύθερο νερό απομακρύνεται ευκολότερα και η θερμότητα εξάτμισης είναι η ίδια με του καθαρού νερού. Τα τρόφιμα είναι ετερογενή υλικά που περιέχουν διαφορετικές αναλογίες χημικά δεσμευμένου, φυσικά δεσμευμένου, παγιδευμένου και ελεύθερου ύδατος. Επιπλέον μπορεί να περιέχουν νερό σε διαφορετικές φυσικές καταστάσεις αέριο, υγρό ή στερεό, το γεγονός ότι τα μόρια του νερού μπορεί να υπάρχουν σε διαφορετικές μορφές με διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες δυσχεραίνει την ανάλυσή του. Η τιμή της μέτρησης της περιεκτικότητας σε υγρασία συγκεκριμένου τροφίμου εξαρτάται από την αναλυτική μέθοδο που χρησιμοποιείται, πολλές φορές υπάρχει ενδιαφέρον για τον καθορισμό των ποσοτήτων νερού σε συγκεκριμένες μορφές αντί της συνολικής περιεκτικότητας σε νερό. Η ανάπτυξη μικροβιακού φορτίου σε τρόφιμο εξαρτάται από την ποσότητα του ελεύθερου νερού και όχι απαραίτητος από τη συνολική ποσότητα του υπάρχοντος νερού. Τέλος υπάρχουν αναλυτικές τεχνικές που μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα των διαφορετικών μορφών νερού.

5.1.4 Μέθοδος εξάτμισης του νερού

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να μετρήσει κάποιος την υγρασία είτε χρησιμοποιώντας την διαδικασία της ξήρανσης σε κλίβανο κενού όπου τα δείγματα τοποθετούνται υπό ελαττωμένη πίεση σε φούρνο κενού για καθορισμένο χρονικό διάστημα και θερμοκρασία μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος. Ένας άλλος τρόπος είναι με ξήρανση σε φούρνο μικροκυμάτων όπου βάζουμε τα δείγματα μας για καθορισμένο χρόνο και καθορισμένο επίπεδο ισχύος πάλι μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος, και τέλος στην περίπτωση του πειράματός μας η ξήρανση με πυραντήριο όπου ζυγίζουμε μία ποσότητα από τα δείγματα σε προζυγισμένο ποτήρι ζέσεως και τα αφήνουμε σε πυραντήριο στους 100-110 °C μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος τους.

5.2 Τέφρα

Ως τέφρα τροφίμου ορίζεται το απομένον ανόργανο υπόλειμμα μετά την τέλεια καύση του τροφίμου. Η τέφρα δεν αντιστοιχεί απαραίτητα στο σύνολο των ανόργανων συστατικών του τροφίμου, με την καύση κάποια ανόργανα συστατικά οξειδώνονται ή απομακρύνονται ως πτητικές ουσίες ή απλά αντιδρούν προς άλλες ουσίες.

5.2.1 Στόχοι προσδιορισμού της τέφρας

Χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ποιότητας ενός τροφίμου, η ποιότητα των πολλών τροφίμων εξαρτάται από τη συγκέντρωση και το είδος των ανόργανων ουσιών που περιέχουν π.χ. η γεύση, η εμφάνιση, η υφή, και η σταθερότητά τους.

Για τη διατροφική αξία του τροφίμου καθώς μερικά μέταλλα είναι απαραίτητα για μία υγιή διατροφή όπως το ασβέστιο, φώσφορος, κάλιο και το νάτριο, ενώ κάποια άλλα μπορεί να είναι τοξικά όπως ο μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο και το αλουμίνιο. Βοηθάει στην διατροφική επισήμανση του τροφίμου, η συγκέντρωση και ο τύπος των ανόργανων στοιχείων πρέπει να αναφέρονται στην ετικέτα ενός τροφίμου, βελτιώνει την προστασία του τροφίμου από μικροβιακούς παράγοντες καθώς η τέφρα μπορεί να επιβραδύνει την ανάπτυξη ορισμένων μικροοργανισμών. Επίσης είναι μια διαδικασία για τον έλεγχο της πιθανής νοθείας και τέλος για την επεξεργασία του τροφίμου είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την περιεκτικότητα των τροφίμων σε ανόργανα άλατα διότι επηρεάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες των τροφίμων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους.

5.2.2 Μέθοδοι προσδιορισμού τέφρας

Υπάρχουν τρεις τρόποι αποτέφρωσης η πρώτη είναι η υγρή αποτέφρωση όπου γίνεται με επίδραση οξειδωτικού παράγοντα ή με οξέα, η δεύτερη είναι η αποτέφρωση πλάσματος χαμηλής θερμοκρασίας και γίνεται με ξηρά αποτέφρωση σε μερικό κενό σε χαμηλή θερμοκρασία και η τρίτη είναι αυτή που ακολουθήσαμε στο πείραμα μας, είναι η ξηρή αποτέφρωση όπου απαιτείται θέρμανση σε κλίβανο σε πολύ υψηλή θερμοκρασία μεταξύ 500 και 600 °C για πολλές ώρες (12-18 ώρες). Το νερό και άλλες πτητικές ουσίες εξατμίζονται και οι οργανικές ουσίες καίγονται με την παρουσία του οξυγόνου προς διοξείδιο του άνθρακα, νερό και άζωτο, τα περισσότερα μέταλλα μετατρέπονται σε οξείδια ή σε θειικά φωσφορικά χλωριούχα ή πυριτικά άλατα. Τα στοιχεία του σιδήρου, του μόλυβδου και του υδραργύρου είναι πτητικά σε αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες οπότε για τον προσδιορισμό τους απαιτείται άλλη μέθοδος αποτέφρωσης σε χαμηλή θερμοκρασία.

5.3 Ποσοτικός προσδιορισμός πρωτεϊνών

Πολλές φορές είναι ανάγκη για τον ποσοτικό προσδιορισμό της ολικής ποσότητας της πρωτεΐνης που υπάρχει σε ένα δείγμα. Όλες οι μέθοδοι που αφορούν τις αντιδράσεις των πρωτεϊνών (διουρίας, Lowry) δύναται να χρησιμοποιηθούν για τον ποσοτικό προσδιορισμό των πρωτεϊνών. Η επικρατέστερη μέθοδος είναι η μέθοδος Bradford. Ανακαλύφθηκε από τον Dr. Marion Bradford το 1976 χρησιμοποιώντας την

χρωστική coomassiebrilliantblueG-250. Το αποτέλεσμα της δέσμευσης των πρωτεϊνών με τη χρωστική έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του μέγιστου της οπτικής απορρόφησης από την περιοχή του ερυθροκόκκινου μήκους κύματος (465nm) στην περιοχή του ιώδους (610nm). Η διαφορά μεταξύ των δύο μορφών της χρωστικής γίνεται μέγιστη σε μήκος κύματος 595nm, όπου τελικά είναι το καταλληλότερο μήκος κύματος για τη μέτρηση και ποσοτικοποίηση των πρωτεϊνών. Εάν συντρέχουν πειραματικοί λόγοι για τη μέτρηση της οπτικής απορρόφησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εύρος 575-615 nm. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι οι μετρήσεις της οπτικής απορρόφησης στις ακραίες τιμές εμφανίζονται απώλειες που αγγίζουν το 10% συγκρινόμενες με αυτές που λαμβάνονται σε μήκος κύματος 595nm. Σε χαμηλές τιμές pH (όξινο περιβάλλον) οι πρωτεΐνες δεσμεύονται στην χρωστική, λόγω της ύπαρξης των βασικών αμινοξέων λυσίνη, αργινίνη και ιστιδίνη, τα οποία σε όξινες τιμές pH είναι θετικά φορτισμένα οπότε έχουν την ικανότητα να δεσμευτούν με δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσεως με τις αρνητικά φορτισμένες θειώδεις ομάδες της χρωστικής. Επίσης στη δέσμευση των πρωτεϊνών με τη χρωστική αναπτύσσονται τόσο δυνάμεις vanderWaals όσο και υδροφοβικής φύσεως δυνάμεις.

Από το μηχανισμό της μεθόδου brandfort γίνεται αντιληπτό ότι η ανάπτυξη του χρώματος είναι ανάλογη του αριθμού των βασικών αμινοξέων που υπάρχουν σε μία πρωτεΐνη. Τα ελεύθερα αμινοξέα και τα μικρά μοριακού βάρους πεπτίδια δεν δίνουν αντίδραση brandfort. Μπορεί να είναι ένα μειονέκτημα αλλά μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν μας ενδιαφέρουν οι μεγάλοι μοριακού βάρους πρωτεΐνες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πλεονέκτημα.

Γενικά, η μέτρηση της ποσότητας της πρωτεΐνης με την μέθοδο brandfort είναι γρήγορη, εύκολη, γίνεται σε θερμοκρασία δωματίου χωρίς να απαιτείται κάποιος ιδιαίτερος εξοπλισμός. Το αντιδραστήριο της μεθόδου brandfort είναι συμβατό με τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα άλατα, ρυθμιστικά διαλύματα, αναγωγικές ουσίες και μέταλλα που δημιουργούν χηλικά σύμπλοκα και χρησιμοποιούνται ευρέως στην πρωτεϊνική χημεία. Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αδυναμία χρήσης του για τον ποσοτικό προσδιορισμό μεμβρανικών πρωτεϊνών, λόγω των συγκεκριμένων αντιδραστηρίων που χρησιμοποιούνται για την διαλυτοποίηση αυτών, ελάχιστη ποσότητα των αντιδραστηρίων αυτών έχει ως αποτέλεσμα την κατακρήμνιση του coomassie επιπλέον επειδή απαιτείται όξινο περιβάλλον για να λάβει χώρα η αντίδραση, η ποσότητα των πρωτεϊνών με μικρή διαλυτότητα σε χαμηλές τιμές pH δεν γίνεται να προσδιοριστεί.

5.4 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών

Όταν ένα φορτισμένο μόριο, όπως μια πρωτεΐνη, τοποθετηθεί εντός ηλεκτρικού πεδίου θα κινηθεί προς ένα από τα δύο ηλεκτρόδια. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ηλεκτροφόρηση. Ο διαχωρισμός των πρωτεϊνών με ηλεκτροφόρηση είναι από τις πιο διαδεδομένες και φθηνές μεθόδους διαχωρισμού πρωτεϊνών. Ο διαχωρισμός τους βασίζεται φυσικά στο φορτίο τους αλλά και στο μέγεθος τους καθώς η ηλεκτροφόρηση γίνεται σε πήκτωμα. Τα πήκτωμα είναι τρισδιάστατα πλέγματα μακρομορίων που

δρουν ως μοριακά κόσκινα. Τα μικρά μόρια κινούνται πιο γρήγορα μέσα από τους πόρους του πηκτώματος, ενώ τα μεγάλα επιβραδύνονται. Τα πηκτώματα παρασκευάζονται από αγαρόζη, άμυλο ή πολυακρυλαμίδιο. Προτιμάτε το πολυακρυλαμίδιο το οποίο είναι χημικά ουδέτερο και παρασκευάζεται εύκολα από τον πολυμερισμό του ακρυλαμιδίου.

5.4.1 Απλή ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα πολυακρυλαμιδίου (PAGE)

Στην απλή ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα πολυακρυλαμιδίου ο διαχωρισμός των πρωτεϊνών βασίζεται στο μέγεθος τους και στο φορτίο τους. Το πήκτωμα βρίσκεται συνήθως μεταξύ δυο γυάλινων πλακών και είναι τοποθετημένο κατακόρυφα. Το δείγμα των πρωτεϊνών που πρόκειται να διαχωριστεί τοποθετείται στην κορυφή του πηκτώματος. Τα άκρα του πηκτώματος είναι εμβαπτισμένα στο διάλυμα της ηλεκτροφόρησης που είναι ένα ρυθμιστικό διάλυμα. Αυτό έχει pH9 ώστε όλες σχεδόν οι πρωτεΐνες να έχουν καθαρό αρνητικό φορτίο και να κινούνται προς την άνοδο(+) στο κάτω μέρος του πηκτώματος. Επειδή οι πρωτεΐνες δεν είναι ορατές στο πρωτεϊνικό διάλυμα προστίθεται και μία χρωστική, συνήθως το μπλε της βρωμοφαινόλης. Λόγω του μικρού της μεγέθους η χρωστική κινείται πιο γρήγορα από της πρωτεΐνες και μας δείχνει την πρόοδο της ηλεκτροφόρησης (μέτωπο της ηλεκτροφόρησης). Προκειμένου να γίνει η ηλεκτροφόρηση το ηλεκτρικό πεδίο εφαρμόζεται στα δύο άκρα του πηκτώματος και οι πρωτεΐνες κινούνται. Όταν ολοκληρωθεί η ηλεκτροφόρηση το πήκτωμα αφαιρείται από την συσκευή και στην συνέχεια γίνεται εμφάνιση των πρωτεϊνών. Το μειονέκτημα της απλής PAGE είναι ότι ο διαχωρισμός των πρωτεϊνών δεν γίνεται μόνο βάση μεγέθους αλλά και βάση φορτίου, έτσι δεν μπορεί να γίνει προσδιορισμός με ασφάλεια για το μέγεθος των πρωτεϊνών.

5.4.2 SDS ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα πολυακρυλαμιδίου (SDS-PAGE)

Η SDS-PAGE μοιάζει με την απλή ηλεκτροφόρηση μόνο που στο πήκτωμα και στο υγρό ηλεκτροφόρησης έχει προστεθεί η ένωση θειικό δωδεκακάλυλιο του νατρίου (SDS). Το SDS είναι ένα απορρυπαντικό (έχει ένα υδρόφιλο και ένα υδρόφοβο τμήμα). Το υδρόφοβο τμήμα του προσδένεται σε υδρόφοβες περιοχές της πεπτιδικής αλυσίδας και τις αποδιατάσει, ενώ ταυτόχρονα οι πρωτεΐνες φορτίζονται αρνητικά. Το πλεονέκτημα της χρήσης του SDS είναι ότι το ηλεκτρικό φορτίο της ίδιας της πρωτεΐνης έχει αμελητέα επίδραση στον διαχωρισμό των πρωτεϊνών αφού όλες είναι ομοιογενώς φορτισμένες λόγω κορεσμού από μόρια SDS. Έτσι οι πρωτεΐνες διαχωρίζονται αποκλειστικά βάσει του μεγέθους τους (μοριακό βάρος). Συνεπώς με αυτήν την μέθοδο μπορούμε να υπολογίσουμε το μοριακό βάρος κάθε πρωτεΐνης από την απόσταση που διένυσε κατά την ηλεκτροφόρηση, για την αποφυγή σφαλμάτων δεν χρησιμοποιείται απευθείας η απόσταση που διένυσε η πρωτεΐνη αλλά ο παράγοντας επιβράδυνσης (Retardation factor R_f) που είναι ο λόγος της απόστασης που διένυσε η πρωτεΐνη προς την απόσταση του μετώπου της ηλεκτροφόρησης. Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε το μοριακό βάρος με την γραφική παράσταση πρέπει πρώτα να κατασκευαστεί η πρότυπη ευθεία. Για να γίνει αυτό, ταυτόχρονα με το δείγμα των αγνώστων πρωτεϊνών, ηλεκτοφορούνται και πρότυπες πρωτεΐνες που ονομάζονται

μάρτυρες και συνήθως τοποθετούνται στην πρώτη θέση (πηγάδι) του πηκτώματος. Από τον R_f των μαρτύρων και το γνωστό τους μοριακό βάρος κατασκευάζεται η πρότυπη ευθεία και υπολογίζονται τα χαρακτηριστικά της ευθείας. Με τη χρήση του διαγράμματος αλλά ακόμα καλύτερα με τη χρήση της εξίσωσης της ευθείας μπορεί να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα των αγνώστων πρωτεϊνών, με την SDS-PAGE μπορούμε να διαχωρίσουμε πρωτεΐνες που διαφέρουν 2% στην μάζα τους, δηλαδή το μέγεθος τους διαφέρει κατά 10 αμινοξέα.

5.4.3 Εμφάνιση ηλεκτροφορήματος

Οι πρωτεΐνες δεν είναι εμφανείς κατά την ηλεκτροφόρηση. Για αυτό άλλωστε, χρησιμοποιείται και η χρωστική μπλε της βρωμοφαινόλης που μας δείχνει την πρόοδο της ηλεκτροφόρησης. Όταν η χρωστική φτάσει στο κάτω μέρος του πηκτώματος η ηλεκτροφόρηση διακόπτεται, το πήκτωμα αφαιρείται από τη συσκευή και ακολουθεί η εμφάνιση των πρωτεϊνών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να εμφανίστουν πρωτεΐνες. Ο πιο συνηθισμένος είναι η χρήση χρωστικής που συνήθως είναι η Coomassiebrilliantblue. Το πήκτωμα εμβαπτίζεται σε διάλυμα της Coomassie, οπότε η χρωστική προσδένεται στις πρωτεΐνες. Ακολουθεί ξέπλυμα του πηκτώματος ώστε να αφαιρεθεί η χρωστική που δεν προσδέθηκε σε πρωτεΐνη και οι πρωτεΐνες εμφανίζονται ως μπλε διακριτές ταινίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

6.1 Εκχύλιση-Λυοφιλίωση

Όργανα- Υλικά

Ξύλινος μύλος

Ζυγός

Μαγνητικός αναδευτήρας

Διπλότοιχο ποτήρι ζέσεως

Φυγόκεντρο

Πεχάμετρο

Χωνί διήθησης

Ηθμός διήθησης

Φυγόκεντρο

Ποτήρια ζέσεως των 100 ml

Πλαστικές πιπέτες

Falcon 15 ml

Freeze-dried

Ποτηράκια του freeze-dried

Δείγμα από φακές, Δείγμα από μπάμιες, Δείγμα από πράσινα φασόλια

HCL1M

Πειραματική πορεία

Αρχικά παίρνουμε τα δείγματα που θέλουμε να αναλύσουμε φακές, μπάμιες, πράσινα φασόλια, τα αλέθουμε με τη βοήθεια του μύλου ώστε να γίνουν σκόνη, έπειτα ζυγίσουμε 30 γραπτό το κάθε δείγμα σε διαφορετικά ποτήρια ζέσεως και τα τοποθετούμε σε διπλότοιχο ποτήρι ζέσεως, το οποίο έχει συνδεθεί με κυκλοφορητή ρυθμισμένο στους 70°C, προσθέτουμε 200 ml 3Dνερό σιγά σιγά. Στην συνέχεια, ενώ εκχυλίζονται τα δείγματα με ένα πεχάμετρο μετράμε το pH και με HCl 1M ρυθμίζουμε το pH στο 5,2. Μετά από 30 λεπτά κάνουμε διήθηση και αυτό που έμεινε από την διήθηση περιέχει τα υδροκολλοειδή το μοιράζουμε στα falcon και τα βάζουμε αντίστοιχα στη φυγόκεντρο (προσοχή θα πρέπει να ζυγίσουμε τα falcon και αυτά που έχουν το ίδιο βάρος τοποθετούνται απέναντι). Η φυγοκέντρωση γίνεται για 10 λεπτά στις 6.000 στροφές. Με τη βοήθεια μιας πλαστικής πιπέτας απομακρύνουμε το υπερκείμενο και τοποθετείται στα ειδικά δοχεία του λυοφυλιωτή, στη συνέχεια τα τοποθετούμε στην κατάψυξη και την επόμενη ημέρα τα τοποθετούμε στο λυοφυλιωτή και τα αφήνουμε για δύο ημέρες. Το αποτέλεσμα που παίρνουμε είναι μια σκόνη, η οποία αποθηκεύεται σε ξηραντήρα.

Στην περίπτωση της μπάμιας πριν την αλέσουμε στο μύλο, την αφήσαμε μια μέρα στο λυοφυλιωτή για να απομακρύνουμε το μεγαλύτερο μέρος της υγρασίας που είχε.

6.2 Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Όργανα -Υλικά

Falcon 15ml

Πιπέτες ρυθμισμένου όγκου

Πλαστικές κυψελίδες

Φιαλίδια Eppendorf

Φασματοφωτόμετρο UV-Vis

Διάλυμα αλβουμίνης BSA, Αντιδραστήριο brandfort

Δείγμα από πράσινα φασόλια, Δείγμα από φακές, Δείγμα από μπάμιες

Πειραματική πορεία

Για την μέτρηση των πρωτεϊνών ακολουθήθηκε η μέθοδος brandford με γνωστές συγκεντρώσεις. Διαλύθηκαν 6mgαλβουμίνης σε 3 ml3Dνερό, μοιράστηκαν σε eppendorf και αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη. Σε κάθε πείραμα, πήρα 60 μl από το eppendorf της κατάψυξης και τα έβαλα σε ένα καινούργιο eppendorfμαζί με 60μl 3D νερό. Στην συνέχεια πήρα 8 falconπρόσθεσα 2 ml νερό και στο κάθε ένα έβαλα διαφορετική ποσότητα BSAδηλαδή:

για το σωλήνα 0: 0 μlV_{BSA}

για το σωλήνα 1: 2μlV_{BSA}

για το σωλήνα 2: 4μlV_{BSA}

για το σωλήνα 3: 8 μlV_{BSA}

για το σωλήνα 4: 12 μlV_{BSA}

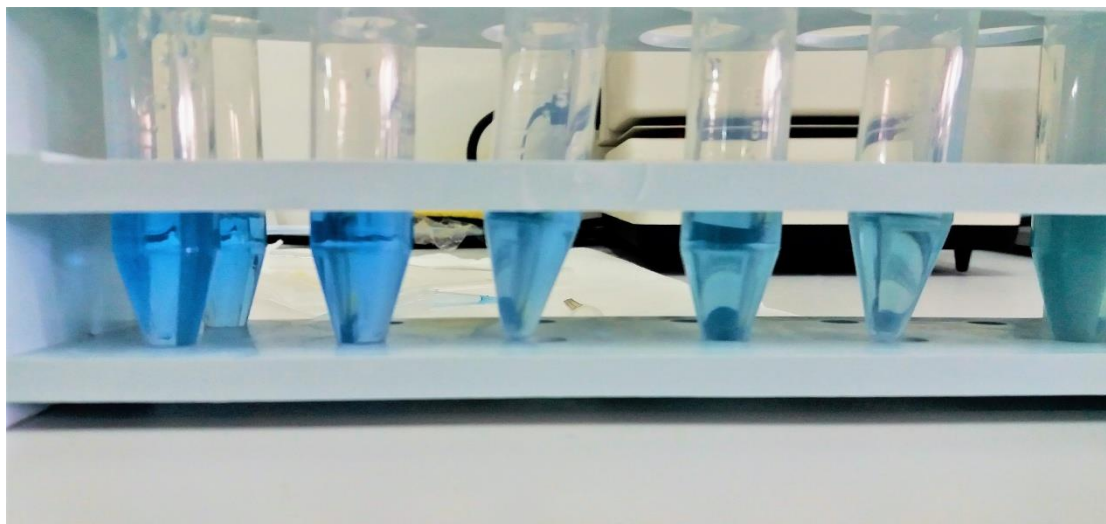
για το σωλήνα 5: 16 μlV_{BSA}

για το σωλήνα 6: 20 μlV_{BSA}

για το σωλήνα 7: 24 μlV_{BSA}

για το σωλήνα 8: 28 μlV_{BSA}

και αφού προστέθηκε και η πρωτεΐνη σε όλους τους σωλήνες προστέθηκε 1 ml από το αντιδραστήριο brandfort. Στην περίπτωση του δείγματος λαμβάνουμε 100 μl από το διάλυμα του δείγματος και προσθέτουμε 1,9ml νερό και τέλος 1 ml από το αντιδραστήριο brandfort. Φωτομετρούμε στα 595 nm.



Εικόνα 6.2.α: Μέθοδος brandfort : διακύμανσης εντάσεως χρώματος από δεξιά προς αριστερά δείγμα, αραιότερο προς πυκνότερο διάλυμα.

6.3 Προσδιορισμός τέφρας

Όργανα- υλικά

Χωνευτήρια

Αναλυτικός ζυγός

Ξηραντήρας

Πυραντήριο 585 °C

Δείγμα από πράσινα φασόλια, Δείγμα από μπάμιες, Δείγμα από φακές

Πειραματική πορεία

Αρχικά ζυγίζεται το χωνευτήριο, προστίθεται ζυγισμένη ακριβώς ποσότητα δείγματος και τοποθετούνται στο πυραντήριο για 24 ώρες. Μετά από 24 ώρες το χωνευτήριο τοποθετείται σε ξηραντήρα και την επόμενη μέρα ζυγίζεται



Εικόνα 6.3.α χωνευτήρια πορσελάνης Εικόνα 6.3.β : Ξηραντήριο με αφυγαντικό μέσο

6.4 Προσδιορισμός υγρασίας

Όργανα-υλικά

Αναλυτικός ζυγός

Ζυγός ξήρανσης

Ποτήρια ζέσεως 25 ml

Δείγμα από πράσινα φασόλια, Δείγμα από φακές, Δείγμα από μπάμιες

Πειραματική πορεία

Τα δείγματα μετά από το λυοφυλιωτή τοποθετούνται για μία μέρα στον ξηραντήρα, και στη συνέχεια ακριβώς ζυγισμένη ποσότητα τοποθετείται στο ζυγό ξήρανσης και λαμβάνονται μετρήσεις κάθε 10 λεπτά μέχρι σταθερού βάρους.



Εικόνα 6.4.α: Ζυγός ξήρανσης

6.5 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών

Όργανα- υλικά

Συσκευή ηλεκτροφόρησης

Πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου

Θερμαντική πλάκα

Falcon 50ml

Ποτήριαζέσεως 100 ml

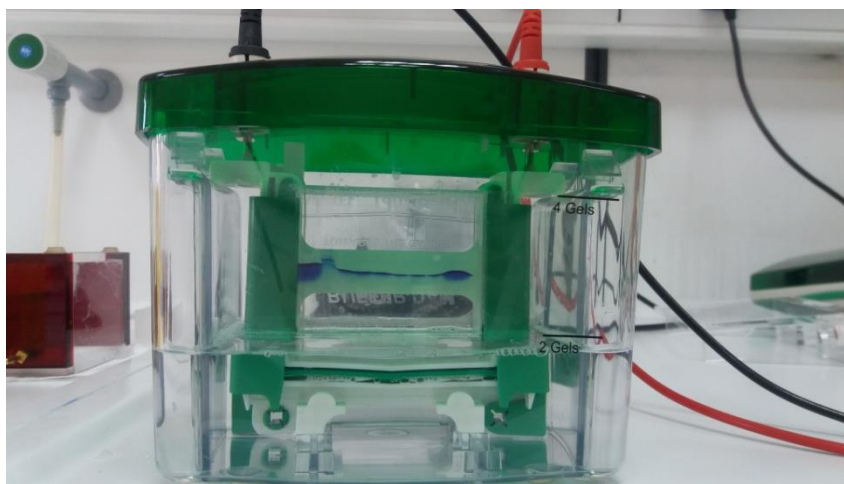
Eppendorf

Resolving gel solutions, Stacking gel solutions, Running buffer, Staining, Destaining, Solubilization buffer

Δείγματα από πράσινα φασόλια, δείγματα από φακές, δείγματα από μπάμιες

Πειραματική πορεία

Συναρμολογούμε τη συσκευή της ηλεκτροφόρησης και τοποθετούμε σε αυτήν το πήκτωμα του πολυακρυλαμιδίου, βάζουμε στο πρώτο πηγαδάκι το buffer για να ξέρουμε που ξεκινάει η ηλεκτροφόρηση έπειτα το μάρτυρα και στη συνέχεια τα δείγματα. Όταν ολοκληρωθεί η ηλεκτροφόρηση το πήκτωμα αφαιρείται από τη συσκευή και χρωματίζεται με το ειδικό διάλυμα Staining και στη συνέχεια αποχρωματίζεται με τη βοήθεια του Destaining. Τέλος, υπολογίζεται το μοριακό βάρος της κάθε πρωτεΐνης.



Εικόνα 6.5.α : συσκευή ηλεκτροφόρησης

6.6 Αέριο χρωματογράφο αναστρεφόμενης ροής

Όργανα- Υλικά

Φιάλες φέροντος αερίου

Χρωματογραφική στήλη

Σύριγγα Hamilton

Ανιχνευτής

Αέριο Ηεως φέρον αέριο

Δείγμα από φασόλια, Δείγμα από φακές, Δείγμα από μπάμιες

Διάλυμα Ακετονυτριλίου

Πειραματική πορεία

Αρχικά ανοίγουμε τις φιάλες του φέροντος αερίου για να τρέξει το φέρον αέριο σε όλη τη στήλη έτσι ώστε να απομακρύνει τυχόν υπολείμματα από προηγούμενα πειράματα. Στη συνέχεια ανοίγουμε το πρόγραμμα στον υπολογιστή έτσι ώστε να αποθηκευτούν τα αποτελέσματα που θα πάρουμε. Έπειτα, ρυθμίζουμε το μηχάνημα με τις συνθήκες που θέλουμε για το πείραμα μας βάζουμε στο ειδικό ποτηράκι το δείγμα που θέλουμε και είμαστε έτοιμοι να κάνουμε την ένεση ακετονυτριλίου. Τέλος, αφήνουμε να τρέξει το πρόγραμμα έτσι όπως το έχουμε ρυθμίσει και την επόμενη μέρα παίρνουμε τα αποτελέσματα.

6.7 Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης

Όργανα –υλικά

Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

Δείγμα από πράσινα φασόλια, Δείγμα από φακές, Δείγμα από μπάμιες

Πειραματική πορεία

Προετοιμασία δείγματος: Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχει το πλεονέκτημα ότι χρειάζεται ελάχιστη προετοιμασία δείγματος. Όμως, η προσεκτική προετοιμασία και η σωστή χρήση του μικροσκοπίου θα έχουν ως αποτέλεσμα εικόνες υψηλής ποιότητας και αξιόπιστες φασματομετρικές πληροφορίες. Για να πάρουμε καλές εικόνες είναι απαραίτητο οι επιφάνειες να μην έχουν μολυνθεί, να υπάρχει αντίσταση του δείγματος στο υψηλό κενό και στην ηλεκτρονική ακτίνα, απουσία ηλεκτρικής φόρτισης και αρκετά υψηλή παροχή ηλεκτρονίων. Η κάθε περιοχή της επιφάνειας προετοιμάζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στο οπτικό μικροσκόπιο, όμως πρέπει να προσέξουμε τον καθαρισμό, καθώς και τα υπολείμματα των υλικών καθαρισμού. Εάν κατά τη διάρκεια της μέτρησης έχουμε φόρτιση της επιφάνειας, παρατηρείται ανάκλαση της εκπεμπόμενης ακτίνας, πράγμα που φαίνεται στην εικόνα και έχει ως αποτέλεσμα την

αλλαγή της εκπομπής δευτερευόντων ηλεκτρονίων. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί ή με τη χρήση ανιχνευτή για μη αγωγή υλικά σε περιβάλλον χαμηλού κενού, ή με την χρήση αγωγίων επικαλυπτικών στρωμάτων. Το στρώμα πρέπει να είναι αρκετά παχύ ούτως ώστε να δημιουργεί ένα αγωγίμο μονοπάτι, αλλά και όσο γίνεται πιο λεπτό, για να αποφευχθεί η κάλυψη των λεπτομερειών. Συνήθως χρησιμοποιείται στρώμα από χρυσό, γραφίτη ή λευκόχρυσο. Έτσι βάζουμε τα δείγματα μας στις ειδικές κυψελίδες και τα τοποθετούμε στις κατάλληλες θέσεις στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, το ρυθμίζουμε έτσι ώστε τα δείγματα μας να είναι σε θάλαμο υπό κενό. Διαθέτει οθόνη τεσσάρων πλαισίων τα οποία παρακολουθούνται ταυτόχρονα και σε κάθε πλαίσιο παρουσιάζονται ξεχωριστά:

- η επιφάνεια του δείγματος από τον ανιχνευτή δευτερογενών ηλεκτρονίων
- η κατανομή των φάσεων από τον ανιχνευτή των οπισθοσκεδαζόμενων ηλεκτρονίων
- μια μεικτή εικόνα μορφολογίας και κατανομής φάσεων
- «ζωντανή» εικόνα από τον θάλαμο του δείγματος μέσω κάμερας

Παράλληλα υπάρχει και ένας δεύτερος υπολογιστής με ξεχωριστή οθόνη στην οποία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ακτινόανάλυσης με το κατάλληλο λογισμικό. Υπάρχει η δυνατότητα στοιχειακής ανάλυσης σε ένα σημείο του δείγματος οπότε προκύπτουν φάσματα της κλασικής μορφής αλλά και η δυνατότητα ανάλυσης ευρύτερης περιοχής. Τα αποτελέσματα από την εξέταση των δειγμάτων με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρουσιάζονται με την μορφή εικόνων μορφολογίας επιφανείας και κατανομής φάσεων.

6.8 Μετρητής σωματιδίων με διαφορική σκέδαση φωτός

Όργανα- υλικά

Πλαστικές κυψελίδες

Διαθλασίμετρο

Απιονυσμένο νερό

Διάλυμα 1% από πράσινα φασόλια, διάλυμα 1% από φακές, διάλυμα 1% από μπάμιες

Πειραματική πορεία

Αρχικά φτιάχνουμε τα διαλύματα που θέλουμε να μετρήσουμε, ρυθμίζουμε το μηχάνημα με τις συνθήκες που εμείς θέλουμε (από ποια μεριά να πέσει η δέσμη laser) βρίσκουμε τον δείκτη διάθλασης του κάθε δείγματος με την βοήθεια ενός διαθλασίμετρου και στη συνέχεια γεμίζουμε την κυψελίδα με το διάλυμα που θέλουμε

να μετρήσουμε. Προσέχω πάντα να ξεπλένω καλά την κυψελίδα μου πριν συνεχίσω στο επόμενο διάλυμα.

Κεφάλαιο 7^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 Προσδιορισμός πρωτεϊνών

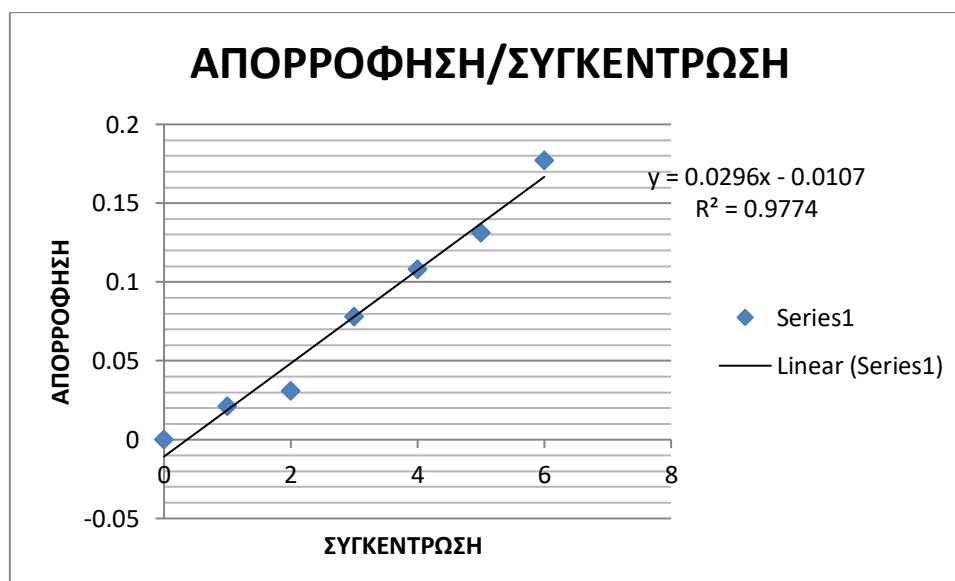
ΠΡΑΣΙΝΑ ΦΑΣΟΛΙΑ

Στον παρακάτω πίνακα 7.1.1. δίνονται τα αποτελέσματα για τη μέτρηση των πρωτεϊνών σε δείγματα πράσινου φασολιού.

Πίνακας 7.1.1. Μετρήσεις απορρόφησης προτύπων και δείγματος πράσινου φασολιού για υπολογισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες.

ΣΩΛΗΝΕΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/ml)	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ
0	0	0
1	1	0,021
2	2	0,031
3	3	0,078
4	4	0,108
5	5	0,131
6	6	0,177
7	7	0,180
8	8	0,183
Πράσινα φασόλια	84,8	0,113

Τα αποτελέσματα δίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 7.1.1.α. . Διάγραμμα συγκέντρωσης/απορρόφησης προτύπων με τη μέθοδο Bradford.

Από τη γραφική παράσταση και την εξίσωση της ευθείας $y = \alpha x + \beta$ προκύπτει:

$Y = 0.029 \cdot x - 0.010$ και μετά από πράξεις:

$X = 4.24$ μg πρωτεΐνης/ml

Και λόγω αραίωσης 1:20 το αποτέλεσμα θα είναι το εξής:

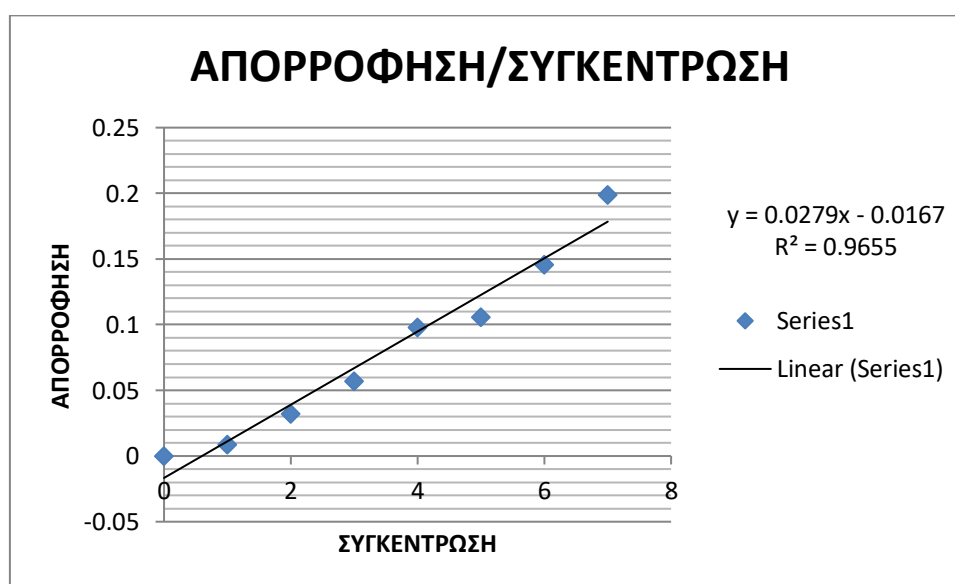
$4,24 \cdot 20 = 84,8$ μg πρωτεΐνης/ml

ΜΠΑΜΙΕΣ-ΦΑΚΕΣ

Πίνακας 7.1.2 Μετρήσεις απορρόφησης προτύπων και δείγματος από μπάμια και φακές για υπολογισμό της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες.

ΣΩΛΗΝΕΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ
0	0	0
1	1	0,009
2	2	0,032
3	3	0,057
4	4	0,098
5	5	0,106
6	6	0,146
7	7	0,199
Μπάμιας	97,6	0,116
Φακές	153,2	0,191

Τα αποτελέσματα δίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



7.1.2.β Διάγραμμα συγκέντρωσης/απορρόφησης από πρότυπα με τη μέθοδο Bradford.

Από τη γραφική παράσταση και την εξίσωση της ευθείας $y = \alpha x + \beta$ προκύπτει:

$y = \alpha x + \beta$ και με αντικατάσταση έχουμε: $y = 0,027 \cdot x - 0,016$

A) Για τις μπάμιες:

$x = 4,88 \text{ } \mu\text{g πρωτεΐνης/ml}$

λόγω αραιώση 1:20 το αποτέλεσμα θα είναι: $4,88 \cdot 20 = 97,6 \mu\text{g/ml}$

B) Για τις φακές θα ισχύει:

$x = 7,66 \text{ } \mu\text{g πρωτεΐνης/ml}$

και λόγω αραιώσης 1:20 το αποτέλεσμα θα είναι: $7,66 \cdot 20 = 153,2 \mu\text{g/ml}$

7.2 Προσδιορισμός τέφρας

Για καλύτερα αποτελέσματα όλες οι μετρήσεις έγιναν από δύο φορές και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέσος όρος.

ΠΡΑΣΙΝΑ ΦΑΣΟΛΙΑ

Πίνακας 7.2.1. Αποτελέσματα για προσδιορισμό τέφρας σε πράσινα φασόλια

Αριθμός κάψας	Αρχικό βάρος σε gr	Τελικό βάρος σε gr	Βάρος ξηρής καύσης σε gr
1	25,900	25,389	0,511
0	27,570	27,229	0,341

Μ.Ο. Βάρος ξηρής καύσης σε gr:

$$(0,511 + 0,341) / 2 = 0,852 / 2 = 0,426 \text{ gr}$$

ΦΑΚΕΣ

Πίνακας 7.2.2. Αποτελέσματα για προσδιορισμό τέφρας σε φακές

Αριθμός κάψας	Αρχικό βάρος σε gr	Τελικό βάρος σε gr	Βάρος ξηρής καύσης σε gr
2	27,350	26,871	0,479
1	27,650	27,148	0,502

Μ.Ο. Βάρος ξηρής καύσης σε gr:

$$(0,479 + 0,502) / 2 = 0,981 / 2 = 0,490 \text{ gr}$$

ΜΠΑΜΙΕΣ

Πίνακας 7.2.3. Αποτελέσματα για προσδιορισμό τέφρας σε μπάμιες

Αριθμός κάψας	Αρχικό βάρος σε gr	Τελικό βάρος σε gr	Βάρος ξηρής καύσης σε gr
3	26,284	25,878	0,406
2	26,850	26,385	0,465

Μ.Ο. Βάρος ξηρής καύσης σε gr:

$$(0,406+0,465)/2=0,871/2=0,435 \text{ gr}$$

7.3 Προσδιορισμός υγρασίας

Για να είναι πιο ακριβείς οι μετρήσεις μας στο πείραμα μας παίρναμε μετρήσεις από τα δείγματα μας κάθε δέκα λεπτά.

ΠΡΑΣΙΝΑ ΦΑΣΟΛΙΑ

Πίνακας 7.3.α : Αποτελέσματα υπολογισμού υγρασίας σε πράσινα φασόλια.

Βάρος ποτηριού ζέσεως σε gr	Βάρος υλικού σε gr	Σύνολο σε gr
34,40	0,6001	35,0001

Μετρήσεις βάρους σε gr	
Πρώτο 10'	34,9565
Δεύτερο 10'	34,9530
Τρίτο 10'	34,9522
Τέταρτο 10'	34,9508

Άρα $35,0001-34,9508=0,0493$ γραπώλειας βάρους. Η υγρασία θα είναι 8.21%.

ΜΠΑΜΕΣ

Πίνακας 7.3.α : Αποτελέσματα υπολογισμού υγρασίας σε μπάμιες.

Βάρος ποτηριού ζέσεως σε gr	Βάρος υλικού σε gr	Σύνολο
52,125	0,718	52,843

Μετρήσεις βάρους σε gr	
Πρώτο 10'	52,777

Δεύτερο 10'	52,735
Τρίτο 10'	52,706

Άρα: $52,843 - 52,706 = 0,137$ γραμμάτια βάρους και υγρασία 19.08%.

ΦΑΚΕΣ

Πίνακας 7.3.α : Αποτελέσματα υπολογισμού υγρασίας σε φακές.

Βάρος ποτηριού ζέσεως σε gr	Βάρος υλικού σε gr	Σύνολο σε gr
60,140	0,6003	60,740

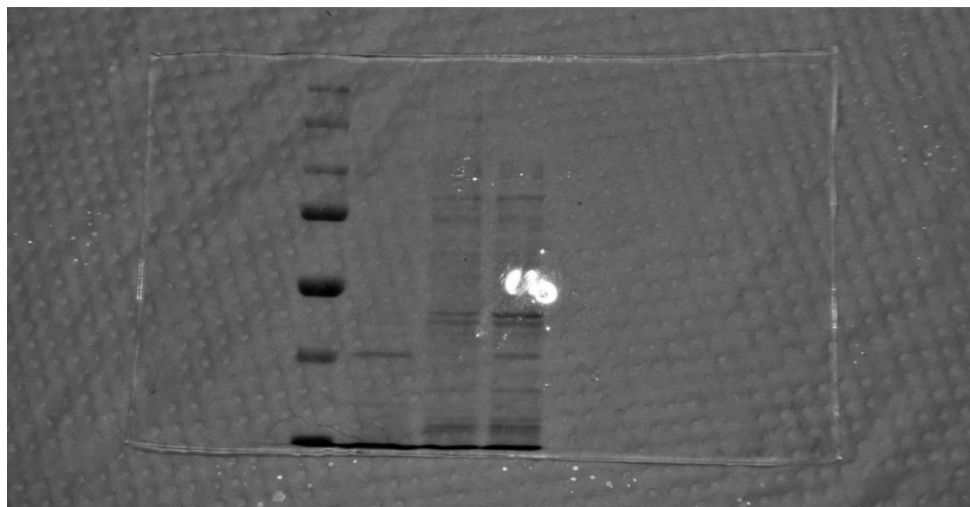
Μετρήσεις βάρους σε gr	
Πρώτο 10'	60,715
Δεύτερο 10'	60,710
Τρίτο 10'	60,709

Άρα: $60,740 - 60,709 = 0,031$ γραμμάτια βάρους και υγρασία 5,16% υγρασία

7.4 Ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών

Η διαδικασία αυτή, της ηλεκτροφόρησης, μας βοήθησε να βρούμε το μοριακό βάρος της κάθε πρωτεΐνης χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο μάρτυρα και με το πρόγραμμα adobePhotoshop μπορέσαμε να μετρήσουμε τις αποστάσεις των πρωτεϊνών και με τους υπολογισμούς βρέθηκε το μέγεθος των πρωτεϊνών των δειγμάτων μας. Ακολουθεί φωτογραφία με το πήκτωμα όπου περιέχει τις πρωτεΐνες από τα δείγματά μας.

Ακολουθεί φωτογραφία με το πήκτωμα όπου περιέχει τις πρωτεΐνες από τα δείγματά μας.



Φωτογραφία 7.4.α: Πήκτωμα ακρυλαμιδίου, από δεξιά: Buffer, Μάρτυρας, Μπάμιες, Φακές, Πράσινα φασόλια.

ΜΠΑΜΙΕΣ

Αρχικά, θα πρέπει να βρούμε τον παράγοντα επιβράδυνσης (R_f) που είναι ο λόγος της απόστασης που διένυσε η πρωτεΐνη προς την απόσταση του μετώπου της ηλεκτροφόρησης.

$$R_{f1} = 187,90/1531,25 = 0,12$$

$$R_{f2} = 1131,76/1531,25 = 0,73$$

$$R_{f3} = 1315,32/1531,25 = 0,85$$

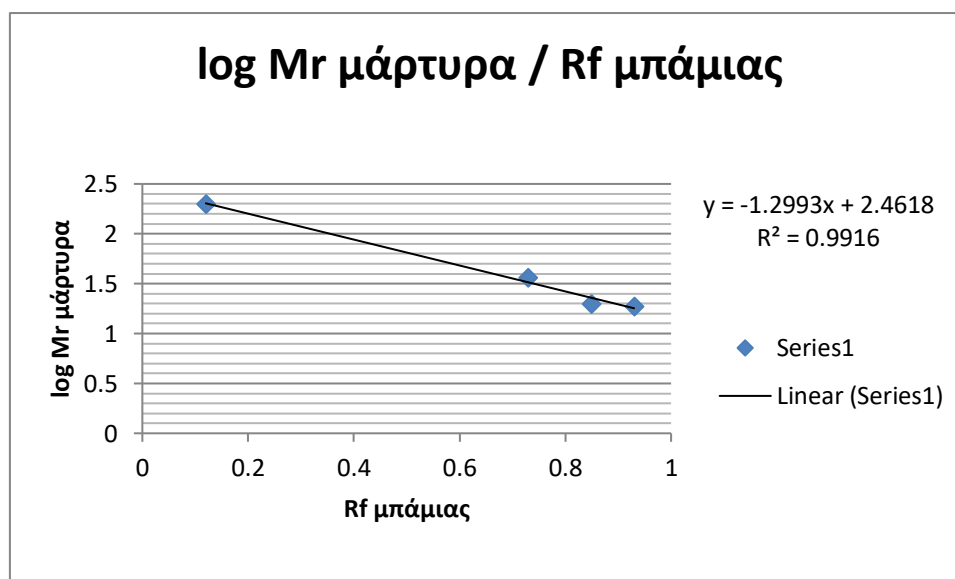
$$R_{f4} = 1439,25/1531,25 = 0,93$$

Αφού βρέθηκε ο R_f , με τη βοήθεια του μάρτυρα γίνεται αντιστοίχιση των μοριακών βαρών στις πρωτεΐνες και βρίσκεται ο $\log M_r$, στη συνέχεια κατασκευάζεται πρότυπη ευθεία. Με τη χρήση του διαγράμματος και με την εξίσωση της ευθείας μπορεί να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα των δειγμάτων.

Πίνακας 7.4.1 Αποτελέσματα υπολογισμών R_f και $\log M_r$ από την ηλεκτροφόρηση.

R_f	$\log M_r$
0,12	2,30
0,73	1,56
0,85	1,30
0,93	1,27

Ακολουθεί το διάγραμμα και η εξίσωση της ευθείας για τη γραφική παράσταση των $\log M_r$ έναντι R_f .



7.4.1α : Διάγραμμα $\log M_r$ προς R_f μπάμιας.

Η εξίσωση της ευθείας είναι της μορφής : $y = -ax + \beta$

Και είναι η εξής:

$$A) y = -1.299x + 2.461$$

$$\Rightarrow R_{f1} = -1.299 \log Mw + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.12 = -1.299 \log Mw + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.80 \text{ kD}$$

$$B) y = -1.299x + 2.461$$

$$\Rightarrow R_{f2} = -1.299 \log Mw + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.73 = -1.299 \log Mw + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.33 \text{ kD}$$

$$\Gamma) y = -1.299x + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{f3} = -1.299 \log Mw + 2.461$$

$$\Rightarrow 0.85 = -1.299 \log Mw + 2.461$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.24 \text{ kD}$$

$$\Delta) y = -1.299x + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{f4} = -1.299 \log Mw + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.93 = -1.299 \log Mw + 2.461 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.17 \text{ kD}$$

Ακολουθεί πίνακας με τα αποτελέσματα από την ηλεκτροφόρηση του δείγματος μπάμιας.

Πίνακας 7.4.2: Αποτελέσματα ηλεκτροφόρησης από το δείγμα μπάμιας.

R_f	$\log M_r$	$\log M_w$ (kD)
0.12	2.30	1.80
0.73	1.56	1.33
0.85	1.30	1.24
0.93	1.27	1.17

ΦΑΚΕΣ

Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία όπως παραπάνω.

$$Rf1 = 232.02/1531.25 = 0.15$$

$$Rf2 = 539.78/1531.25 = 0.35$$

$$Rf3 = 623.68/1531.25 = 0.40$$

$$Rf4 = 979.78/1531.25 = 0.63$$

$$Rf5 = 1023.54/1531.25 = 0.66$$

$$Rf6 = 1267.35/1531.25 = 0.82$$

$$Rf7 = 1383.30/1531.25 = 0.90$$

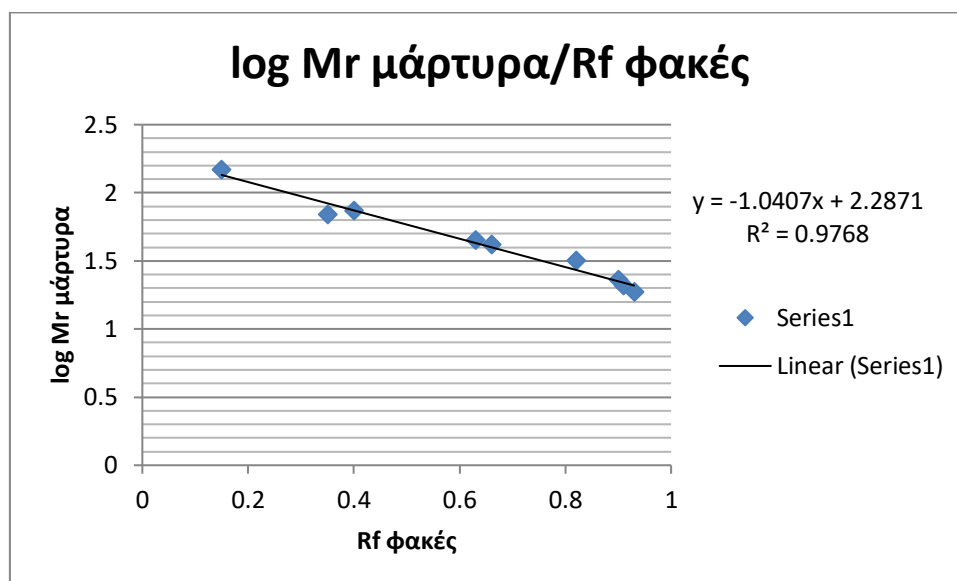
$$Rf8 = 1407.29/1531.25 = 0.91$$

$$Rf9 = 1431.26/1531.25 = 0.93$$

Πίνακας 7.4.3 : Αποτελέσματα υπολογισμών R_f και $\log M_r$ από το δείγμα φακές.

R_f	$\log M_r$
0.15	2.17
0.35	1.84
0.40	1.87
0.63	1.65
0.66	1.62
0.82	1.50
0.90	1.36
0.91	1.32
0.93	1.27

Ακολουθεί το διάγραμμα και η εξίσωση της ευθείας για το R_f του δείγματος από φακές και το αντίστοιχο $\log M_r$ που βρήκαμε από το μάρτυρα.



7.4.3α : : Διάγραμμα $\log M_r$ προς R_f φακές.

Η εξίσωση της ευθείας είναι της μορφής $y = -ax + \beta$

Και είναι η εξής:

$$Y = -1.040 x + 2.287$$

$$A) Rf1 = -1.040 \log Mw + 2.287 = >$$

$$=> 0.15 = -1.040 \log Mw + 2.287 = >$$

$$=> \log Mw = 2.05 \text{ kD}$$

$$B) Rf2 = -1.040 \log Mw + 2.287 = >$$

$$=> 0.35 = -1.040 \log Mw + 2.287 = >$$

$$=> \log Mw = 1.85 \text{ kD}$$

$$C) Rf3 = -1.040 \log Mw + 2.287 = >$$

$$=> 0.35 = -1.040 \log Mw + 2.287 = >$$

$$=> \log Mw = 1.81 \text{ kD}$$

$$\begin{aligned}
 \text{D) } Rf4 &= -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 0.63 = -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \log Mw = 1.59 \text{ kD}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{E) } Rf5 &= -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 0.66 = -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \log Mw = 1.56 \text{ kD}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F) } Rf6 &= -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 0.82 = -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \log Mw = 1.41 \text{ kD}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{G) } Rf7 &= -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 0.90 = -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \log Mw = 1.33 \text{ kD}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{H) } Rf8 &= -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 0.91 = -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \log Mw = 1.32 \text{ kD}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{I) } Rf9 &= -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 0.93 = -1.040 \log Mw + 2.287 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \log Mw = 1.30 \text{ kD}
 \end{aligned}$$

Πίνακας 7.4.4: Αποτελέσματα ηλεκτροφόρησης από δείγμα φακές.

R_f	Log M_r	Log M_w
0.15	2.17	2.05
0.35	1.84	1.86
0.40	1.87	1.81
0.63	1.65	1.59
0.66	1.62	1.56
0.82	1.50	1.41
0.90	1.36	1.33
0.91	1.32	1.32
0.93	1.27	1.30

ΠΡΑΣΙΝΑ ΦΑΣΟΛΙΑ

Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία.

$$Rf1 = 455.78/1531.25 = 0.29$$

$$Rf2 = 539.78/1531.25 = 0.35$$

$$Rf3 = 623.68/1531.25 = 0.40$$

$$Rf4 = 979.78/1531.25 = 0.63$$

$$Rf5 = 1023.54/1531.25 = 0.66$$

$$Rf6 = 1144.10/1531.25 = 0.74$$

$$Rf7 = 1267.35/1531.25 = 0.82$$

$$Rf8 = 1383.30/1531.25 = 0.90$$

$$Rf9 = 1407.29/1531.25 = 0.91$$

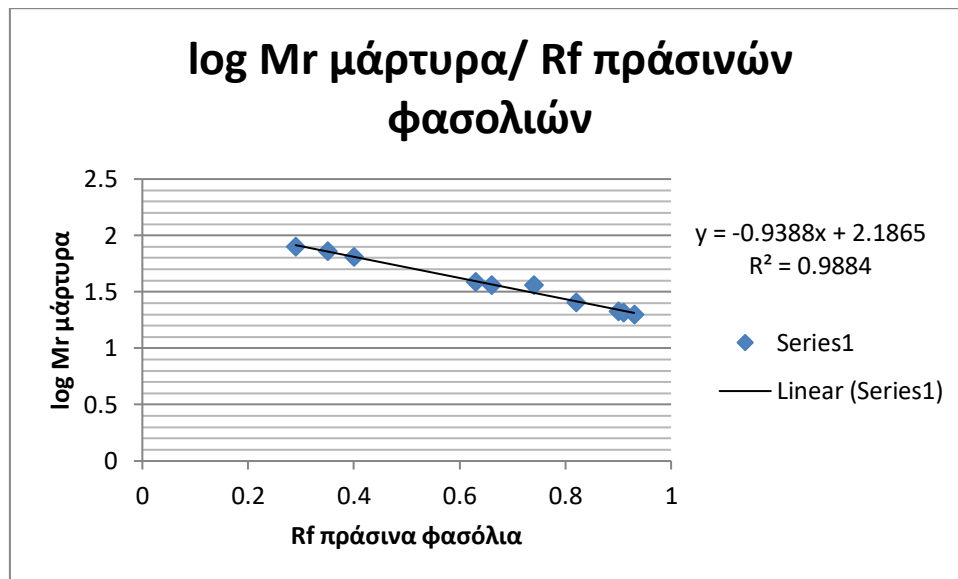
$$Rf10 = 1431.26/1531.25 = 0.93$$

Πίνακας 7.4.5: Αποτελέσματα υπολογισμών R_f και $\log M_r$ από δείγμα πράσινων φασολιών.

R_f	Log M_r
0,29	1,90
0,35	1,86
0,40	1,81
0,63	1,59
0,66	1,56
0,74	1,56
0,82	1,41

0,90	1,33
0,91	1,32
0,93	1,30

Ακολουθεί το διάγραμμα και η εξίσωση της ευθείας για το R_f του δείγματος από πράσινα φασόλια και το αντίστοιχο $\log M_r$ που βρήκαμε από το μάρτυρα.



7.4.5α : : Διάγραμμα $\log M_r$ προς R_f πράσινων φασολιών.

Η εξίσωση της ευθείας είναι της μορφής $y = -ax + \beta$

Και είναι η εξής: $y = -0.938 \log M_w + 2.186$

$$\begin{aligned} A) Rf1 &= -0.938 \log M_w + 2.186 \Rightarrow \\ \Rightarrow 0.29 &= -0.938 \log M_w + 2.186 \Rightarrow \\ \Rightarrow \log M_w &= 2.02 \text{ kD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B) Rf2 &= -0.938 \log M_w + 2.186 \Rightarrow \\ \Rightarrow 0.35 &= -0.938 \log M_w + 2.186 \Rightarrow \\ \Rightarrow \log M_w &= 1.97 \text{ kD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Gamma) Rf3 &= -0.938 \log M_w + 2.186 \Rightarrow \\ \Rightarrow 0.40 &= -0.938 \log M_w + 2.186 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.92 \text{ kD}$$

$$\Delta) Rf4 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.63 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.67 \text{ kD}$$

$$E) Rf5 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.66 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.64 \text{ kD}$$

$$Z) Rf6 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.74 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.54 \text{ kD}$$

$$H) Rf7 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.82 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.45 \text{ kD}$$

$$\Theta) Rf8 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.90 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.37 \text{ kD}$$

$$I) Rf9 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.91 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.36 \text{ kD}$$

$$K) Rf10 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.93 = -0.938 \log Mw + 2.186 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log Mw = 1.33 \text{ kD}$$

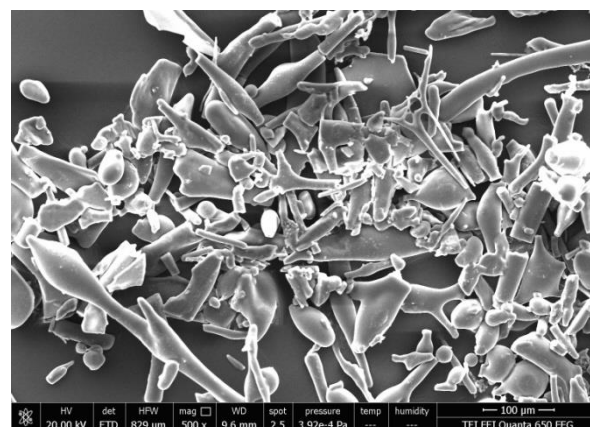
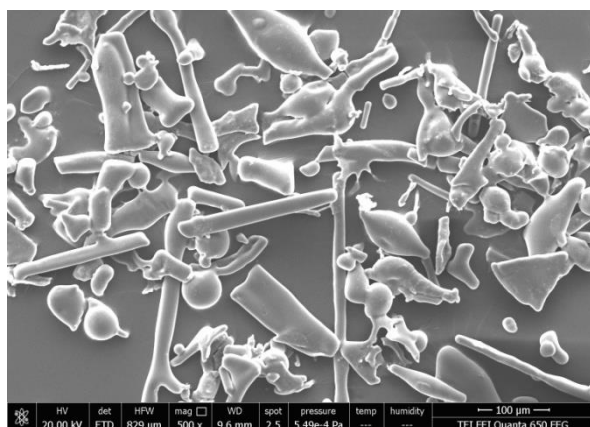
Πίνακας 7.4.6. Αποτελέσματα ηλεκτροφόρησης από δείγμα πράσινων φασολιών.

R_f	Log M_r	Log M_w
0.29	1.90	2.02
0.35	1.86	1.97
0.40	1.81	1.92
0.63	1.59	1.67
0.66	1.56	1.64
0.74	1.56	1.54
0.82	1.41	1.45
0.90	1.33	1.37
0.91	1.32	1.36
0.93	1.30	1.33

7.5 Ηλεκτρονική μικροσκοπία σύρωσης

Από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο πήραμε φωτογραφίες από τα υπό εξέταση δείγματά μας. Γενικότερα, η ποιότητα των πειραματικών δεδομένων και οι εικόνες από το SEM ήταν σχετικά καλές και ήταν σύμφωνα με τις απαιτήσεις που αφορά τις εικόνες που πρέπει να παρουσιάζει το SEM. Πιο αναλυτικά εφαρμόζουμε τάση στο νήμα πυρακτώσεως, οδηγεί σε μία αυξανόμενη και διακυμαινόμενη αύξηση θερμοκρασίας καθώς τα εκπεμπόμενα ηλεκτρόνια φτάνουν στην επιφάνεια του δείγματος αλληλεπιδρούν ή και διασκορπίζονται στους ανιχνευτές του SEM έτσι έχουμε την εικόνα από τα δείγματα μας.

ΠΡΑΣΙΝΑΦΑΣΟΛΙΑ

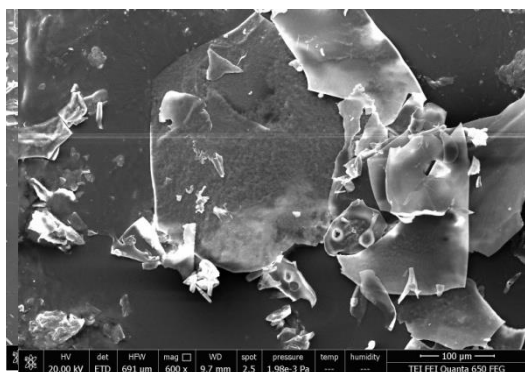


εικόνα 7.5.α και 7.5.β: Υδροκολλοειδή πράσινων φασολιών σε 500×

Σε αυτήν την εικόνα έχουμε τα πράσινα φασόλια έπειτα από την επεξεργασία τους από τον λυοφιλιωτή, έχουμε τοποθετήσει το δείγμα μας μέσα στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και η εικόνα που βλέπουμε είναι σε μεγέθυνση 500×. Αυτό που βλέπουμε

είναι υδροκολλοειδή σε διαφορετικά σχήματα τότε μοιάζουν με ράβδους και κάποια μοιάζουν κάπως σαν σφαίρα αλλά γενικά δεν έχουν κάποιο συγκεκριμένο σχήμα. Επιπλέον από την φωτογραφία βλέπουμε ότι υπάρχουν και σημεία που είναι άλλοτε ενωμένα κάπως σαν μια μάζα αλλά υπάρχουν και κάποια που έχουν απόσταση μεταξύ τους αυτό φαίνεται και στα αποτελέσματα του μετρητή σωματιδίων με διαφορεική σκέδαση φωτός. Σε μεγαλύτερη μεγέθυνση πάνω στην επιφάνεια των υδροκολλοειδών θα δούμε ότι η επιφάνεια τους υπάρχουν θύλακες που μοιάζουν σαν σφουγγάρι, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την προσρόφηση ουσιών όπως είναι οι αρωματικές ύλες..

ΦΑΚΕΣ



Εικόνα 7.5.γ και 7.5.δ: Υδροκολλοειδή από δείγμα φακές σε μεγέθυνση 300× και 600×

Η δεύτερη εικόνα που θα αναλύσουμε είναι στο δείγμα από φακές. Το δείγμα που αναλύσαμε ήταν μετά την έξοδο του από τον λυοφιλιωτή και ήταν υπό μορφή σκόνης. Η φωτογραφία που τραβήξαμε ήταν σε μεγέθυνση 300× και τα υδροκολλοειδή που εμφανίζονται έχουν ένα ακανόνιστο σχήμα άλλα μοιάζουν κάπως πιο τετραγωνοειδές, υπάρχουν και κάποια υδροκολλοειδή που έχουν σχήμα σαν ράβδος απλά από τις φωτογραφίες που τραβήξαμε φαίνεται ότι είναι λίγα σε αριθμό. Από την εικόνα που πήραμε, είναι εμφανές ότι η επιφάνεια των υδροκολλοειδών από φακές είναι πορώδη, μοιάζει σαν σφουγγάρι, αυτό μας επιβεβαιώνει ότι μπορούν να προσροφούν ουσίες όπως αρωματικές ενώσεις. Τέλος στην εικόνα από το μικροσκόπιο εμφανίζονται τα υδροκολλοειδή ενωμένα μεταξύ τους σαν συσσωματώματα αλλά και κάποια να υπάρχει απόσταση μεταξύ τους.

Γενικά, οι εικόνες που πήραμε από το μικροσκόπιο έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Καταλάβαμε πως δεν παίζει ρόλο το είδος του φυτού είτε ήταν από φασόλια είτε ήταν από τις φακές είτε από μπάμιες είτε από οτιδήποτε άλλο, τα υδροκολλοειδή τους είχαν το ίδιο σχήμα και σχεδόν ίδιο μέγεθος με μερικές διαφορές, συμπεριφέρονταν σχεδόν το ίδιο αυτό φάνηκε όταν φτιάξαμε διαλύματα και χρειάστηκε σε όλα τα δείγματα να τα τοποθετήσουμε στους υπέρηχους για να 'σπάσουν' τα συσσωματώματα που είχαν δημιουργηθεί.

Τέλος, αυτό που ήταν χαρακτηριστικό σε όλα τα δείγματα, αφού τα βγάλαμε από τον λυοφιλωτή ήταν η έντονη μυρωδιά τους, το οποίο φαίνεται και στις εικόνες που πήραμε από το μικροσκόπιο καθώς η επιφάνεια των υδροκολλοειδών έχει την μορφή σφουγγαριού πράγμα που μας επιβεβαιώνει ότι μπορούν και προσροφούν διάφορες αρωματικές ενώσεις.

7.6 Μετρητής σωματιδίων με διαφορεική σκέδαση φωτός

Τα αποτελέσματα που πήραμε από τον μετρητή σωματιδίων εμφανίζονται στην παρακάτω.

Size Distribution Report by Intensity

v2.2



Sample Details

Sample Name: fakes filtrate 2

SOP Name: bean.sop

General Notes:

File Name: bean.dts

Dispersant Name: Water

Record Number: 23

Dispersant RI: 1.330

Material RI: 1.34

Viscosity (cP): 0.8872

Material Absorbtion: 1.000

Measurement Date and Time: 07 February 2017 17:25:28

System

Temperature (°C): 24.9

Duration Used (s): 70

Count Rate (kcps): 201.8

Measurement Position (mm): 4.65

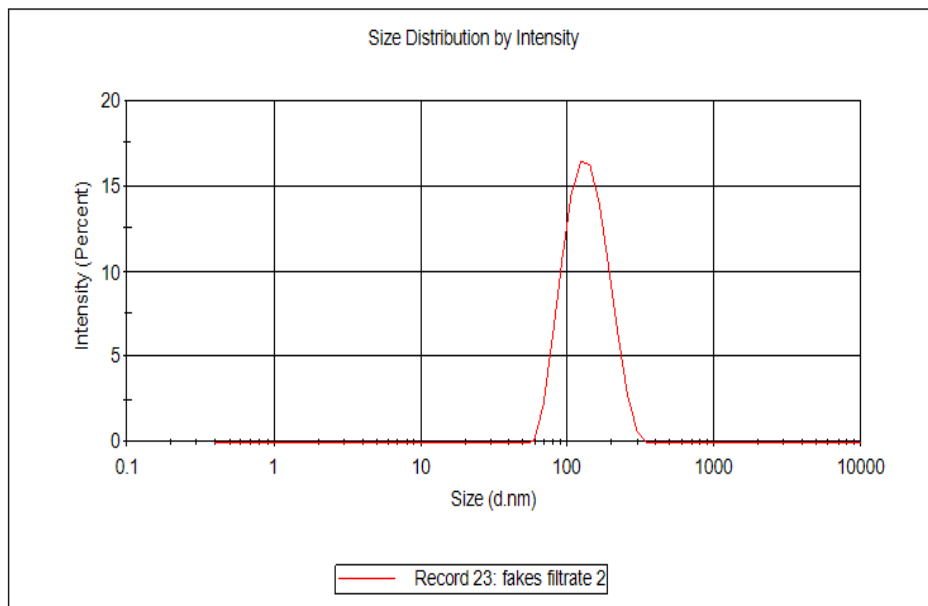
Cell Description: Disposable sizing cuvette

Attenuator: 7

Results

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.n...)
Z-Average (d.nm): 129.5	Peak 1: 139.4	100.0	45.69
PdI: 0.137	Peak 2: 0.000	0.0	0.000
Intercept: 0.958	Peak 3: 0.000	0.0	0.000

Result quality : **Good**



Σαν πρώτη εικόνα πήραμε την κατανομή του μεγέθους των υδροκολλοειδών από το δείγμα φακών, βρέθηκε ότι ο μέσος όρος της κατανομής του μεγέθους είναι στα 129,5nm σε θερμοκρασία 24,6⁰C και με ιξώδες στα 0,887 cP. Η κορυφή εμφανίστηκε στα 139,4 nm. Στο διάλυμα μας δημιουργήθηκαν μικρά συσσωματώματα τα οποία όσο και να γινόταν ανάδευση με το χέρι δεν διαλύονταν, έτσι βάλαμε το διάλυμά μας στους υπέρηχους για μερικά λεπτά και μετρήσαμε πάλι την κατανομή μεγέθους και σαν αποτέλεσμα πήραμε:

Size Distribution Report by Intensity

v2.2



Sample Details

Sample Name: fakes filtrated after ultrasonic 2

SOP Name: bean.sop

General Notes:

File Name:	bean.dts	Dispersant Name:	Water
Record Number:	40	Dispersant RI:	1.330
Material RI:	1.34	Viscosity (cP):	0.8872
Material Absorbion:	1.000	Measurement Date and Time:	07 February 2017 19:25:21

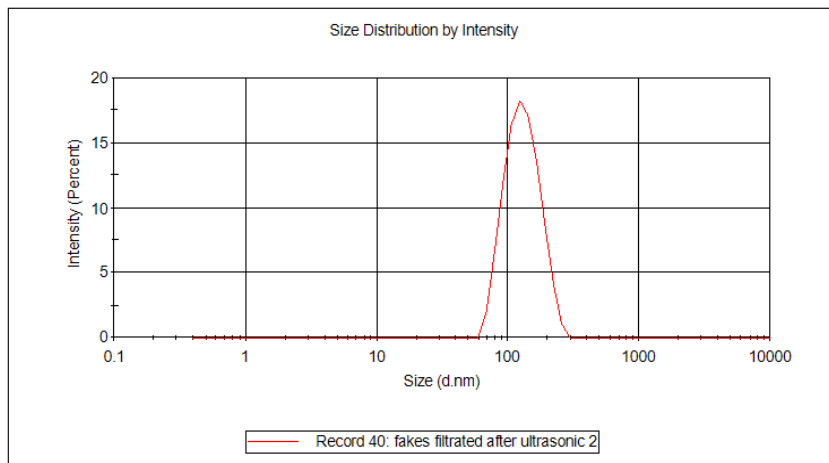
System

Temperature (°C):	24.9	Duration Used (s):	70
Count Rate (kcps):	198.1	Measurement Position (mm):	4.65
Cell Description:	Disposable sizing cuvette	Attenuator:	7

Results

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.n...)		
Z-Average (d.nm):	127.6	Peak 1:	132.5	100.0	39.41
Pdl:	0.196	Peak 2:	0.000	0.0	0.000
Intercept:	0.959	Peak 3:	0.000	0.0	0.000

Result quality : **Good**



Όταν βάλαμε το διάλυμα στους υπέρηχους έγινε διάσπαση των συσσωμάτων που είχαν δημιουργηθεί και αυτό φαίνεται στη μείωση του μέσου όρου του μεγέθους των υδροκολλοειδών στα 127,6nm περίπου η κορυφή εμφανίστηκε νωρίτερα στα 132,5nm

Το ίδιο συνέβη και με το δείγμα από τα πράσινα φασόλια το οποίο το βάλουμε στους υπέρηχους και πήραμε τα παρακάτω:

Size Distribution Report by Intensity

v2.2



Sample Details

Sample Name: bean 1 new after ultrasonic 1

SOP Name: bean.sop

General Notes:

File Name: bean.dts

Dispersant Name: Water

Record Number: 32

Dispersant RI: 1.330

Material RI: 1.34

Viscosity (cP): 0.8872

Material Absorbtion: 1.000

Measurement Date and Time: 07 February 2017 18:37:51

System

Temperature (°C): 25.0

Duration Used (s): 80

Count Rate (kcps): 136.2

Measurement Position (mm): 0.85

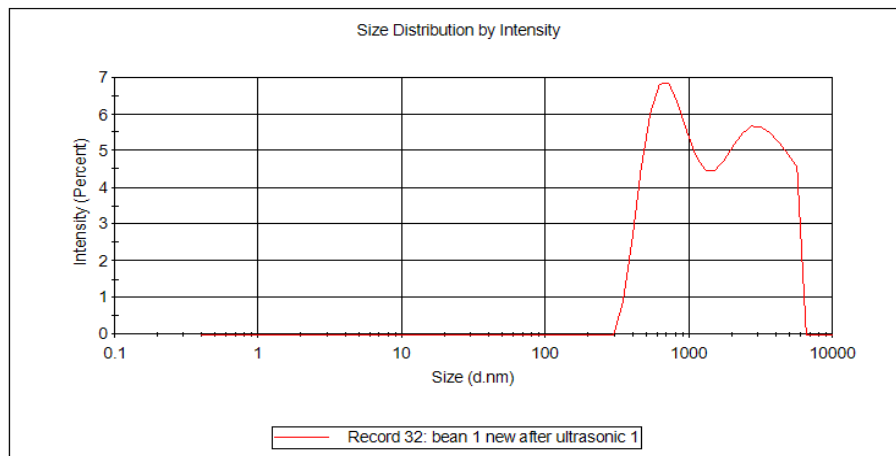
Cell Description: Disposable sizing cuvette

Attenuator: 4

Results

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 1169	Peak 1: 823.3	50.9	322.6
PdI: 0.469	Peak 2: 3128	49.1	1251
Intercept: 0.966	Peak 3: 0.000	0.0	0.000

Result quality : Good



Όπου η κατανομή του μεγέθους των υδροκολλοειδών, των πράσινων φασολιών είχε μέσο όρο 1169 nm και η κορυφή εμφανίστηκε στα 823,3 nm. Στα πράσινα φασόλια πήραμε 2 κορυφές αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα πράσινα φασόλια είχαν περισσότερα συσσωματώματα, η δεύτερη κορυφή εμφανίστηκε πιο μετά στα 3128 nm και δεν ήταν και τόσο ικανοποιητική. Για αυτό το λόγο αφήσαμε το διάλυμα μας περισσότερη ώρα στους υπέρηχους και πήραμε τα παρακάτω:

Size Distribution Report by Intensity

v2.2



Sample Details

Sample Name: bean old after ultrasonic 1

SOP Name: bean.sop

General Notes:

File Name: bean.dts	Dispersant Name: Water
Record Number: 36	Dispersant RI: 1.330
Material RI: 1.34	Viscosity (cP): 0.8872
Material Absorbion: 1.000	Measurement Date and Time: 07 February 2017 19:04:23

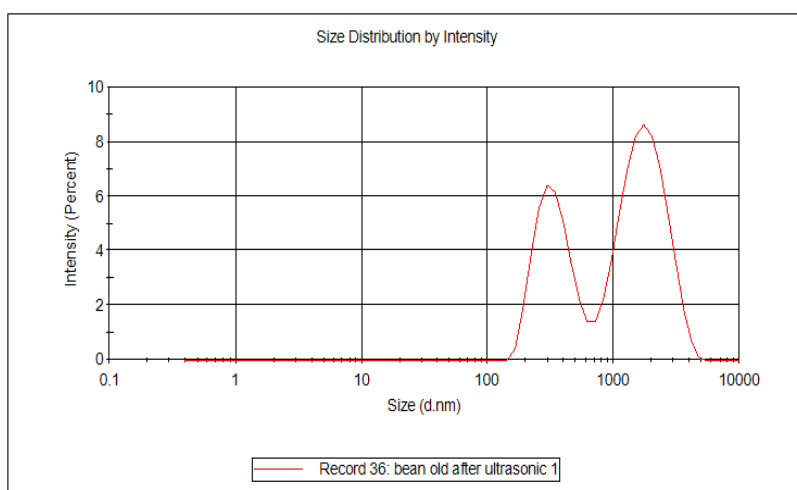
System

Temperature (°C): 25.0	Duration Used (s): 60
Count Rate (kcps): 259.6	Measurement Position (mm): 1.05
Cell Description: Disposable sizing cuvette	Attenuator: 6

Results

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.n...)
Z-Average (d.nm): 650.8	Peak 1: 1803	64.0	742.9
Pdl: 0.496	Peak 2: 338.3	36.0	106.9
Intercept: 0.942	Peak 3: 0.000	0.0	0.000

Result quality : **Good**

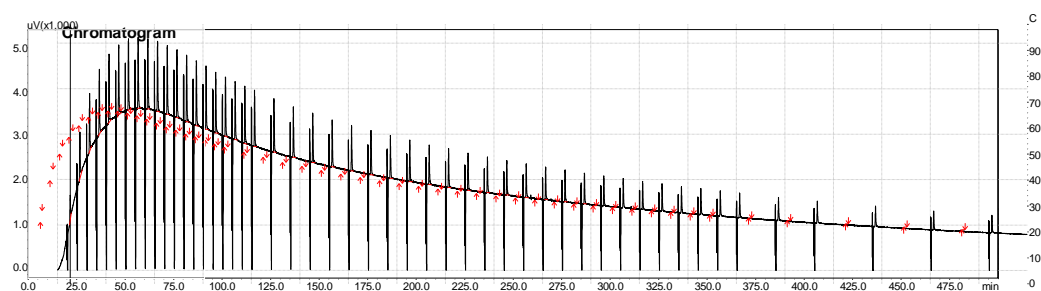


Και σε αυτό το δείγμα παρατηρούμε ότι έχει μειωθεί ο μέσος όρος στα 650,8nm και η πρώτη κορυφή εμφανίζεται στα 1803nm και η δεύτερη στα 338,3nm. Αντίθετα σε όλα τα δείγματα έμεινε σταθερό το ιξώδες στα 0,887 cP.

Τέλος, γενικά αυτό που πήραμε σαν αποτέλεσμα από τον μετρητή σωματιδίων είναι ότι το μέγεθος των υδροκολλοειδών επηρεάζεται από την φύση του δείγματος, δηλαδή το μέγεθος των σωματιδίων από το δείγμα φακών, είχε μικρότερο μέσο όρο από το δείγμα των πράσινων φασολιών. Επίσης όταν τα υδροκολλοειδή έρθουν σε επαφή με το νερό παρατηρούμε ότι κάποια διαλύονται πλήρως και κάποια όχι, αυτό ίσως να οφείλεται στη διαδικασία της ενυδάτωσης όπου όταν έρθουν σε επαφή με το νερό διογκώνονται σαν σφουγγάρι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το μέγεθος τους και να μην διαλύονται πλήρως. Εξαιτίας αυτού, θα πρέπει να προηγηθούν κάποιες διεργασίες όπως είναι η διαδικασία της θέρμανσης, η οποία δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλή επειδή το ιξώδες μπορεί να μειωθεί λόγω θερμικής υδρόλυσης. Το μέγεθος των σωματιδίων είναι κρίσιμος παράγοντας για τη διαλυτότητα καθώς τα μεγάλα σωματίδια χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να διαλυθούν, επιπλέον η πλήρης διάλυση των υδροκολλοειδών επηρεάζεται από τις συνθήκες καθαρισμού, ένα ακάθαρτο κόμμι δεν μπορεί να διαλυθεί εύκολα σε αντίθεση με ένα καθαρισμένο κόμμι. Ιδιαίτερα ο χημικός καθαρισμός είναι πιο αποτελεσματικός στη μείωση της περιεκτικότητας των ακαθαρσιών.

7.7 Αέρια χρωματογράφο αναστραμμένης ροής

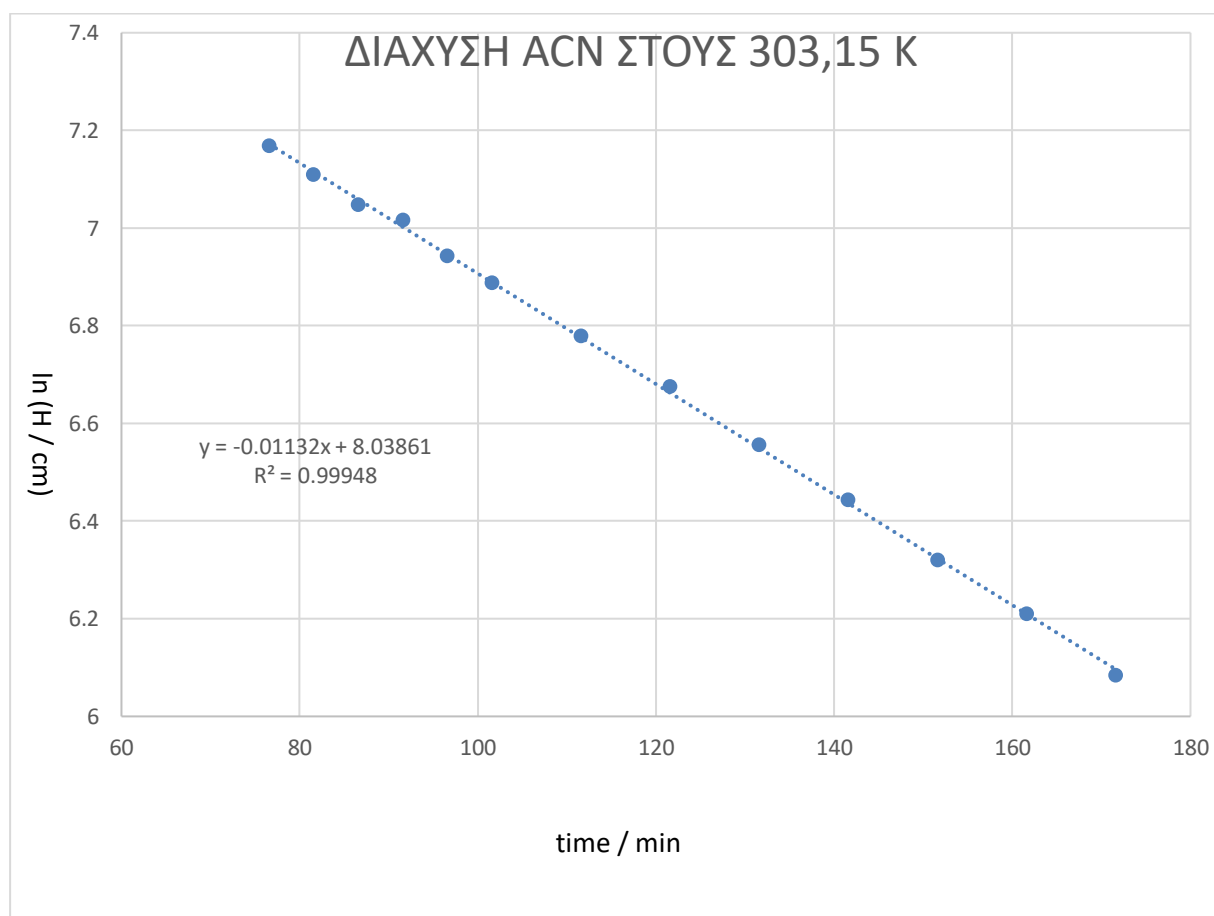
Από τον αέριο χρωματογράφο πήραμε το παρακάτω φάσμα:



7.7.1 Φάσμα απορρόφησης ακετονυτριλίου σε υδροκολλοειδές από πράσινα φασόλια.

Από την ανάλυση του φάσματος και με τους υπολογισμούς πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Διάγραμμα 7.7.α: γραφική παράσταση $\ln(\text{time})$ στους 303,15 K.



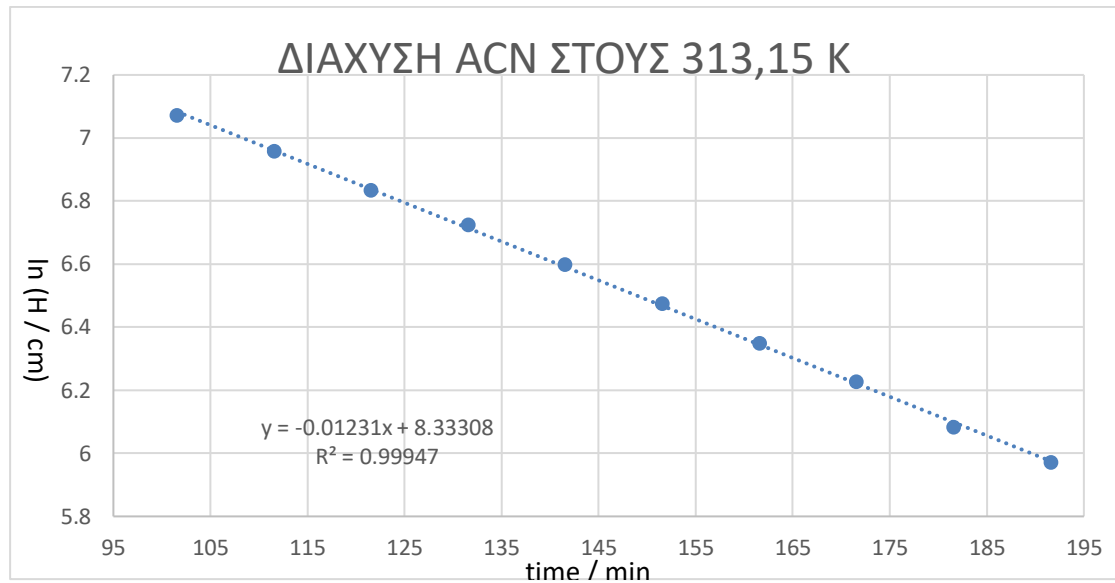
Συντελεστής διάχυσης:

Η κλίση της ευθείας έχει τιμή $0,01132 \text{ min}^{-1}$ ή $1,890 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$$\text{Κλίση} = -\frac{\pi^2 D}{4 L^2} \rightarrow -1,89 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} = -\frac{3,14^2 * D}{4 * 54^2} \rightarrow$$

$$D = 0,223 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$$

Διάγραμμα 7.7.β: γραφική παράσταση ln/time στους 313,15 K



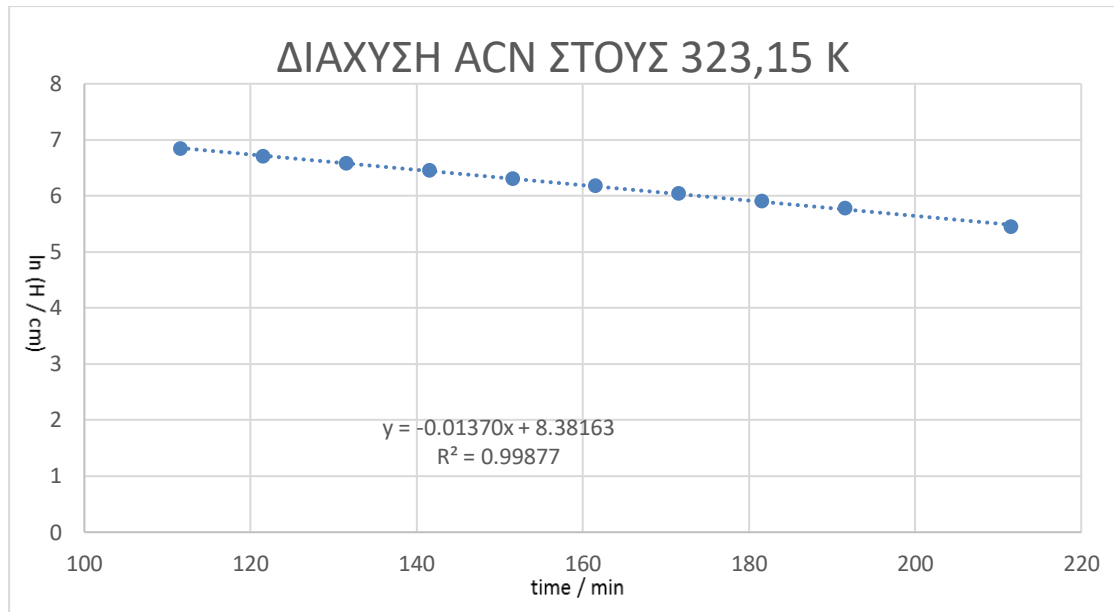
Συντελεστής διάχυσης:

Η κλίση της ευθείας έχει τιμή $0,01231 \text{ min}^{-1}$ ή $2,052 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$$\text{Κλίση} = -\frac{\pi^2 D}{4 L^2} \rightarrow -2,052 \times 10^{-4} = -\frac{3,14^2 * D}{4 * 54^2} \rightarrow$$

$$D = 0,243 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$$

Διάγραμμα 7.7.γ: γραφική παράσταση ln/time στους 323,15 K



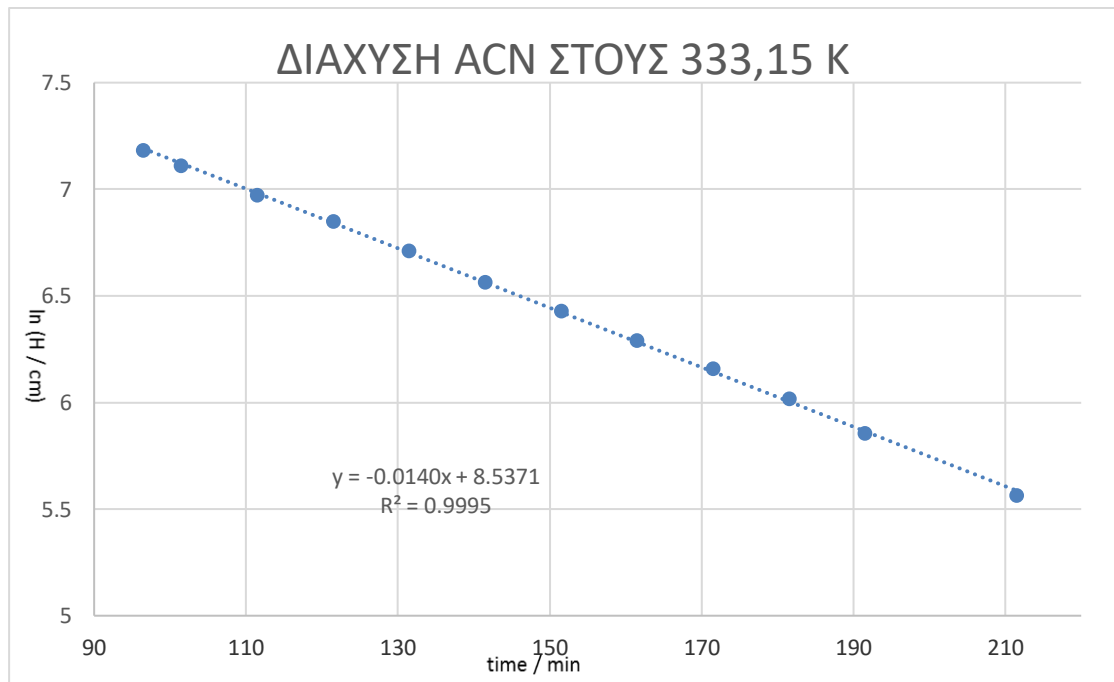
Συντελεστής διάχυσης:

Η κλίση της ευθείας έχει τιμή $0,01370 \text{ min}^{-1}$ ή $2,283 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$$\text{Κλίση} = -\frac{\pi^2 D}{4 L^2} \rightarrow -2,283 \times 10^{-4} = -\frac{3,14^2 * D}{4 * 54^2} \rightarrow$$

$$D = 0,270 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$$

Διάγραμμα 7.7.δ: γραφική παράσταση ln/time στους 333,15 K



Συντελεστής διάχυσης:

Η κλίση της ευθείας έχει τιμή $0,0140\text{min}^{-1}$ ή $2,333 \times 10^{-4}\text{s}^{-1}$

$$\text{Κλίση} = -\frac{\pi^2 D}{4L^2} \rightarrow -2,333 \times 10^{-4} = -\frac{3,14^2 * D}{4 * 54^2} \rightarrow$$

$$D = 0,276 \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$$

Πίνακας 7.7.2 αποτελέσματα προσρόφησης ACN σε υδροκολλοειδή από πράσινα φασόλια.

A/A	T / K	k_1 / s^{-1}	k_R	k_2 / s^{-1}	$D_y \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$
1	303.15	$7,57 \times 10^{-5}$	$3,83 \times 10^{-4}$	$8,93 \times 10^{-4}$	$3,86 \times 10^{-4}$
2	313.15	$1,08 \times 10^{-4}$	$7,18 \times 10^{-4}$	$1,66 \times 10^{-3}$	$4,07 \times 10^{-4}$
3	323.15	$1,47 \times 10^{-4}$	$2,02 \times 10^{-3}$	$2,17 \times 10^{-3}$	$4,49 \times 10^{-4}$
4	333.15	$2,21 \times 10^{-4}$	$6,53 \times 10^{-3}$	$4,06 \times 10^{-3}$	$4,70 \times 10^{-4}$

Όπου

T: η θερμοκρασία σε K

K_1 : η σταθερά προσρόφησης

K_R : σταθερά προσρόφησης/ εκρόφησης

K_2 : σταθερά ταχύτητας αντίδρασης

D_y : ο συντελεστής επιφανειακής διάχυσης του ACN στα υδροκολλοειδή

Τα αποτελέσματα που πήραμε από τον αέριο χρωματογράφο συμβαδίζουν με την θεωρία, δηλαδή η τιμή του συντελεστή διάχυσης αυξάνει με τη θερμοκρασία. Από το φυσικοχημικό χαρακτηρισμό που πραγματοποιήθηκε για την προσρόφηση ενός μικρού μορίου όπως είναι το ακετονιτρίλιο στην επιφάνεια των υδροκολλοειδών διαπιστώθηκε ότι η επιφάνεια των πράσινων φασολιών πρόκειται κυρίως για άμορφο υλικό χωρίς συγκεκριμένη δομή, όπως επιβεβαιώνεται και από τη ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης. Επιπλέον η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης επηρεάζεται από την θερμοκρασία και σε χαμηλές αλλά και σε υψηλές θερμοκρασίες, χρειάζεται μία μέση θερμοκρασία για να έχουμε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

Συμπεράσματα

Τα υδροκολλοειδή έχουν εισέλθει δυναμικά στην παγκόσμια παραγωγή, είναι ουσίες που χρησιμοποιούνται για την βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών των τροφίμων, εκτός από την βιομηχανία των τροφίμων χρησιμοποιούνται και στην φαρμακευτική βιομηχανία και στα καλλυντικά.

Στα τρόφιμα έγινε η πρώτη εφαρμογή ως πρόσθετες ύλες και αργότερα ανακάλυψαν τις ιδιότητες που προσδίδουν για την ποιότητα τους. Μερικές από τις λειτουργίες των υδροκολλοειδών είναι ή πυκνωτική τους δράση, σταθεροποιητική τους ικανότητα, συνδετικές ουσίες, παράγοντες ελέγχου υγρασίας και η γαλακτωματοποιητική τους ικανότητα. Σημαντική είσοδο έγινε στον τομέα της υγείας καθώς ορισμένα υδροκολλοειδή επιδρούν θετικά στην λειτουργία και την υγεία του γαστρεντερικού συστήματος, τη ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης, χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων στο αίμα. Επιπλέον κάποια λειτουργούν σαν συγκολλητικές ουσίες σε χάρπια και ταμπλέτες. Η γαλακτωματοποιητική ικανότητα τα καθιστά απαραίτητα για την βιομηχανία των καλλυντικών ιδιαίτερα στις κρέμες, λοσιόν και οδοντόκρεμες.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια για την εξαγωγή και τον χαρακτηρισμό των υδροκολλοειδών από φυτικούς ιστούς της μπάμιας, της φακής και των πράσινων φασολιών.

- ⇒ Η διαδικασία της εκχύλισης είναι ένα σημαντικό στάδιο, καθώς η θερμοκρασία, όπου πραγματοποιείται η εκχύλιση, επηρεάζει τη σύσταση του προϊόντος επιπλέον οι εκχυλίσεις σε υψηλότερες θερμοκρασίες είναι αποτελεσματικότερες όσο αφορά τους πολυσακχαρίτες, αλλά επειδή μας ενδιαφέρουν τα υδροκολλοειδή, σε υψηλές θερμοκρασίες καταστρέφουν το ιξώδες τους.
- ⇒ Ακολουθώντας τη μέθοδο brandford βρέθηκε ότι στα υδροκολλοειδή υπάρχουν αρκετές πρωτεΐνες που είναι απαραίτητες για τον ανθρώπινο οργανισμό, και τις χαρακτηρίσαμε ανάλογα με το μέγεθός με την βοήθεια της ηλεκτροφόρησης.
- ⇒ Εκτός από πρωτεΐνες, βρέθηκε ότι περιέχουν ανόργανες ουσίες όπως κάποια μέταλλα τα οποία τα χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός για τη σωστή λειτουργία του, ιδιαίτερα τα υδροκολλοειδή από το δείγμα της φακής υπερεπερνούσε από τα υπόλοιπα δείγματα.
- ⇒ Πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της υγρασίας των υδροκολλοειδών καθώς είναι απαραίτητη η γνώση της περιεκτικότητας τροφίμων σε υγρασία ώστε να προβλεφθεί η συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του για παράδειγμα κατά την ανάμιξη, ξήρανση, ρευστότητα ή συσκευασία,
- ⇒ Από τα αποτελέσματα πήραμε από το μικροσκόπιο, βρέθηκε ότι τα υδροκολλοειδή είχαν την ίδια άμορφη δομή και σχεδόν ίδιο μέγεθος. Αυτό που ήταν χαρακτηριστικό σε όλα τα δείγματα, αφού τα βγάλαμε από τον

λυοφιλιωτή ήταν η έντονη μυρωδιά τους, το οποίο φαίνεται και στις εικόνες που πήραμε από το μικροσκόπιο καθώς η επιφάνεια των υδροκολλοειδών έχει την μορφή σφουγγαριού πράγμα που μας επιβεβαιώνει ότι μπορούν και προσροφούν διάφορες αρωματικές ενώσεις.

- ⇒ Από το φυσικοχημικό χαρακτηρισμό που πραγματοποιήθηκε για την προσρόφηση ενός μικρού μορίου όπως είναι το ακετονιτρίλιο στην επιφάνεια των υδροκολλοειδών διαπιστώθηκε ότι η επιφάνεια τους πρόκειται κυρίως για άμορφο υλικό χωρίς συγκεκριμένη δομή.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- T.v.onenews.com.cy ‘Τι είναι τα υδροκολλοειδή και που τα συναντάμε στην διατροφή μας.’ Ηρους Γουνιτσιώτη, διαιτολόγος- διατροφολόγος
- www.Mednutrition.gr‘υδροκολλοειδή που χρησιμοποιούνται’Μιχάλης Ρισσάκης, τεχνολόγος τροφίμων M.Sc.
- ‘Μελέτη ρεολογικής συμπεριφοράς αιωρημάτων και γαλακτωμάτων- παρασκευασμάτων με διάφορους σταθεροποιητές’ Ανδρικοουλου Αικατερίνη –Λόγγου Αικατερίνη, Αλεξάνδρειο ΤΕΙ σχολή τεχνολογίας τροφίμων και διατροφής τμήμα τεχνολογίας τροφίμων , Θεσσαλονίκη 2012.
- Www.organiclife.gr‘Υδατάνθρακες. Σε ποια τρόφιμα βρίσκονται και που κάνουν καλό’
- www.lovecooking.gr ‘Ξανθανικό κόμμι , κόμμι ξανθάνης ή xanthangum’
- Τμήμα χημείας Πανεπιστήμιο Πατρών ‘βιοχημεία τροφίμων’ Αλέξιος βλάμης ,επίκουρος καθηγητής βιοχημείας ‘πηκτικές πηκτινικές ουσίες’ ενότητα 2.
- www.winesino.com‘Παρενέργειες από κόμμι κυτταρίνης’
- ‘Τεχνολογία κρέατος προϊόντα κρέατος Ιωάννης Γ. Μπλουκας καθηγητής Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης εκδόσεις Αθ. Σταμούλης (122-123)
- ‘Γαλακτώματα’ Στοιχεία χημείας- Κοσμετολογίας, Φωτάκης Κωνσταντίνος (23-26)
- www.chemeng.ntua.gr‘Ποιότητα τροφίμων – Συντελεστές ποιότητας (200-201)
- ΤΕΙ Αθήνας τμήμα οινολογίας και τεχνολογίας ποτών , ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα ‘Προσδιορισμός ιζώδους σε διάφορα διαλύματα με ιζωδόμετρο brookfield’ Αρχοντούλα Χατζηλαζάρου.
- ‘Αρχές ποιοτικού ελέγχου τροφίμου’ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Παναγιώτης Αθανασόπουλος, Αθήνα 2013.
- Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Φαρμακευτικό τμήμα τομέας φαρμακογνωσίας ‘κόμμεα’, Προκόπιος Μαγιάτης επίκουρος καθηγητής.
- ‘Στοιχεία φυσικών διεργασιών’ Α.Ζουμπούλης, Θ.Καραπάντσιος, Κ.Μάτης, Π.Μαύρος εκδόσεις τζιόλα (265-271)
- ‘Ενόργανη χημική ανάλυση’ Ιωάννης Ν.Παπαδόγιαννης , Βικτώρια Φ. Σαμανίδου Θεσσαλονίκη 2001 (98-107,327-330, 356)
- Σημειώσεις εργαστηρίου ‘ενόργανης χημικής ανάλυσης’ Ι. Καπόλος, Ι. Σπιλιόπουλος, Σ. Αγριοπούλου, Λ.Φαρμάκης ,ΤΕΙ Πελοποννήσου Καλαμάτα 2014 (74-79)
- ‘Βοηθητικές σημειώσεις ανάλυσης τροφίμων’ Βασιλεία Ι. Σινανόγλου ΤΕΙ Αθήνας 2016 (26-34)
- ‘Σημειώσεις εργαστηρίου βιοχημείας’ Μ. Ξαπλαντέρη, Σωτήρης Σ. Βαμβακάς, Ι. Καπόλος, ΤΕΙ Πελοποννήσου Καλαμάτα 2012 (26-34)

- ‘Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης με φασματοόμετρο ενεργειακής διασποράς ακτίνων X’ Μ. Κουή αναπληρώτρια καθηγήτρια Ε.Μ.Π., Θ. Λυμπεροπούλου χημικός Ε.Ε.Δ.Π.
- Amazansday ‘κόμμι γκουάρ το πρόσθετο με τις ενεργειακές ιδιότητες’
- www.nutrimed.gr ‘Συμπληρώματα φυτικών ινών’ Καλλιανιώτη Κωσταλένη
- ‘Συστηματική μελέτη βιοπολυμερών και υδροκολλοειδών από το καρπό της μπάμιας (*abelmoschus esculentus*)’ Δημοπούλου Μαρία, χημικός μηχανικός Αριστοτέλειο πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2017 .

ΞΕΝΗ

- Vigils T.A.(2012) ‘hydrocolloids between soft matter and taste, culinary polymer physics.’
- Russin T.A.(2010) ‘getting creative with hydrocolloids.’ Food technology, page 7,58-64.
- Tarver T(2010) ‘Science and food= five cuisine’ food technology page 2, 38-45,64
- F.A.O. ‘Agar and Carrageenan manual’ F.A.O.org(1965-01-01)retrieved on 10-12-2011.
- European commission ,scientific on food opinion of the scientific committee on food on carrageenan(2003)
- Campo Vanessa Leiria Kawano, Daniel Fabio, Silvia, Dilson Braz ‘Carrageenas: biological properties, chemical modifications and structural analysis- A review’ Carbohydrate Polymers 77 (167-180)
- Zhou G ‘in vivo antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lamda carrageenans from chondrus ocellatus’ PPharmacological research 50(47-53)