

ΑΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΤΕΓ

ΤΕ.ΤΡΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ
ΑΝΘΡΑΚΑ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ
ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ
ΣΑΠΟΥΝΙΟΥ

ΜΑΝΤΖΙΩΡΗ ΜΑΡΙΑ

ΑΜ: 2011072

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΠΟΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιστορία της παραγωγής και χρησιμοποίησής του σαπουνιού, ως μέσου καθαρισμού, χάνεται στα βάθη των αιώνων και αποτέλεσε αντικείμενο βιομηχανικής δραστηριότητας.

Στη παρούσα εργασία έγινε μελέτη ως προς τον τρόπο ξήρανσης των σαπώνων. Χρησιμοποιήθηκε CO_2 για τη ξήρανση τους, ενώ μέχρι στιγμής τα σαπούνια τοποθετούνται σε χώρους οι οποίοι είναι δροσεροί και δεν έχουν υγρασία. Χρησιμοποιήθηκε ένας θάλαμος, ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας με τη παροχή μόνο CO_2 μέσα στον οποίο τοποθετήθηκαν σαπούνια μετά το στάδιο της ωρίμανσής τους. Κατά τη διάρκεια της παραμονής των σαπώνων στο θάλαμο γίνονταν μετρήσεις οι οποίες έλεγχαν την ποιότητα τους για να διερευνηθεί αν υπάρχει κάποια αλλαγή στα χαρακτηριστικά τους όπως pH και περίσσεια ελεύθερου καυστικού αλκάλειως.

Οι μετρήσεις που έγιναν στα δείγματα αφού αυτά μπήκαν στο θάλαμο παροχής CO_2 είχαν γίνει και πριν τοποθετηθούν εκεί με σκοπό να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων. Μερικά από τα δείγματα πριν μπουν στο θάλαμο δε παρουσίαζαν περίσσεια ελεύθερου καυστικού αλκάλειως ενώ μετά από τη διοχέτευση σε αυτά CO_2 παρατηρήθηκε ελεύθερο καυστικό άλκαλι.

Με τον τρόπο που χρησιμοποιήθηκε το CO_2 στη παρούσα έρευνα δηλαδή με τη παροχή μόνο αυτού και στις συνθήκες αυτές της υγρασίας και της θερμοκρασίας που επιλέχθηκαν, δεν είναι κατάλληλο για τη ξήρανση των σαπώνων διότι αλλάζει τα χαρακτηριστικά τους και τα κάνει πολύ βασικά, πράγμα το οποίο δεν τα καθιστά, βάση νομοθεσίας, κατάλληλα για χρήση.

ABSTRACT

The history of production and use of soap as a cleansing agent, dates many centuries ago and was subject of industrial activity.

In this thesis a study on how to dry soaps took place. CO₂ was used for drying, while until now the drying was taking place in places with cool temperature and low humidity. A controlled environment chamber was used with CO₂ supply. Soaps were placed in the chamber after the maturation stage. During the time soaps were in the chamber, measurements took place in order to find out if any change occurred in their characteristics like pH and excess free caustic alkali.

Measurements took place before and after the soaps have been placed in the CO₂ chamber in order to compare results. Some of the samples had no excess free caustic alkali before they were placed inside the chamber while we measured some free caustic alkali after their placement inside the CO₂ chamber.

The way CO₂ was used in the current thesis, we conclude that it is not suitable for drying soaps because it changes their characteristics and makes them very basic, which in turn makes them not suitable for use according to the current legislation.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΘΕΩΡΙΑ.....	8
Κεφάλαιο 1 – Θεωρία	9
1.1 Ελαιόκαρπος – Σύσταση	9
1.2 Περιγραφή των κυριότερων συστατικών του ελαιοκάρπου.	10
1.2.1 Νερό	10
1.2.2 Ελευρωπαΐνη.....	11
1.2.3 Σάκχαρα.....	11
1.2.4 Πρωτεΐνες.....	12
1.2.5 Ελαιόλαδο	13
1.2.6 Χρωστικές	13
1.2.7 Ανόργανα Στοιχεία	13
1.2.8 Οργανικά στοιχεία	13
1.3 Σχηματισμός ελαιολάδου	14
1.4 Στάδια επεξεργασίας ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο και παραλαβή ελαιολάδου.....	16
1.4.1 Παραλαβή ελαιοκάρπου	17
1.4.2 Τροφοδοσία-αποφύλλωση.....	17
1.4.3 Πλύσιμο	18
1.4.4 Σπάσιμο – άλεση ελαιοκάρπου	18
1.4.5 Μάλαξη	19
1.4.6 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη	20
1.4.6.1 Πίεση	20
1.4.6.2 Φυγοκέντρωση	20
1.4.6.3 Συνάφεια	20
1.4.7 Τελικός διαχωρισμός- καθαρισμός ελαιολάδου διαχωρισμό του	21

1.5 Χημική Σύσταση Ελαιολάδου	22
1.6 Σύσταση ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα	22
1.7 Ασαπwnοποιήτα συστατικά του ελαιολάδου	23
1.8 Κυριότερες τάξεις ασαπwnοποιήτων συστατικών του ελαιολάδου	23
1.8.1 Υδρογονάνθρακες	23
1.8.2 Καροτενοειδή	24
1.8.3 Χλωροφύλλες	24
1.8.4 Βιταμίνες	25
1.8.5 Τοκοφερόλες	25
1.8.6 Στερόλες	26
1.8.7 Τριτερπενικά οξέα	26
1.8.8 Φαινόλες	27
1.9 Λιπίδια	28
1.10 Τριγλυκερίδια	28
1.11 Σχηματισμός σαπώνων- υδρόλυση τριγλυκεριδίων	31
1.11.1 Τρόπος δράσης σαπώνων	33
1.12 Παραγωγή σαπουνιού	35
Κεφάλαιο 2 – Ποιοτικός Έλεγχος Σαπώνων	38
2.1 Προσδιορισμός του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως	38
2.2 Μέθοδος προσδιορισμού καθαρών σαπwnοποιήσιμων οξέων του σαπουνιού και των μη σαπwnοποιηθείσων ουσιών	38
2.3 Προσδιορισμός των ουδέτερων λιπαρών σωμάτων και των μη σαπwnοποιημένων λιπαρών ουσιών	39
2.4 Προσδιορισμός στα αδιάλυτα στην αιθανόλη συστατικά	39
2.5 Προσδιορισμός pH	39
2.6 Υπολογισμός αριθμού σαπwnοποίησης	40
Κεφάλαιο 3 – Σκοπός του πειράματος	42
Κεφάλαιο 4 – Πειραματική διαδικασία	44
4.1 Πειραματική διαδικασία για το προσδιορισμό του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως	44
4.1.1 Έκφραση των αποτελεσμάτων	45

4.2 Πειραματική διαδικασία για τη μέθοδο προσδιορισμού καθαρών σαπωνοποιήσιμων οξέων του σαπουνιού και των μη σαπωνοποιηθείσων ουσιών	45
4.3 Προσδιορισμός των ουδέτερων λιπαρών σωμάτων και των μη σαπωνοποιημένων λιπαρών ουσιών	46
4.4 Πειραματική διαδικασία για τον προσδιορισμό του περιεχομένου των αδιάλυτων στην αιθανόλη συστατικών.....	47
4.4.1 Έκφραση των αποτελεσμάτων	48
4.5 Πειραματική διαδικασία για τον προσδιορισμό του pH	48
4.6 Πειραματική πορεία για τον προσδιορισμό του αριθμού σαπωνοποίησης	49
4.7 Διαδικασία παραγωγής σαπουνιού	50
4.7.1 Προδιορισμός συγκέντρωσης διαλύματος NaOH	52
4.8 Πειραματική διαδικασία ξήρανσης με θάλαμο παροχής CO ₂	54
4.9 Πειραματική διαδικασία για τη μέτρηση της ενεργότητας νερού και του περιεχόμενου νερού στα σαπούνια με τη χρήση θερμοζυγού	54
Κεφάλαιο 5 – Υπολογισμοί – Αποτελέσματα	57
5.1 Μετρήσεις δειγμάτων πριν την ξήρανση	57
5.2 Αριθμός σαπωνοποίησης	57
5.3 Προσδιορισμός ελεύθερου καυστικού αλκάλειος.....	58
5.4 Επίδραση του CO ₂ στο pH του σαπουνιού	61
5.5 Προσδιορισμός ενεργότητας νερού και περιεχόμενο στο σαπούνι νερό ..	62
Κεφάλαιο 6 – Συμπεράσματα	64
Παράρτημα.....	66
Εικόνες	66
Πίνακες	67
Βιβλιογραφία	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σάπωνες είναι αναγκαίοι στη καθημερινότητα όλων των ανθρώπων. Δημιουργούνται μέσω της διαδικασίας της σαπωνοποίησης δηλαδή μέσω της υδρόλυσης διάφορων τριγλυκεριδίων με διαλύματα αλκάλων προς γλυκερίνη και αντίστοιχα άλατα που σχηματίζουν τα αποδεδειγμένα λιπαρά οξέα.

Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή σαπώνων χρησιμοποιούνται λιπαρές ουσίες. Παλαιότερα εκτός από φυτικά λίπη χρησιμοποιήθηκαν και ζωικά λίπη και αντί για διαλύματα αλκάλων χρησιμοποιήθηκε τέφρα από φύκη ή άλλα φυτά η οποία ήταν πλούσια σε ανθρακικά άλατα του καλίου και του νατρίου.

Ο στόχος αυτής της εργασίας ήταν να διερευνηθεί ένας τρόπος ο οποίος θα επιταχύνει την ξήρανση των σαπώνων, αφού μέχρι στιγμής διαρκεί από 4-6 εβδομάδες. Για την ξήρανση των σαπώνων μέχρι στιγμής σε βιομηχανικό επίπεδο χρησιμοποιούνται χώροι οι οποίοι είναι δροσεροί με όσο το δυνατόν λιγότερη υγρασία. Άρα θα ήταν επιθυμητό να υπάρξει ένας τρόπος ο οποίος θα επιτάχυνε αυτή τη διαδικασία καθώς η βιομηχανία των σαπώνων θα είχε μεγαλύτερο κέρδος από την εξοικονόμηση χρόνου.

Έγινε λοιπόν προσπάθεια ξήρανσης σε δείγματα σαπώνων με τη χρήση CO_2 σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας 27°C και υγρασίας 6-8%. Εκεί τοποθετήθηκαν τα δείγματα και ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνονταν μετρήσεις για το pH των σαπώνων αλλά και για το ελεύθερο καυστικό άλκαλι που πιθανόν να περιείχαν. Οι ίδιες μετρήσεις είχαν γίνει αμέσως μετά το στάδιο ωρίμανσης τους και πριν μπουν στο θάλαμο για να μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα.

Χρησιμοποιήθηκε ως μέσο για την ξήρανση το CO_2 γιατί χρησιμοποιείται γενικά ως μέσο ξήρανσης και για να ελεγχθεί αν τροποποιώντας την ατμόσφαιρα θα υπήρχε επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σαπώνων.

Στην εργασία λοιπόν αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της πρώτης ύλης για τη δημιουργία των σαπώνων, δηλαδή του ελαιολάδου, της χημικής του σύστασης αλλά και τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η αντίδραση σαπωνοποίησης. Δηλαδή μεταξύ της λιπαρής ουσίας και των διαλυμάτων αλκάλων. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι ποιοτικοί έλεγχοι οι οποίοι εφαρμόζονται βάση της νομοθεσίας του χημείου του κράτους στα σαπούνια αφού παραχθούν και ξηρανθούν προκειμένου να ελεγχθεί αν είναι κατάλληλα για χρήση. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται ο σκοπός της παρούσας έρευνας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα πειράματα που γίνονταν κάθε φορά σε δείγματα σαπουνιού, δηλαδή η πειραματική πορεία και όλος ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε. Στο πέμπτο κεφάλαιο είναι αναλυτικά τα αποτελέσματα όλων των πειραμάτων που έγιναν.

Τέλος η εργασία κλείνει με τα συμπεράσματα που βγήκαν από τα αποτελέσματα των δειγμάτων μετά από τα πειράματα και συγκρίνοντας τα με τις αρχικές μετρήσεις που είχαν γίνει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

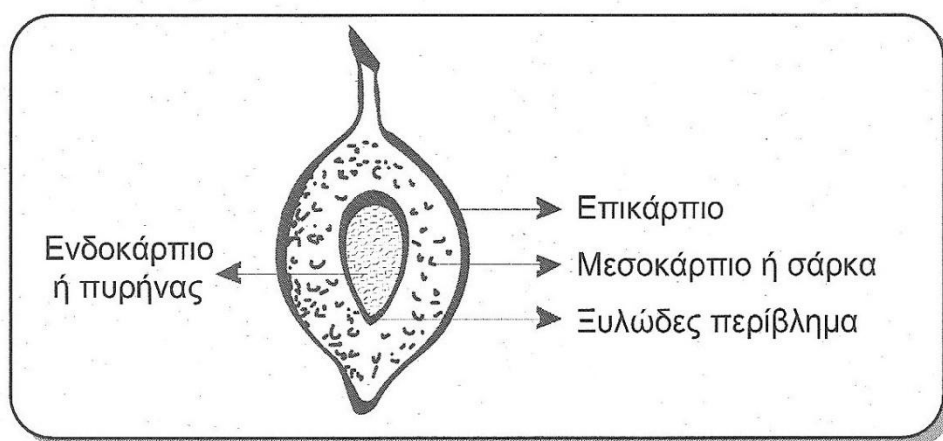
ΘΕΩΡΙΑ

Κεφάλαιο 1 – Θεωρία

1.1 Ελαιόκαρπος – Σύσταση

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη με σχήμα ωοειδές που συχνά καταλήγει σε μυτερό άκρο. Η διαφορά από τις άλλες δρύπες (πυρηνόκαρπα) εντοπίζεται στη χημική σύσταση.

Ο ελαιόκαρπος χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη, στο επικάρπιο, στο μεσοκάρπιο και στο ενδοκάρπιο.



Εικόνα 1 – Τμήματα ελαιοκάρπου σε εγκάρσια τομή.

Το επικάρπιο ή επιδερμίδα ή μεμβράνη, καλύπτει το 1,5 – 3,5% του βάρους του καρπού. Το μεσοκάρπιο ή σάρκα, καλύπτει το 70 – 90% του καρπού και τέλος το ενδοκάρπιο ή πυρήνας καλύπτει το υπόλοιπο μέρος του καρπού. Το ενδοκάρπιο ή πυρήνας αποτελείται από το σκληρό ξυλώδες τμήμα, με συνήθως ένα και πολύ σπάνια δύο ενδοσπέρμια (σπόροι). Τα κύρια συστατικά της σάρκας της ελιάς είναι:

- Το νερό
- Το ελαιόλαδο
- Τα σάκχαρα

- Οι πρωτεΐνες
- Τα κόμμεα – ρητίνες
- Τα οργανικά οξέα
- Οι ταννίνες
- Η ελευρωπαΐνη
- Τα ανόργανα συστατικά κ.ά.

Τα κύρια σάκχαρα που περιέχει ο ελαιόκαρπος είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη. Από τα οργανικά οξέα συναντώνται το κιτρικό, το μηλικό και το οξαλικό. Και τα τρία μαζί αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,1% του νωπού βάρους.

Η σύνθεση του ελαιόκαρπου στα συστατικά αυτά διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, την περιοχή της καλλιέργειας της ελιάς, τη χρονιά και το στάδιο ανάπτυξης του καρπού.

Ο καρπός των μεγαλόκαρπων ποικιλιών που περιέχουν μικρό ποσοστό ελαιολάδου και μεγάλο ποσοστό σακχάρων χρησιμοποιείται συνήθως για την παρασκευή της βρώσιμης ελιάς (επιτραπέζιας). Αντίθετα, ποικιλίες με μεγάλο ποσοστό ελαιολάδου χρησιμοποιούνται για ελαιοποίηση.

Οι ποικιλίες ελιάς που είναι κατάλληλες για την παραγωγή ελαιολάδου έχουν συνήθως μέσο μέγεθος καρπού. Πολλές φορές η ίδια ποικιλία χρησιμοποιείται και για τους δύο σκοπούς (Κυριτσάκης, 2007).

1.2 Περιγραφή των κυριότερων συστατικών του ελαιοκάρπου.

1.2.1 Νερό

Το νερό είναι ένα από τα κύρια συστατικά του ελαιοκάρπου και αντιπροσωπεύει το 70% περίπου του νωπού βάρους. Η ποσότητα του νερού στον νωπό ελαιόκαρπο έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί επηρεάζει σημαντικά το σχήμα του. Το

σχήμα του καρπού είναι κανονικό, όταν τα κύτταρα βρίσκονται σε πλήρη σπαργή και συρρικνώνεται όταν το ποσοστό του νερού είναι μικρότερο από το κανονικό.

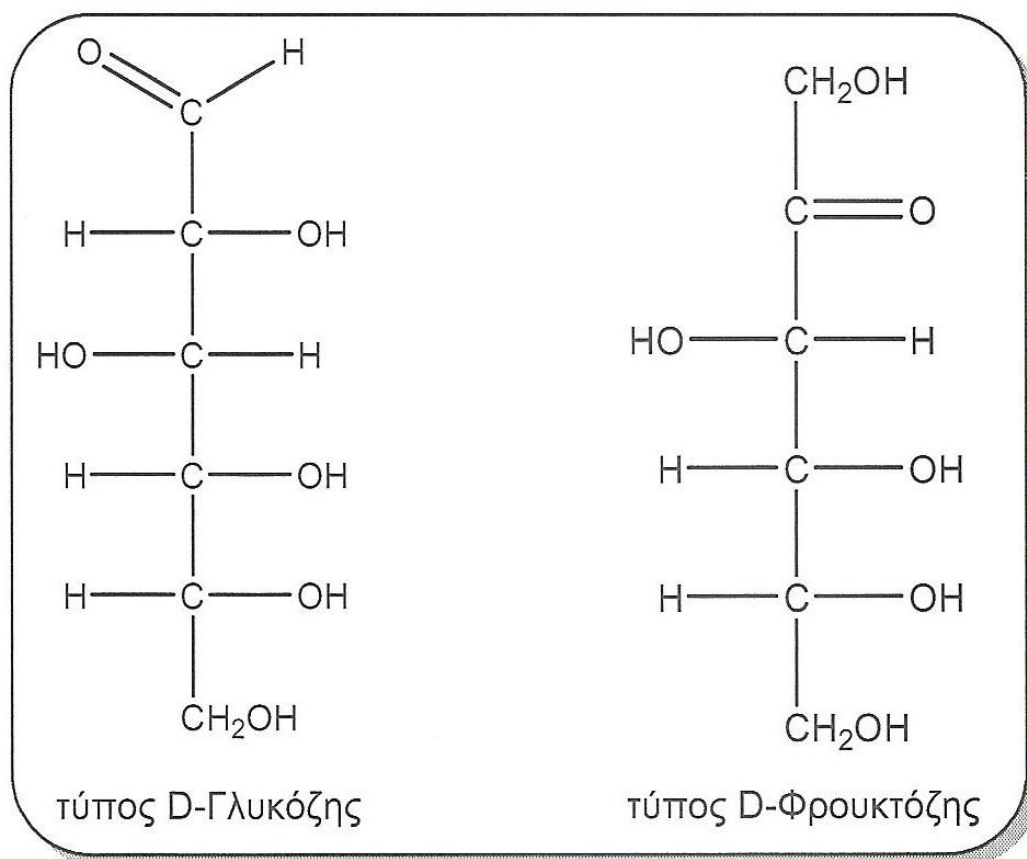
Μέσα στο νερό του κυτταρικού χυμού βρίσκονται διαλυμένα τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα, οι ταννίνες, η ελευρωπαΐνη και άλλα συστατικά.

1.2.2 Ελευρωπαΐνη

Η ελευρωπαΐνη είναι το κύριο συστατικό του καρπού στο οποίο οφείλεται η πικρή γεύση του. Η ουσία αυτή συναντάται εκτός από τον ελαιόκαρπο, στο ελαιόλαδο, στα φύλλα τις ελιάς και γενικότερα σε όλα τα μέρη του ελαιόδεντρου και το καθιστά ανθεκτικό στα έντομα και σε διάφορους μικροοργανισμούς. Απαντάται επίσης και σε άλλα δέντρα συγγενών οικογενειών με την ελιά.

1.2.3 Σάκχαρα

Απλά σάκχαρα όπως είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η μανόζη, η γαλακτόζη και η σακχαρόζη απαντώνται στον καρπό της ελιάς. Η σακχαρόζη συναντάται σε πολύ μικρές ποσότητες και σχεδόν εξαφανίζεται με την ωρίμανση του καρπού. Στο ενδοσπέρμιο διαπιστώθηκε παρουσία γλυκόζης και σε μικρότερες ποσότητες φρουκτόζης.



Εικόνα 2– Σάκχαρα ελαιολάδου.

1.2.4 Πρωτεΐνες

Ο ελαιοκάρπος περιέχει πρωτεΐνες σε συγκέντρωση 1,5 – 3%. Η περιεκτικότητα εξαρτάται από το στάδιο ωριμότητας και την ποικιλία. Στον πυρήνα του καρπού η ποσότητα σε πρωτεΐνες είναι κάπως μεγαλύτερη και κυμαίνεται από 2 – 5% και πολλές φορές και πέρα από αυτά τα όρια. Στις πρωτεΐνες του ελαιοκάρπου περιέχονται σχεδόν όλα τα αμινοξέα που συναντώνται στους άλλους φυτικούς ιστούς. Τα αμινοξέα αργινίνη, ασπαρτικό οξύ και γλουταμινικό οξύ αντιπροσωπεύουν το 30% περίπου των αμινοξέων που βρίσκονται στον καρπό των ποικιλιών κορωνέικη, θρουμπολιά και μεγαρίτικη.

Πολύ μικρό μέρος των πρωτεϊνών του καρπού περνά στο ελαιόλαδο. Οι πρωτεΐνες αυτές συντελούν σε κάποιο βαθμό στην οξειδωτική σταθερότητα του ελαιολάδου κατά το χρόνο της αποθήκευσης.

1.2.5 Ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο καλύπτει το 17 – 35% του βάρους της νωπής σάρκας και επηρεάζει με την παρουσία του τη συνεκτικότητά της.

Τα συστατικά του ελαιολάδου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στα σαπωνοποιησίμα, όπως είναι τα τριγλυκερίδια, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα φωσφατίδια και στα ασαπωνοποίητα όπως είναι οι υδρογονάνθρακες, οι λιπαρές αλκοόλες, οι φαινόλες κ.ά.

1.2.6 Χρωστικές

Ο πράσινος καρπός περιέχει χλωροφύλλες, ο φυσικά ώριμος περιέχει τουλάχιστον έξι ανθοκυάνες ενώ ο μαύρος περιέχει μελαννίνες οι οποίες σχηματίζονται από την οξείδωση των φαινολικών ουσιών. Έτσι το χρώμα του καρπού από πράσινο που είναι αρχικά, μεταβάλλεται σε πορφυρό ή μαύρο εξαιτίας της αλλαγής των χρωστικών.

1.2.7 Ανόργανα Στοιχεία

Στη σάρκα του καρπού της ελιάς βρίσκονται επίσης και ανόργανα στοιχεία όπως είναι ο σίδηρος, το ασβέστιο, το κάλιο, και ορισμένα άλλα.

1.2.8 Οργανικά στοιχεία

Στον καρπό της ελιάς βρίσκονται ορισμένα οξέα, όπως είναι το οξικό, το οξαλικό, το μηλονικό, το φουμαρικό, το γαλακτικό, το τρυγικό, το μηλικό και το κιτρικό. Η περιεκτικότητα του οξαλικού κυμαίνεται από 0,10 – 0,17% του κιτρικού από 0,10 – 0,15% και του μηλικού από 0,01 – 0,07% στο νωπό καρπό.

Γενικά τα οξέα του καρπού της ελιάς συμπαρασύρονται κατά την επεξεργασία του καρπού στο ελαιουργείο και μεταφέρονται στα απόνερα μαζί με άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά του (Κυριτσάκης, 2007).

1.3 Σχηματισμός ελαιολάδου

Ο τρόπος σχηματισμού του ελαιολάδου στον ελαιόκαρπο αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας από τον περασμένο αιώνα.

Η επικρατέστερη θεωρία που διατυπώθηκε από τον Hess (1975), υποστηρίζει ότι ο σχηματισμός του ελαιολάδου περιλαμβάνει τρία στάδια:

Αρχικά, σχηματίζονται λιπαρά οξέα με επανειλημμένες προσθήκες μηλονικού συνενζύμου A (CoA) σε μόριο ακετυλίου (CoA). Κατά την προσθήκη του μορίου του μηλονικού, γίνεται αποκαρβοξυλίωση και έτσι κάθε φορά επιμηκύνεται το μόριο του οξέος μόνο από τα δύο άτομα άνθρακα. Μία ομάδα ενζύμων διευκολύνει τις αντιδράσεις της συμπύκνωσης, της αναγωγής και της αφυδάτωσης, οι οποίες χρειάζονται για τη συμπλήρωση της σύνθεσης του μορίου των λιπαρών οξέων του ελαιολάδου. Στη συνέχεια, σχηματίζεται γλυκερινό-φωσφορικό άλας από το δι-υδροξύ φωσφορικό άλας ακετόνης. Στο τελευταίο στάδιο τα λιπαρά οξέα, ως παράγωγα CoA, μεταφέρονται στις υδροξυλικές ομάδες του φωσφορικού άλατος γλυκερίνης. Ακολουθεί αποφωσφορυλίωση και ολοκλήρωση της εστεροποίησης της γλυκερίνης.

Γενικά διακρίνονται τέσσερις περίοδοι (φάσεις) σχηματισμού του ελαιολάδου στον ελαιόκαρπο. Αυτές είναι:

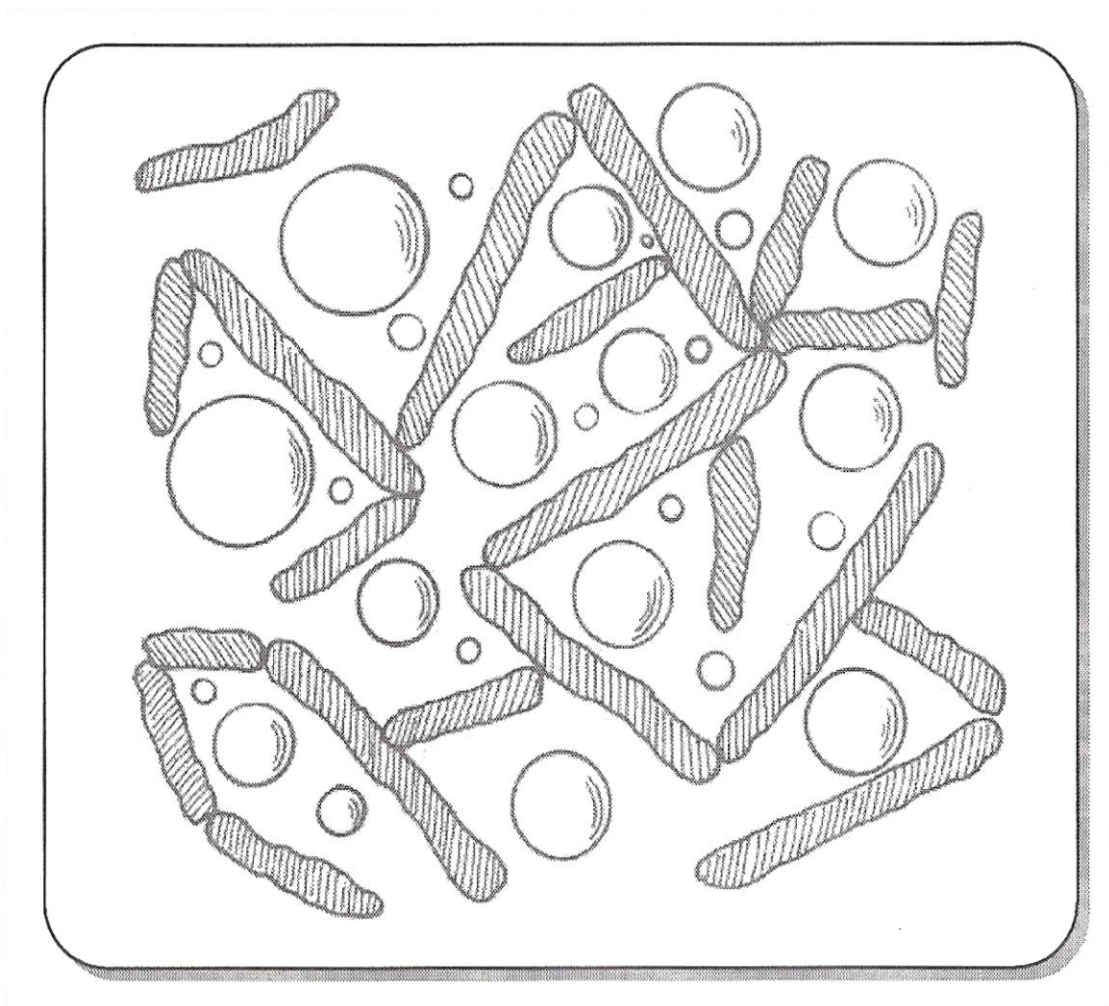
- Αρχική περίοδος (συνδέεται με την περίοδο ανάπτυξης του καρπού κατά την οποία σχηματίζεται μικρή ποσότητα ελαιολάδου),
- περίοδος μεγάλης συγκέντρωσης (κατά την περίοδο αυτή σχηματίζεται σχεδόν όλη η ποσότητα του ελαιολάδου),
- στατική περίοδος (χαρακτηρίζεται από σταθερή περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο και συμπίπτει με την ωρίμανση του ελαιοκάρπου) και
- περίοδος ελάττωσης (συνδέεται με τη μείωση της περιεκτικότητας του καρπού σε ελαιόλαδο, γιατί χάνεται κάποια ποσότητα του ελαιολάδου από τον καρπό, κυρίως όταν αυτός φέρει οπές λόγω εντομολογικών

προσβολών ή έχει κτυπήματα και συμπίπτει με το στάδιο υπερωρίμανσης).

Ο σχηματισμός του ελαιολάδου στον ελαιόκαρπο αρχίζει κυρίως μετά τα μέσα Ιουλίου. Τον Ιούνιο, υπάρχει συνήθως μικρή περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο (κάτω του 1%). Από το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουλίου και μετά αρχίζει βαθμιαία η αύξηση των ελαιοσταγονιδίων, τόσο στο σαρκώδες μέρος όσο και στον πυρήνα. Η διάμετρος των ελαιοσταγονιδίων φτάνει κατά μέσο όρο τα 39 μικρά αν και μερικές φορές πλησιάζει τα 63 μικρά. Όταν τα ελαιοσταγονίδια είναι μεγάλα, καταλαμβάνουν σχεδόν ολόκληρο τον χώρο του πρωτοπλάσματος και είναι πιθανόν να παραμορφώσουν το κύτταρο με την πίεση την οποία ασκούν στις κυτταρικές μεμβράνες. Πολλές φορές, στο ίδιο κύτταρο συνυπάρχουν μία μεγάλη σταγόνα και μερικές μικρές γύρω απ' αυτή.

Για την παραλαβή του ελαιολάδου από τον καρπό είναι απαραίτητη η μετατροπή του ελαιοκάρπου σε ελαιοζύμη, δηλαδή ο τεμαχισμός αυτού σε μικρότερα τεμαχίδια ώστε να είναι δυνατή η απελευθέρωση των ελαιοσταγονιδίων.

Στην αρχή το ελαιόλαδο συναντάται διάχυτο μέσα στα κύτταρα του καρπού και μετά σχηματίζονται σταγονίδια, οι διαστάσεις των οποίων αυξάνονται συνεχώς. Τα σταγονίδια αυτά συχνά καταλαμβάνουν ολόκληρο το εσωτερικό των κυττάρων (Κυριτσάκης, 2007).



Εικόνα 3– Εμφάνιση ελαιοσταγονιδίων στα φυτικά κύτταρα.

1.4 Στάδια επεξεργασίας ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο και παραλαβή ελαιολάδου

Αμέσως μετά τη συγκομιδή ο ελαιόκαρπος πρέπει να μεταφέρεται στο ελαιουργείο όπου επιβάλλεται να γίνεται ο διαχωρισμός του με βάση

- την ποικιλία,
- τον τρόπο συγκομιδής (δηλαδή αν μαζεύτηκε απευθείας από το δέντρο ή από το έδαφος) και
- την κατάσταση στην οποία βρίσκεται (αν είναι υγιής ή δακοπροσβεβλημένος).

Κάθε κατηγορία πρέπει να υποβληθεί σε διαφορετική επεξεργασία. Καλό είναι να αρχίζουμε από το καλύτερης ποιότητας ελαιόκαρπο, έχοντας πάντα υπόψη ότι το καλής ποιότητας ελαιόλαδο προέρχεται από υγιή ελαιόκαρπο αμέσως μετά τη συγκομιδή. Τα βασικά στάδια που περιλαμβάνει η επεξεργασία του ελαιολάδου είναι τα ακόλουθα.

- Παραλαβή
- Τροφοδοσία-αποφύλλωση
- Πλύσιμο
- Σπάσιμο-άλεση του ελαιοκάρπου
- Μάλαξη
- Διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη και
- Τελικός διαχωρισμός – καθαρισμός του ελαιολάδου.

1.4.1 Παραλαβή ελαιοκάρπου

Ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται από τον ελαιώνα στο ελαιουργείο. Εκεί για να αποφευχθούν τυχόν αλλοιώσεις του ελαιοκάρπου θα πρέπει η παραμονή του πριν την επεξεργασία, να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό.

1.4.2 Τροφοδοσία-αποφύλλωση

Στη πρώτη φάση επεξεργασίας ο ελαιόκαρπος τοποθετείται στη λεκάνη τροφοδοσίας του ελαιουργείου από όπου οδηγείται στο αποφυλλωτήριο με μεταφορική ταινία ή αναβατόριο με ατέρμονα κοχλία.

Η απομάκρυνση των φύλλων της ελιάς είναι επιβεβλημένη γιατί όταν συνθλίβονται μαζί με τον ελαιόκαρπο το ελαιόλαδο αποκτά πικρίζουσα γεύση και εμπλουτίζεται με μεγάλη ποσότητα χλωροφύλλης η οποία κατά τη διάρκεια της διατήρησης του παρουσία φωτός, επιδρά αρνητικά στην προστασία της ποιότητας. Η παρουσία βέβαια μικρής ποσότητας (σε ποσοστό περίπου 3%)

στον ελαιόκαρπο είναι δυνατόν να αυξήσει την αντοχή του ελαιολάδου στην οξείδωση κατά τη διατήρηση του σε συνθήκες απουσίας φωτός. Αυτό συμβαίνει γιατί η παρουσία των φύλλων εμπλουτίζει σε φαινόλες το ελαιολάδο οι οποίες δρούν ως φυσικά αντιοξειδωτικά. Δεν συνιστάται κατά συνέπεια η πλήρης απομάκρυνση των φύλλων από τον ελαιόκαρπο.

1.4.3 Πλύσιμο

Το πλύσιμο του ελαιοκάρπου αποτελεί μία απαραίτητη διεργασία γιατί με αυτό απομακρύνονται οι ξένες ύλες που μεταφέρει ο ελαιόκαρπος (σκόνη, χώμα κ.α.). Με το πλύσιμο απομακρύνονται και τυχόν ίχνη φυτοφαρμάκων που παραμένουν στο καρπό από τους ψεκασμούς, οι οποίοι δυστυχώς πολλές φορές γίνονται εσφαλμένα, λίγο πριν τη συγκομιδή. Το πλυντήριο αποτελεί ένα βασικό εξάρτημα του ελαιουργείου.

1.4.4 Σπάσιμο – άλεση ελαιοκάρπου

Μετά το πλύσιμο ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται με τη βοήθεια μεταφορικού κοχλία στο σπαστήρα για άλεση. Η άλεση του ελαιοκάρπου αποτελεί το πρώτο κύριο στάδιο της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου για την παραλαβή του ελαιολάδου.

Στα νέου τύπου ελαιουργικά συγκροτήματα (φυγοκεντρικά και μικτά) και στα βελτιωμένου τύπου κλασικά, χρησιμοποιούνται οι μεταλλικοί σπαστήρες, που είναι κυρίως σφυρόμυλοι ή αποτελούνται από αντίθετα περιστρεφόμενους δίσκους. Έχουν μικρές διαστάσεις και λειτουργούν με μεγάλο αριθμό στροφών, προκαλούν δε σπάσιμο του ελαιοκάρπου κατά τη πτώση του από τη χοάνη τροφοδοσίας.

Γενικά η άλεση του ελαιοκάρπου πρέπει να γίνεται σε ολιγόστροφα μηχανήματα. Η μεγάλη ταχύτητα προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στην ελαιοζύμη και συντελεί από σχηματισμό γαλακτωμάτων.

1.4.5 Μάλαξη

Η μάλαξη της ελαιοζύμης η οποία προκύπτει από το σπάσιμο-άλεση του ελαιοκάρπου αποτελεί το πιο βασικό στάδιο επεξεργασίας του, σε όλα ανεξαρτήτως των συστήματα παραλαβής του ελαιολάδου γιατί, όπως προαναφέρθηκε, συντελεί στη συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες ελαιολάδου. Η συνένωση αυτή είναι απαραίτητη προϋπόθεση για το διαχωρισμό του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά. Κατά κανόνα τα τοιχώματα των μαλακτήρων είναι διπλά και ανάμεσα τους κυκλοφορεί ζεστό νερό για τη θέρμανση της ελαιοζύμης. Η ανάμειξη της ελαιοζύμης επιτυγχάνεται με περιστρεφόμενο έλικα ο οποίος φέρει μικρό αριθμό πτερυγίων και κινείται με πολύ αργό ρυθμό.

Παράταση του χρόνου μάλαξης, όπως αναφέρθηκε συντελεί στη δημιουργία γαλακτωμάτων τα οποία δυσκολεύουν το διαχωρισμό του ελαιολάδου. Κατά τη μάλαξη θα πρέπει να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή επαφή των ελαιοσταγονιδίων μεταξύ τους, πράγμα που εμποδίζει το σχηματισμό γαλακτωμάτων και συντελεί ακόμα και στη προστασία της ποιότητας του ελαιολάδου.

Γενικά κατά τη διάρκεια της μάλαξης, αλλά και των άλλων φάσεων επεξεργασίας στο ελαιουργείο, θα πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατό η επαφή της ελαιοζύμης με τον ατμοσφαιρικό αέρα γιατί έχουμε απώλειες σε αρωματικά συστατικά του ελαιολάδου και έναρξη της οξειδωτικής τάγγισης. Επίσης μικρή ποσότητα αέρα είναι δυνατό να εγκλωβιστεί στο ελαιόλαδο και να προκαλέσει οξείδωση κατά το χρόνο της αποθήκευσης.

Η θερμοκρασία μειώνει το ιξώδες και τα ελαιοσταγονίδια κινούνται και ενώνονται γρηγορότερα. Όμως αν ξεπεράσουμε τη θερμοκρασία των 27° C, στοχεύοντας σε μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου έχουμε δυσμενή επίδραση στην ποιότητα του προϊόντος. Γενικά θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 27° C καταστρέφουν τα πτητικά συστατικά του ελαιολάδου στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό του

άρωμα. Ακόμα η υψηλή θερμοκρασία πολλές φορές προσδίδει στο ελαιόλαδο κοκκινωπό χρώμα.

1.4.6 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη μπορεί να γίνει με πίεση, φυγοκέντριση ή εκλεκτική διήθηση (συνάφεια).

1.4.6.1 Πίεση

Η εφαρμογή της πίεσης για το διαχωρισμό του ελαιολάδου από τα άλλα συστατικά της ελαιοζύμης χρονολογείται από τότε που άρχισε η καλλιέργεια της ελιάς. Στα πολύ παλιά ελαιουργεία τόσο το σπάσιμο του ελαιοκάρπου όσο και η πίεση που χρειαζόταν για το διαχωρισμό του ελαιολάδου, εφαρμοζόταν από τον ίδιο τον άνθρωπο ή τα ζώα με τη χρήση κατάλληλων μηχανισμών.

Η ροή της ελαιοζύμης αυξάνεται καθώς η υγρασία και τα μη συμπιεστικά συστατικά (τεμαχίδια πυρήνα) αυξάνονται. Οι δύο αυτοί παράγοντες υποβοηθούν το διαχωρισμό των συστατικών της ελαιοζύμης.

1.4.6.2 Φυγοκέντριση

Η φυγοκέντριση αποτελεί μία σχετικά νέα τεχνική διαχωρισμού του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη και βασίζεται στη διαφορά του ειδικού βάρους, που παρουσιάζουν τα συστατικά της ελαιοζύμης.

1.4.6.3 Συνάφεια

Εκτός από την πίεση και τη φυγοκέντριση για την παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη χρησιμοποιείται και η συνάφεια.

Το μηχάνημα στο οποίο εφαρμόζεται η συνάφεια για την παραλαβή του ελαιολάδου, είναι γνωστό με το όνομα Sinolea. Βασικά εξαρτήματα του

αποτελούν 6.000 περίπου μεταλλικά ελάσματα από ειδικό κράμα μετάλλου που παρουσιάζει μεγάλη εκλεκτική συνάφεια με το ελαιόλαδο.

1.4.7 Τελικός διαχωρισμός- καθαρισμός ελαιολάδου διαχωρισμό του

Οποιαδήποτε μέθοδος (πίεση, φυγοκέντριση, συνάφεια) και αν εφαρμοστεί για το διαχωρισμό και την παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη, απαραίτητο για τον τελικό καθαρισμό του είναι το πέρασμα του από τον ελαιοδιαχωριστήρα.

Ο ελαιοδιαχωριστήρας αποτελείται από το σταθερό κορμό και το κινητό τύμπανο το οποίο περιστρέφεται με μεγάλο αριθμό στροφών (6.000-7.000rpm). Ένας μεγάλος αριθμός κωνικών δίσκων (πιάτα) είναι κατάλληλα προσαρμοσμένος σε αυτό. Η υγρή φάση κατανέμεται σε λεπτά στρώματα πάνω στη περιμετρική επιφάνεια κάθε δίσκου και έτσι η επίδραση της φυγοκεντρικής δύναμης, με την εφαρμογή της οποίας διαχωρίζεται τελικά το ελαιόλαδο από τα απόνερα και τις ξένες ύλες γίνεται πιο αποτελεσματική (Κυριτσάκης, 2007).



Εικόνα 4 – Εμπορικός ελαιοδιαχωριστήρας

1.5 Χημική Σύσταση Ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο όπως και κάθε λιπαρή ύλη, είναι κυρίως μίγμα τριγλυκεριδίων δηλαδή τριεστέρων της γλυκερόλης με ανώτερα λιπαρά οξέα. Μερικά από τα λιπαρά οξέα είναι ακόρεστα ενώ άλλα είναι κορεσμένα. Εκτός από τα τριγλυκερίδια, το ελαιόλαδο περιέχει μικρές ποσότητες και από άλλα συστατικά που προέρχονται από τον ελαιόκαρπο ή σχηματίζονται κατά την παραλαβή του όπως:

- ελεύθερα λιπαρά οξέα (προϊόντα υδρόλυσης των τριγλυκεριδίων)
- φωσφατίδια (ή φωσφολιπίδια)
- στερόλες
- αλειφατικές αλκοόλες
- φαινόλες
- τοκοφερόλες
- χρωστικές
- πτητικές οργανικές ενώσεις
- διάφορες ρητινοειδείς και ζελατινοειδείς ουσίες, κλπ.

Τα συστατικά του ελαιολάδου, όπως προαναφέρθηκε, διακρίνονται σε σαπωνοποιήσιμα (τριγλυκερίδια, φωσφολιπίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα κ.ά.) και ασαπωνοποιήσιμα (υδρογονάνθρακες, αλειφατικές αλκοόλες, στερόλες, φαινόλες κ.ά.). Το 98 – 99,5% περίπου των συστατικών είναι σαπωνοποιήσιμα και το υπόλοιπο μη σαπωνοποιήσιμα. Παρά το γεγονός ότι το μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα είναι ποσοτικά μικρό, τα συστατικά του διαδραματίζουν σημαντικό διατροφικό και βιολογικό ρόλο (Κυριτσάκης, 2007).

1.6 Σύσταση ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα

Η σύσταση του ελαιολάδου όπως και των άλλων φυτικών ελαίων σε λιπαρά οξέα, δεν είναι σταθερή. Παράγοντες όπως:

- Η ποικιλία της ελιάς
- Οι εδαφοκλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και
- Ο βαθμός ωριμότητας του καρπού και διάφοροι άλλοι, επηρεάζουν τη σύσταση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα.

Τα σημαντικότερα λιπαρά οξέα του ελαιολάδου είναι ακόρεστα. Μεταξύ αυτών σε μεγαλύτερη αναλογία απαντά το μονοακόρεστο ελαϊκό (C18:1). Το δεύτερο σημαντικότερο ακόρεστο λιπαρό οξύ του ελαιολάδου είναι το λινελαϊκό (C18:2). Άλλα ακόρεστα λιπαρά οξέα που απαντούν, στο ελαιόλαδο σε μικρές ποσότητες, είναι το λινολενικό (C18:3), το αραχιδονικό (C20:4) και το παλμιτελαϊκό (C16:1).

Από τα κορεσμένα οξέα σε μεγαλύτερη αναλογία απαντά το παλμητικό (C16:0) και ακολούθως το στεατικό (C18:0) (Κυριτσάκης, 2007).

1.7 Ασαπωνοποίηση συστατικά του ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο περιέχει σε μικρές ποσότητες μη γλυκεριδικά συστατικά, τα οποία αναφέρονται ως δευτερεύοντα συστατικά. Ορισμένα από αυτά αποτελούν το ασαπωνοποίητο κλάσμα του ελαιολάδου.

Η ποσότητα και η σύσταση του κλάσματος των ασαπωνοποίητων συστατικών του ελαιολάδου εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τον τρόπο με τον οποίο έχει γίνει η παραλαβή του. Ελαιόλαδο το οποίο παραλαμβάνεται με τη μορφή της υδραυλικής πίεσης, έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ασαπωνοποίητα συστατικά από ελαιόλαδο το οποίο παραλαμβάνεται με την εκχύλιση (Κυριτσάκης, 2007).

1.8 Κυριότερες τάξεις ασαπωνοποίητων συστατικών του ελαιολάδου

1.8.1 Υδρογονάνθρακες

Στο ελαιόλαδο απαντώνται υδρογονάνθρακες που είναι εν μέρει κορεσμένοι και εν μέρει ακόρεστοι. Αυτοί είναι πιθανότατα παραπροϊόντα της βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων. Ωστόσο έχουν ταυτοποιηθεί αρωματικοί υδρογονάνθρακες όπως το ναφθαλίνιο και τα παράγωγά του, στο κλάσμα των ασαπωνοποιήτων συστατικών του ελαιολάδου. Τα κ-αλκάνια (παραφίνες) με 11 μέχρι 30 άτομα άνθρακα ($C_{11}-C_{30}$), καθώς και υδρογονάνθρακες με διακλαδισμένη αλυσίδα, αποτελούν επίσης συστατικά του κλάσματος αυτού. Ωστόσο το κύριο συστατικό του κλάσματος των υδρογονανθράκων του ελαιολάδου (40% κατά βάρος) είναι ο τριτερπενικός υδρογονάνθρακας σκουαλένιο, που αποτελεί πρόδρομη ένωση της βιοσύνθεσης των στερόλων. Πρόκειται για έναν πολυακόρεστο υδρογονάνθρακα με τριάντα άτομα άνθρακα.

1.8.2 Καροτενοειδή

Στο ελαιόλαδο απαντούν διάφορα καροτενοειδή στα οποία αποδίδεται η κίτρινη απόχρωσή του. Η λουτεΐνη ($C_{40}H_{56}O_2$) που ανήκει στις ξανθοφύλλες είναι το κύριο καροτενοειδές του ελαιολάδου. Άλλα σημαντικά καροτενοειδή είναι τα καροτένια (α-, β- και γ- καροτένιο), ακόρεστοι υδρογονάνθρακες που έχουν μοριακό τύπο $C_{40}H_{56}$. Το επικρατέστερο από αυτά είναι το β- καροτένιο που αποτελεί το 85% του συνόλου των καροτενίων και ακολουθεί το α- καροτένιο (15%).

1.8.3 Χλωροφύλλες

Στο ελαιόλαδο απαντούν και άλλες χρωστικές, όπως η χλωροφύλλη α και β. Η χλωροφύλλη α έχει κυανοπράσινο χρώμα, ενώ η χλωροφύλλη β είναι κιτρινοπράσινη και είναι αυτές που δίνουν το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα στο ελαιόλαδο. Ωστόσο, αποτελούν και παράγοντα στον οποίο οφείλεται η υποβάθμιση της ποιότητάς του, όταν αυτό έλθει σε επαφή με το φως.

1.8.4 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι ουσίες απαραίτητες, σε μικρές ποσότητες, για την ομαλή λειτουργία και ανάπτυξη του ανθρώπινου οργανισμού. Η ανεπαρκής παρουσία των βιταμινών στον οργανισμό προκαλεί ορισμένες ασθένειες, που είναι γνωστές ως αβιταμινώσεις. Η βιταμίνη Ε απαντά στο ελαιόλαδο, όπως και σε όλες σχεδόν τις φυτικές λιπαρές ύλες. Στο ελαιόλαδο απαντά επίσης και η προβιταμίνη Α (β- καροτένιο).

1.8.5 Τοκοφερόλες

Οι τοκοφερόλες είναι ετεροκυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Οι διάφορες τοκοφερόλες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των μεθυλικών ομάδων που έχουν στο μόριό τους ή τη θέση στην οποία βρίσκονται οι ομάδες αυτές.

Από τις επιμέρους τοκοφερόλες οι οποίες έχουν βρεθεί στο ελαιόλαδο η α- τοκοφερόλη αποτελεί την κύρια και καλύπτει το 88,5% του συνόλου. Η β- μαζί με την γ- αποτελούν το 9,9% και η δ- το 1,6% του συνόλου των τοκοφερολών.

Η συνολική συγκέντρωση των τοκοφερολών στο ελαιόλαδο ποικίλει. Όλες οι τοκοφερόλες αποτελούν φυσικά αντιοξειδωτικά των ελαίων καθώς παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση, η οποία αυξάνεται από την α- προς την δ-. Η σταθερότητα μάλιστα του ελαιολάδου στην οξείδωση οφείλεται και στην παρουσία των τοκοφερολών οι οποίες οξειδώνονται εύκολα. Εκτός από αντιοξειδωτική δράση οι τοκοφερόλες παρουσιάζουν και βιταμινική δράση οι οποία αυξάνεται αντίθετα με την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, δηλαδή από την δ- προς την α-.

1.8.6 Στερόλες

Οι στερόλες είναι κυκλικές αλκοόλες μεγάλου μοριακού βάρους. Βρίσκονται σε όλες τις φυσικές λιπαρές ύλες είτε ελεύθερες είτε δεσμευμένες με τη μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα.

Είναι διαλυτές στα λίπη, στα έλαια και στους μη πολικούς διαλύτες και αδιάλυτες στο νερό. Αποτελούν την κύρια τάξη των ασαπωνοποιήτων συστατικών των λιπαρών υλών όταν δεν είναι δεσμευμένες.

Ανάλογα με την προέλευσή τους, οι στερόλες διακρίνονται σε ζωοστερόλες (χαρακτηρίζουν τις ζωικές λιπαρές ύλες), σε φυτοστερόλες (χαρακτηρίζουν τις λιπαρές ύλες των ανώτερων φυτών) και σε μυκοστερόλες (απαντούν στις λιπαρές ύλες κατώτερων φυτών και κυρίως στα μανιτάρια). Η ταξινόμηση αυτή των στερόλων δεν είναι απόλυτη, καθώς μερικές στερόλες απαντούν και σε φυτικές και σε ζωικές λιπαρές ύλες.

Η χοληστερόλη, γνωστή κοινώς ως χοληστερίνη, απαντά σε όλα τα ζωικά κύτταρα, όπου διαδραματίζει σημαντικό βιολογικό ρόλο. Αποτελεί πρόδρομη ένωση της βιταμίνης D και μαζί με τα χολικά οξέα συντελεί στη γαλακτωματοποίηση των λιπαρών οξέων των τροφών, πράγμα που αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αφομοίωσή τους.

Οι επικρατέστερες φυτοστερόλες είναι η β-σιτοστερόλη, στιγμαστερόλη και η καμπεστερόλη.

1.8.7 Τριτερπενικά οξέα

Στο ελαιόλαδο έχει βρεθεί και ένα τριτερπενικό οξύ που ανήκει στη σειρά της α-αμυρίνης, το ελεανολικό οξύ (oleanolic acid). Το οξύ αυτό έχει μάλιστα συσχετιστεί με την οξειδωτική σταθερότητα του ελαιολάδου. Βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φύλλα απ' ότι στον ελαιοκάρπο, αλλά και στο πυρηνέλαιο απ' ότι στο ελαιόλαδο. Το οξύ αυτό προκαλεί πολλές φορές θολότητα στο πυρηνέλαιο.

Άλλα τριτερπενικά οξέα που απαντούν σε ίχνη είναι το μασλινικό και ουρσολικό.

1.8.8 Φαινόλες

Φαινόλες ονομάζονται οι ενώσεις που περιέχουν τουλάχιστον ένα βενζολικό δακτύλιο και ένα ή περισσότερα υδροξύλια στο βενζολικό δακτύλιο. Μπορεί να είναι απλές φαινόλες (με ένα βενζολικό δακτύλιο), φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή ή φαινολικές αλκοόλες.

Οι απλές φαινόλες είναι άχρωμες στερεές ενώσεις όταν είναι καθαρές, αλλά συνήθως οξειδώνονται και αποκτούν σκούρο χρώμα όταν εκτίθενται στον αέρα. Η ιδιότητα τους να διαλύονται στο νερό αυξάνεται ανάλογα με τον αριθμό των φαινολικών υδροξυλικών ομάδων που έχουν στο μόριο τους, αλλά η διαλυτότητά τους σε πολικούς οργανικούς διαλύτες είναι μεγαλύτερη.

Οι φαινόλες ως πολικές ενώσεις είναι κατά κανόνα υδατοδιαλυτές, ελάχιστα λιποδιαλυτές και παρουσιάζουν έντονη αντιοξειδωτική δράση. Λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης συμβάλουν στην παρεμπόδιση ή την επιβράδυνση της οξείδωσης των ελαίων.

Γενικά η συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών, που απαντούν στο παρθένο ελαιόλαδο, εξαρτάται από:

- Την ποικιλία του ελαιοκάρπου
- Τις καλλιεργητικές φροντίδες
- Τους περιβαλλοντικούς παράγοντες

- Το βαθμό ωριμότητας του ελαιοκάρπου
- Τις συνθήκες διατήρησης του ελαιοκάρπου πριν από την επεξεργασία στο ελαιουργείο
- Τον τύπο του ελαιουργείου και
- Τις συνθήκες (θερμοκρασία, ποσότητα νερού) που εφαρμόζονται στο ελαιουργείο (Κυριτσάκης, 2007).

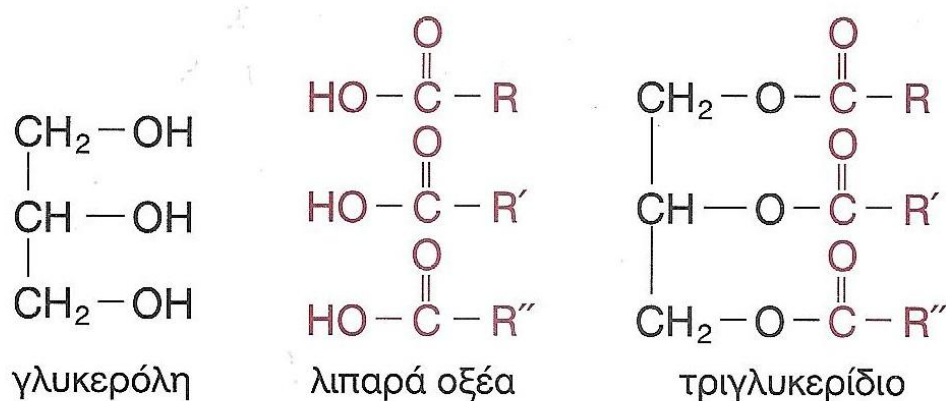
1.9 Λιπίδια

Με τον όρο λιπίδια εννοείται μία μεγάλη ετερογενής κατηγορία οργανικών ενώσεων, που το κοινό τους χαρακτηριστικό είναι ότι δε διαλύονται στο νερό αλλά σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες όπως ο αιθέρας (διαιθυλεθέρας). Τα λιπίδια μπορούν να παραληφθούν από φυτικές ή ζωικές πρώτες ύλες με εκχύλιση αιθέρα. Πρέπει να τονιστεί ότι ο όρος λιπίδια δεν αναφέρεται σε μία κατηγορία ενώσεων με συγκεκριμένη δομή αλλά σε διαφορετικές κατηγορίες ενώσεων που διαφέρουν σημαντικά στη δομή τους, αλλά έχουν το κοινό χαρακτηριστικό ότι είναι αδιάλυτες στο νερό, ενώ διαλύονται σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες. Η ιδιαιτερότητα στη διαλυτότητα τους οφείλεται στο ότι διαθέτουν μεγάλες υδρόφοβες αλειφατικές αλυσίδες. Στα λιπίδια περιλαμβάνονται οι εξής κατηγορίες ενώσεων: τριγλυκερίδια, φωσφολιπίδια, κήροι, στεροειδή, τερπένια (Σπηλιόπουλος, 2008).

1.10 Τριγλυκερίδια

Τα τριγλυκερίδια είναι εστέρες της γλυκερόλης με λιπαρά οξέα. Η γλυκερόλη είναι αλκοόλη που έχει τρεις υδροξυλομάδες (OH).

Κάθε (OH) σχηματίζει εστέρα με ένα μόριο λιπαρού οξέος, δηλαδή τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες της γλυκερόλης.



Εικόνα 5 – Σχηματισμός τριγλυκερίδιων.

Τα λιπαρά οξέα είναι γραμμικά αλειφατικά λιπαρά οξέα που έχουν από 12 έως 20 άτομα άνθρακα. Διακρίνονται στα κορεσμένα και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα που περιέχουν έναν ή περισσότερους διπλούς δεσμούς με cis γεωμετρία. Στη φύση υπάρχουν πολλά λιπαρά οξέα τα περισσότερα παρουσιάζονται στο πίνακα.

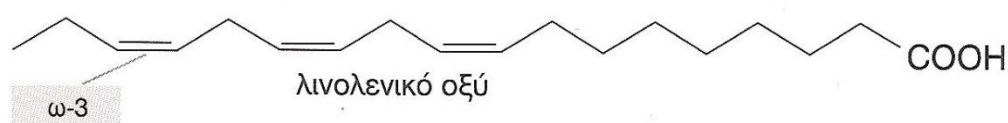
Πίνακας 1 – Λιπαρά οξέα

Όνομα	Αριθμός ατόμων C	Συντακτικός τύπος	Σύντμηση	Σ.Τ. (°C)
Κορεσμένα λιπαρά οξέα				
Λαουρικό οξύ	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	12:0	44
Μυριστικό οξύ	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	14:0	58
Παλμιτικό οξύ	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	16:0	63
Στεατικό οξύ	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	18:0	69
Αραχιδικό οξύ	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	20:0	77
Ακόρεστα λιπαρά οξέα				
Ελαϊκό οξύ	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:1 Δ ⁹	13
Λινελαϊκό οξύ	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:2 Δ ^{9,12}	-5
Λινολενικό οξύ	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18:3 Δ ^{9,12,15}	-11

Η σύντμηση σημαίνει ότι το λιπαρό οξύ έχει 18 C και τρεις διπλούς δεσμούς στις θέσεις 9, 12 και 15

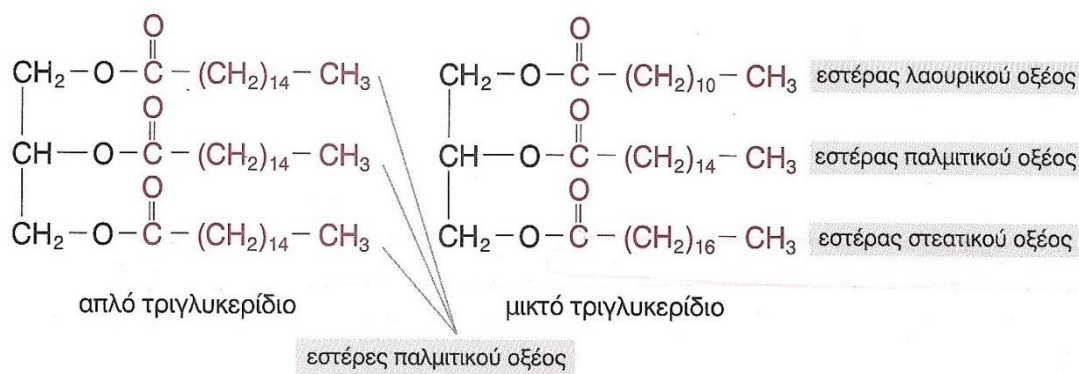
Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα που περιέχουν έναν διπλό δεσμό, όπως το ελαϊκό οξύ ονομάζονται μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ αυτά που περιέχουν

περισσότερους διπλούς δεσμούς, λινελαϊκό οξύ, ονομάζονται πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Πολλές φορές τα ακόρεστα λιπαρά οξέα χαρακτηρίζονται με τον όρο ω ο οποίος δηλώνει την απόσταση του πρώτου διπλού δεσμού από το άκρο της αλειφατικής αλυσίδας. Το λινολενικό οξύ χαρακτηρίζεται ως ω -3, διότι ο πρώτος δεσμός απέχει τρία άτομα C από το άκρο της αλειφατικής αλυσίδας. Τα ω -3 και ω -6 λιπαρά οξέα έχουν μεγάλη διατροφική αξία, διότι δεν μπορεί να τα συνθέσει ο οργανισμός.



Εικόνα 6 – Λινολενικό οξύ.

Ένα τριγλυκερίδιο μπορεί να αποτελείται από το ίδιο λιπαρό οξύ δηλαδή ($R-R'$) οπότε ονομάζεται απλό τριγλυκερίδιο ή από διαφορετικά λιπαρά οξέα (δηλαδή τα R, R' και R'' έχουν διαφορετικό αριθμό C), οπότε ονομάζεται μικτό τριγλυκερίδιο.



Εικόνα 7 – Μικτό τριγλυκερίδιο.

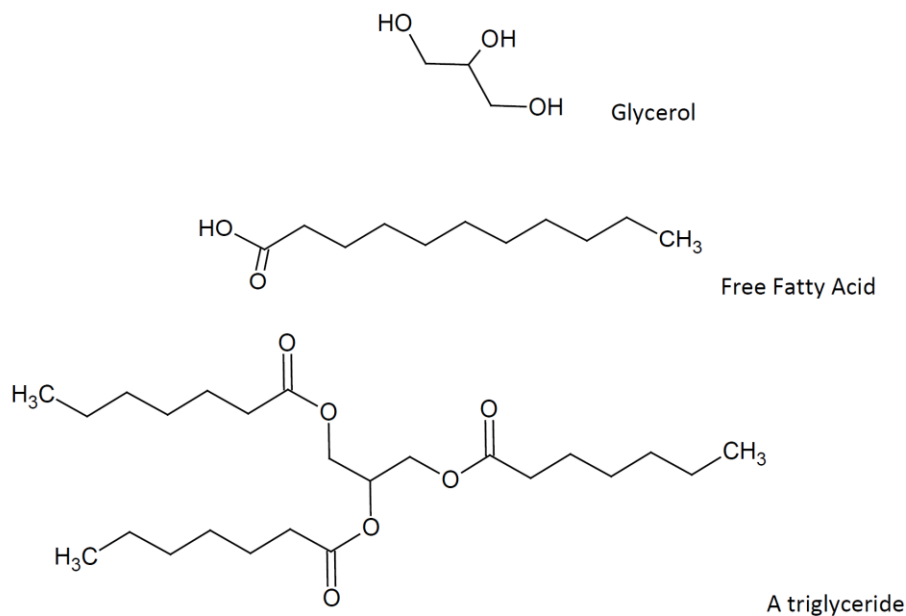
Τα τριγλυκερίδια που προέρχονται από φυτικές πρώτες ύλες ονομάζονται έλαια και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υγρά, ενώ αυτά που προέρχονται από ζωικούς οργανισμούς ονομάζονται λίπη και είναι στερεά ή ημιστερεά. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη σύσταση των τριγλυκεριδίων. Τα φυτικά τριγλυκερίδια (έλαια)

περιέχουν μεγάλες ποσότητες ακόρεστων λιπαρών οξέων. Όπως φαίνεται στον πίνακα τα ακόρεστα λιπαρά οξέα έχουν σημαντικά μικρότερα σημεία τήξεως από τα κορεσμένα, με αποτέλεσμα τα τριγλυκερίδια τους να έχουν μικρά σημεία τήξεως και είναι υγρά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αντίθετα τα ζωικά τριγλυκερίδια (λίπη) περιέχουν κυρίως κορεσμένα λιπαρά οξέα που έχουν υψηλότερα σημεία τήξεως (Σπηλιόπουλος, 2008).

1.11 Σχηματισμός σαπώνων- υδρόλυση τριγλυκεριδίων

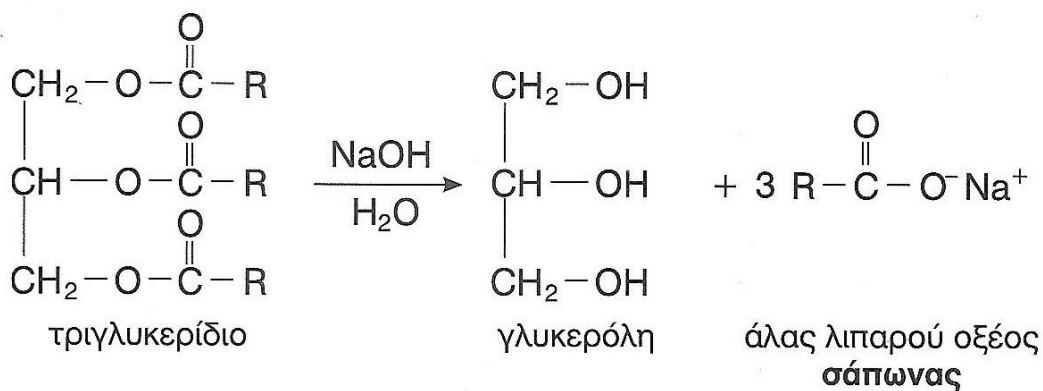
Μία παραδοσιακή συνταγή στην Ελλάδα η οποία χρησιμοποιείται εδώ και πολλές γενιές είναι η παραγωγή σαπουνιού από ελαιόλαδο. Η διαδικασία αυτή βασίζεται στη θέρμανση του ελαιολάδου μαζί με στάχτες από καμένα ξύλα τα οποία περιέχουν υδροξείδιο του καλίου. Αυτή η βασική αντίδραση του υδροξειδίου του καλίου ή του υδροξειδίου του νατρίου με το ελαιόλαδο είναι επίσης η βάση για την εργαστηριακή προετοιμασία του σαπουνιού από ελαιόλαδο.

Το ελαιόλαδο είναι ένα φυτικό έλαιο το οποίο κυρίως αποτελείται από τριγλυκερίδια. Επίσης περιέχει μικρά ποσοστά από ελεύθερα λιπαρά οξέα, γλυκερόλη και άλλες ενώσεις. Η γενική δομή από τα βασικά του συστατικά είναι η παρακάτω (<http://www.oliveoilsource.com/page/chemical-characteristics>).



Εικόνα 8 – Βασικά συστατικά ελαιολάδου

Η βασική υδρόλυση των εστέρων δίνει αλκοόλη και άλας του καρβοξυλικού οξέος με τη βάση. Κατά κανόνα τα τριγλυκερίδια που είναι εστέρες υδρολύονται από διαλύματα βάσης (NaOH) και δίνουν γλυκερόλη και τρία μόρια άλατος λιπαρού οξέος.

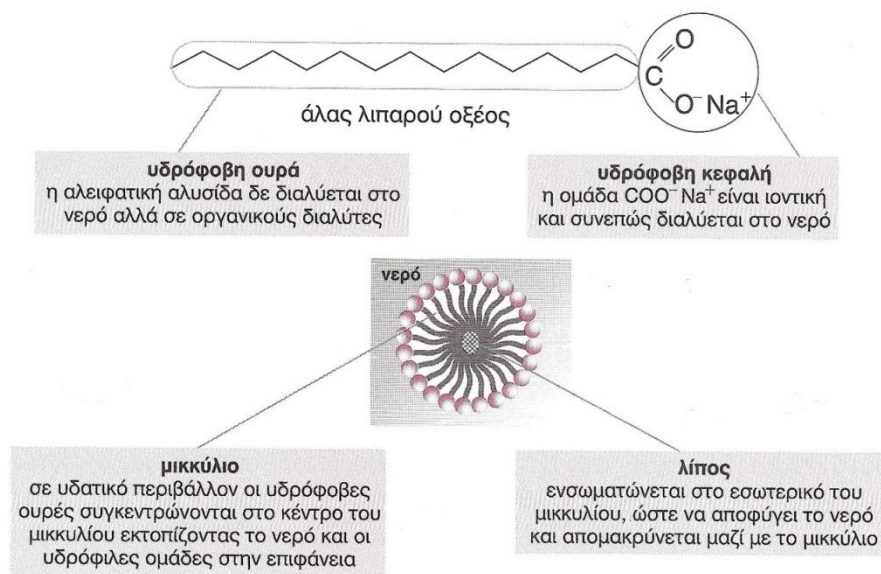


Εικόνα 9 – Αντίδραση παραγωγής σάπωνα.

Η αντίδραση έχει τεχνολογική σημασία, διότι αποτελεί μέθοδο παρασκευής σαπουνιών, καθώς τα άλατα των λιπαρών οξέων με Na⁺ ή K⁺ είναι σάπωνες (Σπηλιόπουλος, 2008).

1.11.1 Τρόπος δράσης σαπώνων

Το χαρακτηριστικό των αλάτων των λιπαρών οξέων είναι ότι αποτελούνται από δύο τμήματα: τη κεφαλή που είναι το καρβοξυλικό άλας (COO^-Na^+) το οποίο ως ιοντική ομάδα είναι υδρόφιλο, δηλαδή έχει τη τάση να διαλύεται στο νερό και την ουρά που είναι η μακριά αλειφατική αλυσίδα, η οποία είναι υδρόφοβη, δηλαδή δεν διαλύεται στο νερό, αλλά σε οργανικούς διαλύτες. Όταν ένα άλας λιπαρού οξέος (σάπωνας) βρίσκεται σε υδατικό περιβάλλον, σχηματίζεται μία σφαίρα. Οι υδρόφοβες ουρές τείνουν να συσπειρώνονται στο εσωτερικό της σφαίρας, ώστε να απωθούν το νερό από το περιβάλλον τους, ενώ οι υδρόφιλες κεφαλές καταλαμβάνουν την επιφάνεια της σφαίρας, ώστε να βρίσκονται σε επαφή με το υδατικό περιβάλλον. Η δομή αυτή ονομάζεται μικκύλιο. Το μικκύλιο συνολικά διαλύεται στο νερό. Σωματίδια λίπους, που προφανώς είναι υδρόφοβα και αδιάλυτα στο νερό, τείνουν να συσσωματώνονται στο εσωτερικό του μικκυλίου, που είναι η υδρόφοβη περιοχή από την οποία έχει αποκλειστεί το νερό. Το μικκύλιο δηλαδή αποτελεί το 'όχημα' μέσα στο οποίο μεταφέρεται το λίπος και απομακρύνεται (Σπηλιόπουλος, 2008).



Εικόνα 10 – Τρόπος δράσης των σαπώνων.

1.12 Παραγωγή σαπουνιού

Οι δύο πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για τη παραγωγή σαπουνιού είναι η ψυχρή και η θερμή μέθοδος σαπωνοποίησης. Απαιτούν και οι δύο πηγή θέρμανσης και προσεκτικούς υπολογισμούς προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι δεν θα περισσέψει καυστική βάση στο σαπούνι. Μέσω της θερμής μεθόδου χρησιμοποιείται η θέρμανση προκειμένου να επιταχυνθεί η αντίδραση της σαπωνοποίησης με αποτέλεσμα ένα πλήρως σαπωνοποιούμενο σαπούνι μέχρι την ώρα που θα τοποθετηθεί το σαπούνι στα καλούπια. Με τη κρύα μέθοδο χρησιμοποιεί ακριβώς όση θερμότητα χρειάζεται προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι όλα τα λιπαρά έλιωσαν και αντέδρασαν με τη βάση.

Προτεραιότητα πριν ξεκινήσει η διαδικασία για τη παραγωγή σαπουνιού έχουν οι σωστοί υπολογισμοί. Πρέπει αναλόγως με πόση λιπαρή ουσία θα χρησιμοποιηθεί και το είδος αυτής να υπολογιστεί το ποσοστό της βάσης που θα χρησιμοποιηθεί. Αφού παρασκευαστεί το υδατικό διάλυμα βάσης τότε αναμιγνύεται με τα έλαια που θα χρησιμοποιηθούν για τη σαπωνοποίηση αφού όμως έχουν και τα δύο την ίδια θερμοκρασία 33-43° C.

Το μίγμα ελαιολάδου και διαλύματος συνεχίζει να αναδεύεται μέχρι το μίγμα να αρχίσει να πυκνώνει και να φαίνεται το ίχνος του μίγματος στην επιφάνεια μετά την ανύψωση του αναδευτήρα πάνω από την επιφάνεια. Αυτό το στάδιο ονομάζεται ίχνος και σε μερικά έλαια διαρκεί περισσότερο να φτάσουν στο στάδιο αυτό από ότι κάποια άλλα.

Μόλις φτάσει στο στάδιο αυτό μπορούν να προστεθούν άλλα πρόσθετα και μετά να τοποθετηθεί το μίγμα σε καλούπια. Μέσα στα καλούπια μένει από 24-48 ώρες μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία της σαπωνοποίησης και τότε μπορεί να βγει από τα καλούπια. Ύστερα αφήνεται για 4-6 εβδομάδες να ωριμάσει με αποτέλεσμα ένα μαλακότερο σαπούνι.

Πριν το σαπούνι χρησιμοποιηθεί πρέπει να ελεγχθεί το pH προκειμένου να μην είναι αρκετά βασικό

(<http://facweb.northseattle.edu/jpatterson/pdf/chem252p/252Preparation%20of%20%20Soap10.pdf>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΑΠΩΝΩΝ

Κεφάλαιο 2 – Ποιοτικός Έλεγχος Σαπώνων

2.1 Προσδιορισμός του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως

Τα σαπούνια συνήθως περιέχουν ένα μικρό ποσοστό από ασαπωνοποίητα ουδέτερα λίπη, δεν υπάρχει ακριβής διαδικασία για τον προσδιορισμό του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως γιατί όταν το δείγμα του σαπουνιού λιώνει ένα ουδέτερο λίπος περισσότερο ή λιγότερο σαπωνοποιείται από οποιοδήποτε ελεύθερο καυστικό άλκαλι είναι παρών.

Η Μέθοδος Α (μέθοδος με χρήση αιθανόλης) πρέπει να εφαρμόζεται μόνο σε αλκαλικά – βασικά σαπούνια κανονικής ποιότητας, καθώς η παρουσία ορισμένων πρόσθετων αποτελεί πηγή σφαλμάτων. Δεν εφαρμόζεται σε σαπούνια καλίου λόγω της διαλυτότητας του ανθρακικού καλίου στην αιθανόλη(ISO-456/1973).

Αυτή η διαδικασία εφαρμόστηκε για να ελεγχθεί αν υπάρχει ελεύθερο καυστικό άλκαλι το οποίο μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των σαπουνιών, του οποίου τα όρια είναι το περισσότερο 0,3%.

2.2 Μέθοδος προσδιορισμού καθαρών σαπωνοποιήσιμων οξέων του σαπουνιού και των μη σαπωνοποιηθείσων ουσιών

Με αυτή τη μέθοδο προσδιορίζονται το σύνολο των λιπαρών ουσιών του σάπωνα. Αυτές που έχουν σαπωνοποιηθεί και οι ασαπωνοποίητες. Το όριο βάση της νομοθεσίας για το σύνολο αυτών είναι το κατώτερο 68%(Εφημερίδα της κυβέρνησης, Απόφαση 656/1950).

2.3 Προσδιορισμός των ουδέτερων λιπαρών σωμάτων και των μη σαπωνοποιημένων λιπαρών ουσιών

Μέσω αυτής της μεθόδου προσδιορίζεται το σύνολο των μη σαπωνοποιηθείσων λιπαρών ουσιών του σάπωνα. Το όριο βάση της νομοθεσίας για αυτές τις λιπαρές ουσίες είναι μέχρι 1%. Αν από το σύνολο της προηγούμενης μεθόδου αφαιρέσουμε το αποτέλεσμα αυτής τότε έχουμε ο σύνολο των σαπωνοποιημένων λιπαρών ουσιών (Εφημερίδα της κυβέρνησης, Απόφαση 656/1950).

2.4 Προσδιορισμός στα αδιάλυτα στην αιθανόλη συστατικά

Ύλη αδιάλυτη στην αιθανόλη: Η ύλη που δεν διαλύεται κατά τη διαδικασία που περιγράφεται από το παρακάτω διεθνές πρότυπο.

1. Η ύλη που είναι αδιάλυτη στην αιθανόλη απαντάται στα πρόσθετα και την ξένη ύλη που προστίθενται στα σαπούνια καθώς επίσης και σε ουσίες σε όλες τις μορφές σαπουνιών όπως ανθρακικά αλκάλια και χλωριούχα άλατα από χαμηλής διαλυτότητας αιθανόλη.
2. Η ξένη ύλη μπορεί να είναι ανόργανη (ανθρακικά άλατα, βορικά άλατα, υπερβορικά άλατα, χλωριούχα άλατα, θειικά άλατα, πυριτικά άλατα, φωσφορικά άλατα, οξείδια του σιδήρου κλπ) ή οργανική (άμυλα, δεξτρίνες, καζεΐνες, σάκχαρα, παράγωγα κυτταρίνης κλπ).

Το σύνολο των ουσιών αυτών βάση της νομοθεσίας θα πρέπει να είναι μέχρι 2% (ISO-673/1981).

2.5 Προσδιορισμός pH

Μέσω αυτής της δοκιμής ελέγχθηκε το pH των σαπουνιών έτσι ώστε να παρατηρηθεί αν τηρούν τα όρια της νομοθεσίας τα οποία είναι μέχρι 10.

2.6 Υπολογισμός αριθμού σαπωνοποίησης

Αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε προκειμένου να υπολογιστεί η ακριβής ποσότητα NaOH που χρειαζόταν κάθε φορά για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση της σαπωνοποίησης με κάθε λιπαρή ουσία (Ι. Σπηλιόπουλος, Β. Ράικος, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Κεφάλαιο 3 – Σκοπός του πειράματος

Όπως έχει αναφερθεί η διαδικασία για την ωρίμανση και ξήρανση του σαπουνιού περιλαμβάνει μόνο την τοποθέτησή του σε δροσερό, χωρίς υγρασία, μέρος προκειμένου αυτό να ξηρανθεί χωρίς να έχουν επηρεαστεί τα χαρακτηριστικά του είτε από την υγρασία, είτε από την υψηλή θερμοκρασία.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί ένας τρόπος ο οποίος θα επιταχύνει τη διαδικασία της ξήρανσης. Μια διαδικασία γρηγορότερη που θα οδηγούσε στη ξήρανση χωρίς να επηρεάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Επιλέχθηκε η ξήρανση των σαπουνιών σε ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα σε συνθήκες ελεγχόμενης υγρασίας και θερμοκρασίας, με ταυτόχρονο προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος καθώς επίσης και σύγκριση με προϊόν το οποίο είχε ξηρανθεί κατά τη συνήθη διαδικασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Κεφάλαιο 4 – Πειραματική διαδικασία

4.1 Πειραματική διαδικασία για το προσδιορισμό του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως

Το σαπούνι λιώνει σε ουδετεροποιημένη αιθανόλη και το ελεύθερο καυστικό αλκαλι τιτλοδοτείται με αλκοολικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος.

Το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι υπερκάθαρο.

- Κάθετο ψυκτήρα
- Αναλυτικό ζυγό
- Δείγμα σαπουνιού
- Αιθανόλη 95%
- Αλκοολικό διάλυμα KOH 0,1N
- Αλκοολικό διάλυμα HCL 0,1N
- Δείκτη φαινολοφθαλείνης
- Θερμόμετρο
- Τοποθετούνται πενήντα (50) ml αιθανόλης σε κωνική φιάλη
- Συνδέεται η κωνική φιάλη με το κάθετο ψυκτήρα, αφήνεται να βράσει ήπια για 5 λεπτά
- Αφήνεται να κρυώσει μέχρι η θερμοκρασία να είναι περίπου 70° C
- Προστίθεται 4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης
- Τιτλοδοτείται με αλκοολικό διάλυμα KOH μέχρι το χρώμα να γίνει ελαφρώς ροζ
- Τοποθετείται το δείγμα του σαπουνιού μέσα στη φιάλη και ύστερα συνδέεται πάλι με το κάθετο ψυκτήρα μέχρι να διαλυθεί τελείως το σαπούνι.
- Αφήνουμε τη κωνική φιάλη στο πάγκο μέχρις ότου η θερμοκρασία να είναι περίπου 70° C

- Τίτλοδοτούμε με αλκοολικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος μέχρι να εμφανιστεί πάλι ροζ χρώμα όπως προηγουμένως.

4.1.1 Έκφραση των αποτελεσμάτων

Το ποσοστό του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως στο σαπούνι εκφράζεται ως υδροξείδιο του νατρίου, και δίνεται από τη σχέση:

$$0,040 \times V \times T \times 100 / m$$

Όπου:

- m είναι η μάζα σε γραμμάρια του δείγματος
- Vείναι ο όγκος σε ml του αλκοολικού υδροχλωρικού οξέος
- T είναι η κανονικότητα του αλκοολικού υδροχλωρικού οξέος που χρησιμοποιήθηκε

Το ελεύθερο καυστικό αλκάλι μπορεί επίσης να εκφραστεί σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά κιλό μέσω της παρακάτω εξίσωσης (ISO-456/1973):

$$(V \times T) / m$$

4.2 Πειραματική διαδικασία για τη μέθοδο προσδιορισμού καθαρών σαπωνοποιήσιμων οξέων του σαπουνιού και των μη σαπωνοποιηθείσων ουσιών

Είκοσι (20 g) σαπουνιού διαλυμένα σε νερό διασπώνται σε περίσσεια αραιού θειικού οξέος ή κανονικού θειικού οξέος, και μετά με εκατό(100) ml πετρελαϊκού αιθέρα σημείου ζέσεως κάτω των 65°C αποχωρίζονται το όξινο υγρό και ανακινούνται εκ νέου με εκατό(100) ml πετρελαϊκού αιθέρα. Ενώνονται τα δύο διαλύματα πετρελαϊκού αιθέρα, πλένονται με νερό και διηθούνται εφ' όσον παρουσιάζεται η ανάγκη διήθησης. Μέσα σε προζυγισμένη φιάλη εξατμίζονται

σε ήπια θερμοκρασία και το υπόλειμμα ξηραίνεται στους 110° C περίπου μέχρι το βάρος να γίνει σταθερό, οπότε και ζυγίζεται.

Λαμβάνεται το σύνολο των λιπαρών του σαπουνιού (λιπαρά οξέα που προέρχονται από τη διάσπαση του σαπουνιού, οι μη σαπωνοποιημένες λιπαρές ουσίες και τα μη σαπωνοποιημένα ουδέτερα λιπαρά σώματα). Με την αφαίρεση των μη σαπωνοποιήσιμων λιπαρών ουσιών και των μη σαπωνοποιήσιμων ουδέτερων λιπαρών ουσιών που προσδιορίστηκαν κατά την πιο πάνω αναγραφόμενη μέθοδο, παίρνουμε τα καθαρά σαπωνοποιήσιμα λιπαρά οξέα του σαπουνιού (Εφημερίδα της κυβέρνησης, Απόφαση 656/1950).

4.3 Προσδιορισμός των ουδέτερων λιπαρών σωμάτων και των μη σαπωνοποιημένων λιπαρών ουσιών

Έξι (6) με οκτώ (8) γραμμάρια των ανωτέρων ολικών λιπαρών διαλύονται σε πενήντα(50)ml οινόπνεύματος 96 βαθμών. Εξουδετερώνονται με αλκοολικό διάλυμα καυστικού καλίου 0,5 N μέχρι χρώματος ελαφρώς ροζ και κατόπιν αραιώνονται με πέντε(5)ml περίπου νερού και εκχυλίζονται με εκατό(100)ml πετρελαϊκού αιθέρα. Στη συνέχεια εκχυλίζονται ακόμα δύο φορές με πενήντα(50)ml πετρελαϊκού αιθέρα. Τα αιθερικά διαλύματα ενώνονται, πλένονται τρεις φορές με δέκα(10) έως είκοσι(20)ml οινόπνεύματος 58 βαθμών, εξατμίζονται, ξηραίνονται στους 100 – 105° C και ζυγίζεται.

Έτσι έχουμε τα ουδέτερα λιπαρά σώματα και τις τυχόν μη σαπωνοποιημένες λιπαρές ουσίες.

Στην περίπτωση παρουσίας των τελευταίων σαπωνοποιείται το υπόλειμμα που ζυγίστηκε με αλκοολικό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου. Κατόπιν, εκχυλίζεται με διάλυμα πετρελαϊκού αιθέρα όπως περιγράφεται παραπάνω και ζυγίζεται το νέο υπόλειμμα που αντιπροσωπεύει ακριβώς το βάρος των μη σαπωνοποιημένων ουσιών. Με την αφαίρεση του βάρους του δεύτερου εκχυλίσματος από το βάρος

του πρώτου, έχουμε το βάρος των ουδέτερων λιπαρών σωμάτων του σαπουνιού(Εφημερίδα της κυβέρνησης, Απόφαση 656/1950).

4.4 Πειραματική διαδικασία για τον προσδιορισμό του περιεχομένου των αδιάλυτων στην αιθανόλη συστατικών

- Αιθανόλη 95%
- Κωνικές φιάλες
- Κάθετος ψυκτήρας
- Υδατόλουτρο
- Αναλυτικός ζυγός
- Φούρνος

Ζυγίζεται περίπου πέντε (5) g σαπουνιού. Τοποθετούνται διακόσια (200) ml αιθανόλης και το δείγμα σε κωνική φιάλη και συνδέεται στον κάθετο ψυκτήρα. Αφήνεται να βράσει ήπια. Ξηραίνεται το διηθητικό χαρτί το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τη διήθηση της αδιάλυτης ύλης στο φούρνο περίπου στους 103° C για μία ώρα. Αφήνεται να κρυώσει σε ήπια θερμοκρασία και ζυγίζεται. Τοποθετείται σε ένα χωνί μέσα σε μία κωνική φιάλη. Μόλις η διάλυση του σαπουνιού φαίνεται να έχει ολοκληρωθεί μεταφέρεται το υγρό στο διηθητικό χαρτί και στη συνέχεια πλένεται με αιθανόλη. Πλένεται το διηθητικό χαρτί με ζεστή αιθανόλη μέχρι να απελευθερωθεί πλήρως απ' το σαπούνι. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας καλό είναι να τοποθετηθεί η κωνική φιάλη με το χωνί σε υδατόλουτρο με σκοπό να διατηρηθεί η θερμοκρασία ήπιου βρασμού.

Ξηραίνεται το διηθητικό χαρτί στο φούρνο περίπου στους 103° C. Μετά από μία ώρα αφήνεται το διηθητικό χαρτί να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετά ζυγίζεται. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρις ότου τα αποτελέσματα στη διαφορά μάζας δύο διαδοχικών ζυγίσεων να έχουν απόκλιση μικρότερη από 0,001 g.

4.4.1 Έκφραση των αποτελεσμάτων

Η περιεκτικότητα του περιεχομένου των αδιάλυτων στην αιθανόλη συστατικών, εκφρασμένη ως ποσοστό μάζας, δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$m / m_0 \times 100$$

m_0 είναι η μάζα σε γραμμάρια του δείγματος

m είναι η μάζα σε γραμμάρια του υπολείμματος (ISO-673/1981).

4.5 Πειραματική διαδικασία για τον προσδιορισμό του pH

- pH-μετρο ακριβείας με ηλεκτρόδιο
- Υπερκάθαρο H₂O
- Ποτήρια ζέσεως
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Δείγμα σαπουνιού
- Ζυγό ακριβείας
- Parafilm
- Μαγνητάκι
- Ζυγίζεται δείγμα σαπουνιού περίπου 1g
- Σε ποτήρι ζέσεως τοποθετείται το δείγμα του σαπουνιού και προστίθενται πενήντα (50) ml υπερκάθολου νερού
- Κλείνεται το ποτήρι με parafilm (για να μην γίνεται προσρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα) και τοποθετείται στο μαγνητικό αναδευτήρα με ελάχιστη αύξηση θερμοκρασίας μέχρι να διαλυθεί τελείως το δείγμα σαπουνιού.
- Με το pH-μετρο και συνεχής ανάδευση παίρνουμε την ένδειξη pH
- Βαθμονομούμε το ηλεκτρόδιο της υάλου με ρυθμιστικά διαλύματα, βυθίζουμε το ηλεκτρόδιο στο διάλυμα σαπουνιού και καταγράφουμε την ένδειξη

4.6 Πειραματική πορεία για τον προσδιορισμό του αριθμού σαπωνοποίησης

- Δείγμα λιπαρής ουσίας
- Διάλυμα HCl 0,5M
- Αλκοολικό διάλυμα KOH 1M
- Δείκτης φαινολοφθαλείνης
- Κάθετος ψυκτήρας
- Κωνικές φιάλες
- Προχοίδες
- Ζυγίζονται δύομιση (2,5) g λιπαρής ουσίας σε φιάλη των διακοσίων-πενήντα (250) ml
- Προστίθεται ακριβώς δώδεκα (12) ml αλκοολικού διαλύματος KOH
- Θερμαίνεται το μίγμα με κάθετο ψυκτήρα μέχρι βρασμού για 30 λεπτά
- Το μίγμα ψύχεται και προστίθεται δείκτης φαινολοφθαλείνης και ογκομετρείται με διάλυμα HCL 0,5M
- Ογκομετρούνται δώδεκα (12) ml αλκοολικού διαλύματος KOH (λευκή ογκομέτρηση) στο οποίο έχει προστεθεί δείκτης φαινολοφθαλείνης.

Υπολογισμοί

- Από την πρώτη ογκομέτρηση υπολογίζονται τα mol KOH (mol KOH δείγματος)
- Από τη λευκή ογκομέτρηση υπολογίζονται τα mol KOH (mol KOH λευκού)
- Υπολογίζονται τα mol KOH που καταναλώθηκαν στην υδρόλυση από τη διαφορά: $\text{mol KOH}_{(\text{που καταναλώθηκαν})} = \text{mol KOH}_{\text{λευκού}} - \text{mol KOH}_{\text{δείγματος}}$
- Υπολογίζονται τα mg που αντιστοιχούν στα mol KOH που καταναλώθηκαν ($M_r \text{ KOH} = 56$)
- Υπολογίζονται τα mg KOH ανά ένα (1) g λιπαρής ουσίας (Ι. Σπηλιόπουλος, Β. Ράικος, 2013).

4.7 Διαδικασία παραγωγής σαπουνιού

- Αναλυτικός ζυγός
- Εστία φλόγας
- Αναδευτήρα
- Καλούπια σιλικόνης
- Κόφτη
- Υδατικό διάλυμα NaOH
- Ελαιόλαδο
- Ζυγίζονται οι πρώτες ύλες σε αναλυτικό ζυγό



Εικόνα 11 – Αναλυτικός ζυγός

- Παρασκευάζεται το υδατικό διάλυμα NaOH
- Θερμαίνονται τα έλαιά μέχρις ότου η θερμοκρασία να είναι 40 – 45°C



Εικόνα 12 – Θέρμανση ελαίων

- Αναμιγνύονται τα έλαια με το διάλυμα σόδας (τοποθετούνται στο καλούπι μόλις έχει φτάσει στο στάδιο του σχηματισμού κλωστής)



Εικόνα 13 – Ανάμειξη πρώτων υλών και διαλύματος NaOH

- Τοποθετείται στα καλούπια το μίγμα για τουλάχιστον 24 ώρες (μέχρι να στερεοποιηθεί).



Εικόνα 14 – Καλούπια σιλικόνης

- Αφού στερεοποιηθεί κόβεται στον ειδικό κόφτη με τη χρήση χορδής



Εικόνα 15 – Κόφτης με τη χρήση χορδής

- Αφήνεται στο χώρο ωρίμανσης για ένα με δύο μήνες



Εικόνα 16 – Χώρος ωρίμανσης

4.7.1 Προσδιορισμός συγκέντρωσης διαλύματος NaOH

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης NaOH εφαρμόστηκε η διαδικασία της οξυμετρίας – αλκαλιμετρίας. Ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία.

- Πυκνό HCL
- Στερεό NaOH
- Στερεό Na_2CO_3
- Διάλυμα CH_3COOH
- Διάλυμα NaOH
- Διάλυμα NH_3
- Δείκτης κυανούν της βρωμοθυμόλης
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης
- Δείκτης ερυθρό του μεθυλίου
- Δείκτης ηλιανθίνης
- Κωνική φιάλη
- Προχοΐδα
- Σιφώνια
- Ζυγίζονται με ακρίβεια 1,3 g άνυδρου Na_2CO_3 το οποίο έχει προηγουμένως ξηρανθεί στους 120°C τουλάχιστον για 2 ώρες. Η ποσότητα του Na_2CO_3 μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη και προστίθενται εκατό (100) ml αποσταγμένου νερού και η φιάλη αναδεύεται

μέχρι πλήρους διαλυτοποίησης του στερεού. Το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τη χαραγή.

- Σε ογκομετρική φιάλη μεταφέρονται περίπου πέντε (5) ml πυκνό HCL και το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα έχει κανονικότητα περίπου 0,1 N.
- Σε κωνική φιάλη μεταφέρονται είκοσι-πέντε (25) ml από το διάλυμα του Na_2CO_3 και προστίθενται δύο σταγόνες δείκτη ηλιανθίνης. Η προχοΐδα γεμίζεται με το διάλυμα του HCL και ακολουθεί ογκομέτρηση μέχρι την αλλαγή του χρώματος του διαλύματος από κίτρινο σε ερυθρό.
- Επαναλαμβάνεται η διαδικασία δύο φορές ακόμη και λαμβάνουμε τον μέσο όρο των μετρήσεων του όγκου του HCL που καταναλώθηκε. Αν οι τιμές διαφέρουν περισσότερο από 0,5 ml επαναλαμβάνεται η ογκομέτρηση.
- Από την κατανάλωση του HCL και την ποσότητα Na_2CO_3 που χρησιμοποιήθηκε υπολογίζεται η κανονικότητα του διαλύματος του HCL.

Τιτλοδότηση ισχυρής βάσης με ισχυρό οξύ

Ως πρότυπο διάλυμα θα χρησιμοποιηθεί το διάλυμα του HCL από το προηγούμενο στάδιο.

- Σε κωνική φιάλη μεταφέρονται δέκα (10) ml διαλύματος NaOH και δύο – τρεις σταγόνες δείκτη κυανού της βρωμοθυμόλης και απιονισμένο νερό μέχρι όγκου πενήντα (50) ml.
- Η προχοΐδα γεμίζεται με διάλυμα HCL γνωστής κανονικότητας και ακολουθεί ογκομέτρηση μέχρι το χρώμα του διαλύματος στη κωνική φιάλη από κυανού να γίνει κίτρινο.
- Επαναλαμβάνεται η τιτλοδότηση άλλες δύο φορές και βρίσκεται ο μέσος όρος των τριών όγκων βάσης που καταναλώθηκαν.

4.8 Πειραματική διαδικασία ξήρανσης με θάλαμο παροχής CO₂.

Προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση του CO₂ στην ξήρανση των σαπουνιών δείγματα σαπουνιού τοποθετήθηκαν σε θάλαμο κλιματικών συνθηκών (H,T) στον οποίο διοχετευόταν CO₂.

- Θάλαμος κλιματικών συνθηκών BINDERAPT.line KBF 115
- Φιάλη CO₂
- Κατάλληλη συνδεσμολογία
- Πριν μπουν τα δείγματα στο θάλαμο ρυθμίζονται οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας
- Ρυθμίζεται η ροή CO₂ περίπου 1000 ml/min
- Τοποθετούνται τα δείγματα.



Εικόνα 17 – Θάλαμος κλιματικών συνθηκών

4.9 Πειραματική διαδικασία για τη μέτρηση της ενεργότητας νερού και του περιεχόμενου νερού στα σαπούνια με τη χρήση θερμοζυγού

Επιλεκτικά μετρήθηκε η ενεργότητα του νερού και το περιεχόμενο νερό στα σαπούνια με τη χρήση θερμοζυγού σε δείγματα που είχαν ξηρανθεί με παραδοσιακό τρόπο και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε ατμόσφαιρα CO₂.

Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για την ενεργότητα είναι η HygroLabC1 Bench-TopIndicator με τη χρήση ProbeHC2-AW-USB.

Ο θερμοζυγός που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο KERNMLB50-3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 5 – Υπολογισμοί – Αποτελέσματα

5.1 Μετρήσεις δειγμάτων πριν την ξήρανση

Πριν ξεκινήσουν οι μετρήσεις pH, έγινε αυτή η δοκιμή προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι η ένδειξη του pHδεν επηρεάζεται από τη ποσότητα του δείγματος σαπουνιού.

1,02 g σαπουνιού

Αρχικά τοποθετήθηκαν 0,67 g σε 50 ml υπερκάθαρο H₂O

pH = 9,3

Το υπόλοιπο σαπουνιού

pH = 9,5

Αυτές οι μετρήσεις έγιναν πριν τα σαπούνια μπουν στο θάλαμο με τη διοχέτευση CO₂.

5.2 Αριθμός σαπωνοποίησης

Υπολογίστηκε ο αριθμός σαπωνοποίησης σε δείγματα λιπαρής ουσίας με βάση τη πειραματική διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως προκειμένου να βρεθεί πόσο ακριβώς NaOH πρέπει να χρησιμοποιηθεί αναλόγως με τη λιπαρή ουσία που υπήρχε με σκοπό να παραχθεί σαπούνι.

Πίνακας 2 – Αριθμός σαπωνοποίησης

Αριθμός Σαπωνοποίησης Δειγμάτων Λιπαρής Ουσίας	
Ελαιόλαδο	135mg/g
Μίγμα ελαιολάδου – λάδι καρύδας10%	132mg/g
Λάδι καρύδας	164mg/g

5.3 Προσδιορισμός ελεύθερου καυστικού αλκάλεως

Έγινε προσδιορισμός του ελεύθερου καυστικού αλκάλεως σε δείγματα σαπουνιών σε διαφορετικές συνθήκες κάθε φορά, ακολουθώντας τη διαδικασία που έχει περιγραφεί παραπάνω.

Πίνακας 3 – Ελεύθερο καυστικό άλκαλι σε δείγμα σαπουνιού

1(1,25 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,8	-
Αποτελέσματα	0,256%	

1: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας.

Πίνακας 4 – Μέτρηση ελεύθερου καυστικού αλκάλεως σε δείγματα σαπουνιών πριν μπουν στον θάλαμο.

1:(1,26 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,6	-
Αποτελέσματα	0,190%	
2: (1,23 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml KOH	0,3	9,51
Αποτελέσματα	0	
3 :(1,24 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,5	11
Αποτελέσματα	0,161%	
2: (1,23 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml KOH	0,5	9,4
Αποτελέσματα	0	

1: Σαπούνι με περίσσεια αλκάλεως, 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας, 3: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

Μετρήθηκε το ελεύθερο καυστικό άλκαλι σε σαπούνια που ήταν ήδη στο θάλαμο με τη παροχή CO₂ για να συγκριθεί με τα προηγούμενα τα οποία δεν είχαν αποθηκευτεί σε συνθήκες παροχής CO₂.

Πίνακας 5 – Ελεύθερο καυστικό άλκαλι σε δείγματα σαπουνιών από θάλαμο CO₂

1: (1,26 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,7	-
Αποτελέσματα	0,222%	
2: (1,26 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,3	10,1
Αποτελέσματα	0,095%	
3: (1,23 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,8	9,8
Αποτελέσματα	0,260%	

1: Σαπούνι με περίσσεια αλκάλειας, 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας, 3: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

Επειδή στα σαπούνια στο θάλαμο ανέβηκε το pH λόγω του CO₂ τα βάλαμε στο φούρνο στους 120° C με τη παροχή μόνο ζεστού αέρα για να δούμε τι αποτελέσματα θα βγάλουμε στο ελεύθερο καυστικό άλκαλι. Βάλαμε παραδοσιακό και ελαιολάδου (παλιά).



Εικόνα 18 – Σαπούνια μετά από φούρνο στους 120°C

Πίνακας 6 – Μετρήσεις από δείγματα που είχαν μόνο παροχή ζεστού αέρα 120°C.

1: (1,3 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml KOH	6,8	8,45
Αποτελέσματα	0	
2: (1,26 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml KOH	1,7	8,64
Αποτελέσματα	0	

1: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας, 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

Πίνακας 7–Μετρήσεις από δείγματα που ήταν στο θάλαμο χωρίς παροχή CO₂ και με κλιματικές συνθήκες T = 27°C και H = 10%

1: (1,24 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml KOH	1	9,1
Αποτελέσματα	0	

1: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

Πίνακας 8 – Μετρήσεις από δείγματα τα οποία δεν έχουν μπει καθόλου στο θάλαμο με τη παροχή CO₂

1: (1,23 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml HCL	0,5	10,8
Αποτελέσματα	0,163%	
2: (1,24 g)		pH
Καταναλώθηκαν ml KOH	0,4	9,5
Αποτελέσματα	0	

1: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας

5.4 επίδραση του CO₂ στο pH του σαπουνιού

Δείγματα σαπουνιού τοποθετήθηκαν στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών. Οι συνθήκες του θαλάμου ήταν humidity 6,5% και T = 25°C. Ελήφθησαν δείγματα μετά από μία, τρεις, έξι και επτά ημέρες στα οποία προσδιορίστηκε το pH της επιφάνειας και της κυρίας μάζας τους.

Πίνακας 9 – Τιμές pH για δείγματα σαπουνιού μετά από εφαρμογή CO₂. Οι τιμές προέρχονται από 2 μετρήσεις.

Ημέρα 0	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,06	9,99	9,85
pH κύριας μάζας	10,4	9,7	9,8
Μετά από 1 ημέρα	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,3	9,6	10,25
pH κύριας μάζας	10,5	9,5	10,1
Μετά από 3 ημέρες	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,1	10,1	10,15
pH κύριας μάζας	9,9	9,95	10,09
Μετά από 6 ημέρες	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,6	10,03	9,9
pH κύριας μάζας	10,2	10,1	10,1
Μετά από 7 ημέρες	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,3	10,03	9,7
pH κύριας μάζας	10	10,01	9,9

1: Σαπούνι με περίσσεια αλκάλειας, 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι

καρύδας, 3: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

Το πείραμα επαναλήφθηκε προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα και με νέα δείγματα σαπουνιού. Οι συνθήκες του θαλάμου ήταν humidity 6,5% και T = 25°C.

Πίνακας 10 – Καινούρια δείγματα

Πριν CO ₂	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,7	9,76	9,86
pH κύριας μάζας	10,13	9,78	10,27
Μετά από 1 ημέρα	1	2	3
	pH	pH	pH
pH επιφάνειας	10,7	9,3	9,7
pH κύριας μάζας	10,2	10,06	10,1

1: Σαπούνι με περίσσεια αλκάλειας, 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας, 3: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

5.5 Προσδιορισμός ενεργότητας νερού και περιεχόμενο στο σαπούνι νερό

Επιλεκτικά μετρήθηκε η ενεργότητα του νερού και το περιεχόμενο νερό με τη βοήθεια θερμοζυγού σε δείγματα δύο σαπουνιών που βρίσκονταν στο θάλαμο μεCO₂.

Πίνακας 11 – Ενεργότητα

Πριν CO ₂	1	2	3
Ενεργότητα Aw	0,75	0,66	0,702
Περιεχόμενο Νερό	6%	0,10%	-
Μετά CO ₂	1	2	3
Ενεργότητα Aw	0,674	0,66	
Περιεχόμενο Νερό	0,37%	1,81%	

1: Σαπούνι με περίσσεια αλκάλειας, 2: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% λάδι καρύδας, 3: Σαπούνι ελαιολάδου με 10% μελισσοκέρι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 6 – Συμπεράσματα

1. Η ανάμειξη του ελαιολάδου με το λάδι καρύδας δεν επηρέασε τον αριθμό σαπωνοποίησης, χρησιμοποιείται όμως για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του σαπουνιού (αφρισμός, μαλακή υφή)
2. Στο πίνακα 4 παρατηρείται ότι δεν υπήρχε ελεύθερο καυστικό αλκάλι στο παραδοσιακό σαπούνι άρα δε παρουσιάζει περίσσεια αλκάλεως και το pH του είναι χαμηλό, ενώ το σαπούνι του ελαιολάδου είχε ποσότητα ελεύθερου καυστικού αλκάλεως το οποίο συμφωνεί με τη τιμή pH που είχε η οποία είναι μεγαλύτερη.
3. Ο υπολογισμός του αριθμού σαπωνοποίησης του μίγματος ελαιολάδου- λάδι καρύδας δεν επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα του πίνακα 4 όπου παρατηρείται ότι το παραδοσιακό δεν έχει περίσσεια αλκάλεως ενώ το σαπούνι ελαιολάδου έχει. Άρα και η ανάμειξη του ελαιολάδου με έλαια υψηλού αριθμού σαπωνοποίησης μπορούν να προφυλάξουν το τελικό προϊόν από περίσσεια ελεύθερου καυστικού αλκάλεως.
4. Στα δείγματα στα οποία έγινε κατεργασία με CO_2 παρατηρείται αύξηση της ποσότητας ελεύθερου καυστικού αλκάλεως ακόμα και στη περίπτωση του παραδοσιακού σαπουνιού στο οποίο αρχικά δεν είχε προσδιοριστεί ελεύθερο καυστικό αλκάλι. Τα ανωτέρω μπορούν να αποδοθούν στη διάσπαση μορίων σαπώνων πράγμα το οποίο επιβεβαιώνεται με την εμφάνιση ελαίου στην επιφάνεια σαπουνιού.
5. Στο πίνακα 6 επιβεβαιώνονται τα παραπάνω γιατί όταν στο θάλαμο δεν υπήρχε CO_2 αλλά μόνο ζεστός αέρας δεν παρατηρήθηκε αύξηση της περισσειας αλκάλεως σε κανένα σαπούνι.
6. Η παροχή ζεστού αέρα οδήγησε σε χαμηλότερες τιμές pH.
7. Από τους πίνακες 10 και 11 παρατηρείται ότι το CO_2 δεν ασκεί επιρροή στο pH της επιφάνειας αλλά ούτε και της κύριας μάζας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα

Εικόνες

Εικόνα 1 – Τμήματα ελαιοκάρπου σε εγκάρσια τομή.	9
Εικόνα 2– Σάκχαρα ελαιολάδου.	12
Εικόνα 3– Εμφάνιση ελαιοσταγονιδίων στα φυτικά κύτταρα.	16
Εικόνα 4 – Εμπορικός ελαιοδιαχωριστήρας	21
Εικόνα 5 – Σχηματισμός τριγλυκερίδιων.	29
Εικόνα 6 – Λινολενικό οξύ.	30
Εικόνα 7 – Μικτό τριγλυκερίδιο.	30
Εικόνα 8 – Βασικά συστατικά ελαιολάδου	32
Εικόνα 9 – Αντίδραση παραγωγής σάπωννα.	32
Εικόνα 10 – Τρόπος δράσης των σαπώνων.	34
Εικόνα 11 – Αναλυτικός ζυγός	50
Εικόνα 12 – Θέρμανση ελαίων	50
Εικόνα 13 – Ανάμειξη πρώτων υλών και διαλύματος NaOH	51
Εικόνα 14 – Καλούπια σιλικόνης	51
Εικόνα 15 – Κόφτης με τη χρήση χορδής	51
Εικόνα 16 – Χώρος ωρίμανσης	52
Εικόνα 17 – Θάλαμος κλιματικών συνθηκών	54
Εικόνα 18 – Σαπούνια μετά από φούρνο στους 120°C	59

Πίνακες

Πίνακας 1 – Λιπαρά οξέα	29
Πίνακας 2 – Αριθμός σαπωνοποίησης.....	58
Πίνακας 3 – Ελεύθερο καυστικό άλκαλι σε δείγμα σαπουνιού	58
Πίνακας 4 – Μέτρηση ελεύθερου καυστικού αλκάλειος σε δείγματα σαπουνιών πριν μπουν στον θάλαμο.....	58
Πίνακας 5 – Ελεύθερο καυστικό άλκαλι σε δείγματα σαπουνιών από θάλαμο CO ₂	59
Πίνακας 6 – Μετρήσεις από δείγματα που είχαν μόνο παροχή ζεστού αέρα 120°C.....	60
Πίνακας 7–Μετρήσεις από δείγματα που ήταν στο θάλαμο χωρίς παροχή CO ₂ και με κλιματικές συνθήκες T = 27°C και H = 10%	60
Πίνακας 8 – Μετρήσεις από δείγματα τα οποία δεν έχουν μπει καθόλου στο θάλαμο με τη παροχή CO ₂	60
Πίνακας 9 – Τιμές pH για δείγματα σαπουνιού μετά από εφαρμογή CO ₂ . Οι τιμές προέρχονται από 2 μετρήσεις.	61
Πίνακας 10 – Καινούρια δείγματα.....	62
Πίνακας 11 – Ενεργότητα	62

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία

- Κυριτσάκης Κ. Απόστολος (2007), *Ελαιόλαδο*, (4^η έκδοση). Θεσσαλονίκη.
- Ιωακείμ Σπηλιόπουλος (2008), *Βασική Οργανική Χημεία*. Αθήνα: Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.
- Ι. Σπηλιόπουλος, Β. Ράικος (2013), *Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Τροφίμων*. Καλαμάτα.
- Απόφασις ΑΧΣ 656/1950. Μέθοδος προσδιορισμού καθαρών σαπωνοποιήσιμων οξέων του σάπωνος και των μη σαπωνοποιηθών ουσιών. Εφημερίς της Κυβέρνησης.
- Απόφασις ΑΧΣ 656/1950. Προσδιορισμός των ουδέτερων λιπαρών σωμάτων και των μη σαπωνοποιηθών λιπαρών ουσιών. Εφημερίς της Κυβέρνησης.
- ISO 673/1981. Soaps – Determination of content of ethanol – insoluble matter, 2nd edition. International Organization for Standardization.
- ISO 456/1973. Surface active agents – Analysis of soaps – Determination of free caustic alkali, 1st edition, International Organization for Standardization.
- <http://www.oliveoilsource.com/page/chemical-characteristics>
- <http://facweb.northseattle.edu/jpatterson/pdf/chem252p/252Preparation%20of%20%20Soap10.pdf>