



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

υ

**ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ, ΦΥΤΙΚΩΝ ΛΙΠΩΝ
ΚΑΙ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ
(ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ)**

ΜΑΡΙΑ ΧΝΑΡΗ

**Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2010

Εισηγήτρια Καθηγήτριας: Άννα Σκουλή

Ευχαριστίες

Για την δημιουργία και ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εισηγήτρια καθηγήτρια μου, κυρία Άννα Σκουλή, που με τις γνώσεις και το ενδιαφέρον της, με βοήθησε να γράψω την εργασία μου, καθώς και για την συμπαράσταση και βοήθεια της, κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γιάννη Βουγάνη, για το υλικό που μου έδωσε από την προσωπική του βιβλιοθήκη, αλλά και την κυρία Αργυρώ Στρατιδάκη, που μου προμήθευσε τα υλικά, για τις ανάγκες του πειράματος μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την αδελφή μου Μάγδα Χνάρη, και την ξαδέλφη μου Πόπη Κλάδου, για την συμπαράσταση και προθυμοποίηση τους, να με βοηθήσουν στην συγγραφή.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	4
1. Εισαγωγή	6
1.1 Τι είναι οι λιπαρές ουσίες	7
1.2 Η σημασία των λιπαρών ουσιών στην διατροφή του ανθρώπου	8
2. Το ελαιόλαδο	9
2.1 Σύσταση του ελαιολάδου	11
2.2 Αντιοξειδωτικές ουσίες ελαιολάδου	12
2.3 Κύριες αλλοιώσεις του ελαιολάδου	13
2.3.1 Υδρολυση	14
2.3.2 Οξείδωση	15
2.3.3 Μηχανισμός οξείδωσης	15
1. Εισαγωγή (Initiation)	16
2. Διάδοση (Propagation)	16
Υπεροξειδίο	16
2.3.4. Παράγοντες που υποβοηθούν την οξείδωση του ελαιολάδου και των άλλων λιπαρών ουσιών	18
2.3.5. Φωτοξείδωση	19
2.4 Έρευνες και μελέτες για το ελαιόλαδο	19
3. Σπορέλαια	21
3.1 Αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία	22
3.2 Ηλιέλαιο	23
3.2.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες στο ηλιέλαιο	24
3.2.2 Ικανότητα οξείδωσης	25
3.3 Αραβοσιτέλαιο	25
3.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες αραβοσιτέλαιου	27
3.3.2. Ικανότητα οξείδωσης	27
4. ΜΑΡΓΑΡΙΝΗ	28
4.1 Ευεργετικές ιδιότητες μαργαρίνης	29
5. Η ΠΑΤΑΤΑ	30
5.1 Η διατροφική αξία της πατάτας	30
6. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ (ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ)	31
7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	33
7.1 Διαδικασία Τηγανίσματος	33
7.2. Συντήρηση Δειγμάτων – Λήψη δειγμάτων	34
8 Αποτελέσματα-Συζήτηση	40
8.1 Ο αριθμός υπεροξειδίων στα διάφορα δείγματα ελαίων στα διαδοχικά τηγανίσματα	40
8.2 Σύγκριση της αντοχής στο τηγάνισμα των λιπαρών ουσιών με βάση την αύξηση του αριθμού των υπεροξειδίων στα διαδοχικά τηγανίσματα	42

Περίληψη

Το μαγείρεμα, είναι γνωστό ότι βελτιώνει τη γεύση και την ποιότητα των τροφίμων, αφού συντελεί στην αδρανοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών και ενισχύει την πεπτικότητα και τη βιολογική διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό.

Ανεπιθύμητες ενέργειες που λαμβάνουν χώρα κατά το μαγείρεμα περιλαμβάνουν την οξείδωση των ευαίσθητων βιταμινών, καθώς και την απώλεια υδροδιαλυτών μεταλλικών στοιχείων.

Το τηγάνισμα είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους παρασκευής τροφίμων. Βελτιώνει την αισθητική και τα χαρακτηριστικά των τροφίμων, με το σχηματισμό αρωματικών ενώσεων, ελκυστικού χρώματος και κρούστας. Το τηγάνισμα με έλαιο ή με λίπος είναι μια από τις δημοφιλέστερες μεθόδους μαγειρικής και, παρά τις σύγχρονες συστάσεις υγείας, η απαίτηση για τηγανισμένα τρόφιμα έχει αυξηθεί βαθμιαία τα τελευταία χρόνια προκειμένου να συμβαδίσει με τις απαιτήσεις του σύγχρονου τρόπου ζωής.

Υπάρχουν τρεις αναγνωρισμένες μέθοδοι τηγανίσματος: (α) τηγάνισμα σε τηγάνι (Pan-frying, Shallow frying) (β) Οικιακό τηγάνισμα σε φριτέζα (Batch Deep-frying) και (γ) συνεχές τηγάνισμα σε φριτέζα. Το τηγάνισμα πραγματοποιείται σε τηγάνι, τα χρησιμοποιούμενα έλαια και λίπη είναι το ελαιόλαδο, το ηλιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο και η μαργαρίνη (μαγειρικό λίπος). Στα παραπάνω φυτικά έλαια και λίπη περιέχονται υπεροξειδία η αύξηση των οποίων οφείλεται στην εκτεταμένη έκθεση τους σε υψηλές θερμοκρασίες. Υψηλή περιεκτικότητα υπεροξειδίων στα έλαια και λίπη τηγανίσματος έχει βρεθεί από πολλές έρευνες ότι αποτελούν ένδειξη ορισμένων αλλοιώσεων όπως είναι η υδρόλυση, ο πολυμερισμός και η οξείδωση.

Η συγκεκριμένη εργασία έχει τους εξής στόχους:

- Μελέτη του βαθμού αύξησης των υπεροξειδίων σε διαφορά εμπορικά έλαια και λίπη μαγειρέματος.
- Μελέτη ρυθμού αύξησης των υπεροξειδίων κατά τα διαδοχικά τηγανίσματα με τα χρησιμοποιούμενα λίπη και έλαια.

- Σύγκριση των λιπών και ελαίων ως προς την αύξηση του αριθμού των υπεροξειδίων.

Για το σκοπό αυτό, έγιναν τέσσερα διαδοχικά τηγανίσματα φρέσκων πατατών με καθένα από τα τέσσερα λίπη και έλαια της έρευνας και προσδιορίστηκε ο αριθμός των υπεροξειδίων με την μέθοδο της ογκομέτρησης.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων προέκυψαν τα ακόλουθα:

1. Κατά τα διαδοχικά τηγανίσματα σε όλα τα λίπη και έλαια που χρησιμοποιήθηκαν αυξήθηκε ο αριθμός των υπεροξειδίων.
2. Για τα λίπη και έλαια τηγανίσματος βρέθηκε ότι το ελαιόλαδο εμφάνισε της χαμηλότερες συγκεντρώσεις υπεροξειδίων ακόμα και στο τέταρτο τηγάνισμα ενώ τα υπόλοιπα, ηλιέλαιο, αραβοσιτέλαιο και μαργαρίνη οι συγκεντρώσεις υπεροξειδίων από το πρώτο κιόλας τηγάνισμα ήταν αρκετά υψηλότερες.
3. Σε όλες τις περιπτώσεις το ελαιόλαδο ήταν το έλαιο που προσφέρει την μεγαλύτερη αντοχή στο τηγάνισμα.

1. Εισαγωγή

Οι λιπαρές ουσίες στην διατροφή του ανθρώπου πέρα από τα καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά πρέπει να περιέχουν και θρεπτικές ύλες, με ή χωρίς θερμιδική αξία. Στη δεύτερη κατηγορία μπορούν να ανήκουν θρεπτικά συστατικά οργανικά και ανόργανα ενώ στην πρώτη ανήκουν πρακτικά μόνο οι παρακάτω τρεις κατηγορίες θρεπτικών υλών.

1. Τα ζάχαρα ή υδατάνθρακες γενικά, που αποδεσμεύουν με την οξείδωση τους (καύση) περίπου 5 Μ.Θ. (kilocalories) κατά γραμμάριο.
2. Οι Πρωτεϊνικές ουσίες, αποδεσμεύουν με την καύση τους 4,5-5,0 Μ.Θ.
3. Οι Λιπαρές ουσίες αποδεσμεύουν ομοίως με οξείδωση (καύση) 9 Μ.Θ. κατά γραμμάριο.

Οι λιπαρές ουσίες είναι η μεγαλύτερη συμπυκνωμένη πηγή ενέργειας, αφού κάθε γραμμάριο τους αποδεσμεύει 9 Μ.Θ. ανεξάρτητα από το είδος τους (λίπη, σπορέλαια, βούτυρο, ελαιόλαδο κ.λ.π).

Η αυξημένη απόδοση σε ενέργεια οφείλεται στο γεγονός ότι το μόριο των λιπαρών ουσιών είναι περισσότερο ανοιγμένο από ότι εκείνο των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών. Ειδικότερα, η σχέση ατόμων υδρογόνου προς τα άτομα οξυγόνου είναι το ελαϊκό οξύ (κύριο δομικό στοιχείο των τριγλυκεριδίων του ελαιολάδου) $34:2=17$ ενώ στη γλυκόζη $12:6=2$. Κατά συνέπεια, για να οξειδωθεί ένα μόριο ελαϊκού οξέος θα δεσμεύσει αναλογικά πολύ περισσότερο οξυγόνο από ότι στην περίπτωση οξείδωσης ενός μορίου γλυκόζης. Έτσι εξηγείται η συμπύκνωση ενέργειας στις λιπαρές ουσίες γενικά.

Μια άλλη ιδιορρυθμία των λιπαρών ουσιών είναι ότι χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο και από τους άλλους ζωντανούς οργανισμούς μόνο ως πηγή ενέργειας και όχι ως δομικό υλικό για σύνθεση πρωτεϊνών, υδατανθράκων ή άλλων ενώσεων.

Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ο όρος «λιπαρές ουσίες» αναφέρονται στα λίπη και έλαια που είναι τριγλυκερίδια ή απλώς γλυκερίδια, δηλαδή εστέρες της γλυκερίνης (τριυδροξολική αλκοόλη) με τρία μόρια λιπαρών οξέων μικρού, μεσαίου ή μεγάλου μοριακού βάρους, ανάλογα με την περίπτωση.

Σύμφωνα με την ευρύτερη έννοια του όρου «λιπίδια» εκτός από τα λίπη και τα έλαια συμπεριλαμβάνονται και τα λιποειδή, δηλαδή ένα πλήθος οργανικών ενώσεων που

συγγενεύουν με τα τριγλυκερίδια σε ότι αφορά την απολικότητα του μορίου, τα χαρακτηριστικά της διαλυτότητας τους και την παρουσία στο μόριο τους εστερικών δεσμών. Λιποειδή είναι τα φωσφολιπίδια, τα γλυκολιπίδια, τα σουφλολιπίδια, οι λιποπρωτεΐνες, τα παράγωγα λιπίδια, οι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, τα καροτενοειδή, το σκουαλένιο, οι λυποδιαλυτές βιταμίνες, τα στεροειδή, οι στερόλες όπως η χοληστερίνη, β-σιτοστερόλη και άλλες.

Τα λιποειδή έχουν τεράστιο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο και γενικά για τους ζωντανούς οργανισμούς, γιατί είναι κύρια δομικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών, του νευρικού και του λιπώδους ιστού του εγκεφάλου κ.λ.π. Η σημασία των λιποειδών για την κανονική δόμηση των ιστών και την ομαλή φυσιολογική λειτουργία τους είναι τεράστια (Μπαλατσούρας, 1997).

1.1 Τι είναι οι λιπαρές ουσίες

Οι λιπαρές ουσίες στο σύνολο τους είναι προϊόν εστεροποίησης μιας και μοναδικής αλκοόλης της τριυδροξυλικής γλυκερίνης με τρία λιπαρά οξέα, κορεσμένα ή ακόρεστα, κατά κανόνα μεγάλου μοριακού βάρους, 14 έως 20 άτομα άνθρακα κατά μέσο όρο. Εξαιρέση αποτελεί μόνο το βούτηρο όπου το μοριακό βάρος των λιπαρών οξέων είναι σχετικά μικρό, αφού το μοριακό βάρος των λιπαρών οξέων είναι σχετικά μικρό, αφού ο αριθμός των ατόμων άνθρακα για το καθένα είναι κάτω των δέκα και μέχρι δέκα.

Τα σπουδαιότερα κορεσμένα λιπαρά οξέα, δομικά συστατικά των τριγλυκεριδίων, είναι το παλμιτικό, το στεατικό, και το αραχιδικό με 16, 18 και 20 άτομα άνθρακα αντίστοιχα και φυσικά χωρίς κανένα διπλό δεσμό.

Τα σπουδαιότερα για τις λιπαρές ουσίες ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι:

- Το παλμιτελαϊκό οξύ με 16 άτομα άνθρακα και ένα διπλό δεσμό.
- Το ελαϊκό οξύ με 18 άτομα άνθρακα και ένα διπλό δεσμό
- Το λινελαϊκό οξύ με 18 άτομα άνθρακα και δύο διπλούς δεσμούς
- Το λινολενικό οξύ με 18 άτομα άνθρακα και τρεις διπλούς δεσμούς
- Το αραχιδονικό οξύ με 20 άτομα άνθρακα και τέσσερις διπλούς δεσμούς.

Γλυκερίδια με όλα ή τα περισσότερα μοριακά υπόλοιπα κεκορεσμένων λιπαρών οξέων στο μόριό τους έχουν υφή στερεή, περισσότερο ή λιγότερο, και είναι τα λεγόμενα λίπη ή στέατα.

Αντίθετα τα γλυκερίδια με ένα, δύο ή τρία μοριακά υπόλοιπα ακόρεστων λιπαρών οξέων στο μόριό τους, είναι περισσότερο ή λιγότερο ρευστά και είναι τα γνωστά λάδια.

Έτσι οι λιπαρές ουσίες είναι τριών κατηγοριών σε ότι αφορά την υφή:

1. Λιπαρές ουσίες με στερεή, περισσότερο ή λιγότερο, υφή (μαγειρικά λίπη, ξύγκια, στέατα)
2. Λιπαρές ουσίες με παχύρευστη υφή (κυρίως ελαιόλαδο)
3. Λιπαρές ουσίες πολύ ρευστές (ροώδεις) και στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα σπορέλαια και τα ιχθυέλαια

Συμπερασματικά η υφή των λιπαρών ουσιών βρίσκεται σε άμεση σχέση με τον αριθμό των διπλών δεσμών στο μόριο των τριγλυκεριδίων τους ή ορθότερα με τη λεγόμενη ακορεστότητα (Μπαλατσούρας, 1997)

1.2 Η σημασία των λιπαρών ουσιών στην διατροφή του ανθρώπου

Οι λιπαρές ουσίες είναι ο πολυτιμότερος συμπαραστάτης της νοικοκυράς, αφού κανένα σχεδόν φαγητό δεν παρασκευάζεται χωρίς λιπαρή ουσία. Σχηματίζουν μαζί με τις πρωτεΐνες εύγεστα και αρωματικά παράγωγα κατά το τηγάνισμα και το ψήσιμο. Εξασφαλίζουν στον άνθρωπο το αίσθημα του κορεσμού, επειδή παραμένουν για μακρό χρονικό διάστημα στον πεπτικό σωλήνα μέχρι να υδρολυθούν, να γαλακτοποιηθούν και τελικά να απορροφηθούν από τις λάχνες του λεπτού εντέρου. Είναι οι κύριοι φορείς των λιποδιαλυτών προβιταμινών και βιταμινών όπως και των καροτενοειδών, βιταμινών Α, D, Κ και Ε.

Οι λιπαρές ουσίες είναι φορείς πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και έχουν βιταμινική αξία για τον άνθρωπο.

Από πλευράς φυσιολογίας του ανθρώπινου οργανισμού, αλλά και του οργανισμού των ανώτερων ζώων, οι λιπαρές ουσίες:

- Αποτελούν μονωτικό υλικό όσες εναποτίθενται κάτω από το δέρμα και οι ίδιες προστατεύουν από τα απότομα χτυπήματα στα σπλάχνα (βασίλικό ξύγκι).

- Αποτελούν δομικά συστατικά υπό την μορφή λιποπρωτεϊνών, γλυκολιπιδίων, φωσφολιπιδίων κ.τ.λ. των κυτταρικών μεμβρανών (βιομεμβρανών), του λιπώδους ιστού, του εγκεφάλου κ.λ.π.
- Οδηγούν σε σοβαρές τροφικές ανωμαλίες και σε παθολογικές καταστάσεις βαριάς μορφής σε περίπτωση διαταραχής του μεταβολισμού τους (Μπαλατσούρας, 1997).

2. Το ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο είναι μία από τις πρώτες λιπαρές ουσίες που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος σε καθαρή μορφή για την διατροφή του. Ουσιαστικά ήταν η λιπαρή ουσία που έθρεψε τους λαούς γύρω από την Μεσόγειο από τα βάθη των αιώνων μέχρι σήμερα, χωρίς να δημιουργήσει σε αυτούς ιδιαίτερα προβλήματα από πλευράς υγείας και ορθολογικής διατροφής.

Αντίθετα το ελαιόλαδο ήταν ένα από τα στοιχεία που εξασφάλισαν στους μεσογειακούς λαούς μακροζωία, απaráμιλλη δραστηριότητα και συνεχή πρόοδο (Μπαλατσούρας, 1997).

Το ελαιόλαδο ή λάδι ελιάς είναι το λάδι που προέρχεται από τις ελιές αποκλειστικά με μηχανικά ή φυσικά μέσα σε θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή που μπορεί να προκαλέσει αλλοιώσεις.

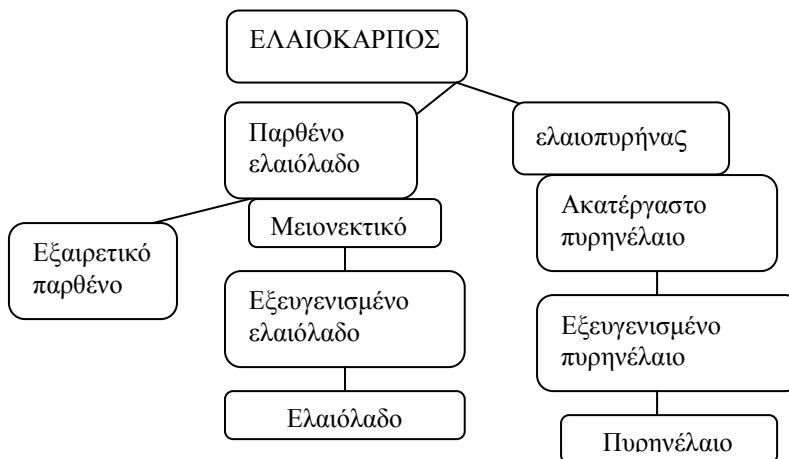
Οι φυσικές και χημικές σταθερές για το ελαιόλαδο κάθε κατηγορίας (παρθένο, ραφινέ και κουπέ) πρέπει να είναι οι ακόλουθες:

- Αριθμός βουτυροδιαθλασίμετρου στους 40°C, 52,0-54,3.
- Αριθμός ιωδίου 79-90
- Η μέγιστη ειδική απορρόφηση στα 270mm δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,25 για το παρθένο ελαιόλαδο με οξύτητα σε ελαϊκό οξύ μέχρι 3,3%, ενώ για το ελαιόλαδο ραφινέ και κουπέ μεγαλύτερη από 1,10 και 0,90 αντίστοιχα.
- Αριθμός σαπωνοποιήσεις 182-195
- Οι αντιδράσεις για άλλα λάδια και λίπη πρέπει να είναι αρνητικές.
- Η υγρασία και οι πεπτικές ουσίες στους 105°C δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 0,1% (Τζουβάρα-Καραγιάννη, 1991).

Με την τεχνολογία που εφαρμόζεται σήμερα το ελαιόλαδο κατατάσσεται σε 4 ποιοτικές κατηγορίες:

- Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο: είναι ελαιόλαδο που έχει παραχθεί μόνο με φυσικές και μηχανικές διαδικασίες, με άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και με ελεύθερη οξύτητα όχι πάνω από 0,8gr ελαϊκού οξέος/100gr ελαιολάδου.
- Παρθένο ελαιόλαδο: το ελαιόλαδο αυτό έχει παραχθεί με φυσικές και μηχανικές διαδικασίες, με καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και με ελεύθερη οξύτητα όχι πάνω από 2,0gr ελαϊκού οξέος/100gr ελαιολάδου
- Ελαιόλαδο: είναι μείγμα εξευγενισμένου ελαιολάδου με οξύτητα όχι μεγαλύτερη από 1,5gr ελαϊκού οξέος/100gr ελαιολάδου. Το εξευγενισμένο ελαιόλαδο παραλαμβάνεται με εξευγενισμό (εξουδετέρωση, απόσπηση, αποχρωματισμό) του μειονεκτικού παρθένου ελαιολάδου.
- Πυρηνέλαιο: παραλαμβάνεται από τον ελαιοπυρήνα και είναι μείγμα εξευγενισμένου πυρηνέλαιου με οξύτητα όχι μεγαλύτερη από 1,5%. Το εξευγενισμένο πυρηνέλαιο παραλαμβάνεται με εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνέλαιου. (ΚΕΠ.ΚΑ, 2010)

Σχηματικά οι ποιοτικές κατηγορίες αναπαρίστανται ως εξής (Οργανόγραμμα 1)



Οργανόγραμμα 1: Ποιοτικές κατηγορίες ελαιολάδου και πυρηνέλαιου (Λιδάκης, 2006)

2.1 Σύσταση του ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο είναι κυρίως μείγμα εστέρων και γλυκερίνης (τριγλυκερίδια) με τα ανώτερα λιπαρά οξέα, μερικά από τα οποία είναι ακόρεστα ενώ άλλα είναι κορεσμένα. Έκτος από τα τριγλυκερίδια το ελαιόλαδο περιέχει και πολλά άλλα συστατικά όπως: ελεύθερα λιπαρά οξέα, φωσφατίδια (λεκιθίνες) στερόλες, φαινόλες, τοκοφερόλες, χρωστικές και διάφορες ρητινοειδείς και ζελατινοειδής ουσίες (Κυριτσάκης, 1988).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των λιπαρών οξέων του ελαιολάδου συνίσταται σε ακόρεστα οξέα. Μεταξύ αυτών το μονοακόρεστο ελαϊκό (C18:1 ω9 λιπαρό οξύ) περιέχεται σε μεγαλύτερη ποσότητα. Το δεύτερο κατά σειρά ακόρεστο λιπαρό οξύ του ελαιολάδου είναι το λινελαϊκό (C18:2 ω6 λιπαρό οξύ). Τα άλλα ακόρεστα λιπαρά οξέα, λινολενικό (C18:3 ω3 λιπαρό οξύ), αραχιδικό (C20:4 ω6 λιπαρό οξύ) και παλμιτολεϊκό (C16:1) συναντώνται στο ελαιόλαδο σε πολύ μικρές ποσότητες. Από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα σε μεγαλύτερο ποσοστό συναντάται το παλμιτικό (C16:0) και ακολουθεί το στεατικό (C18:0). Τα γλυκερίδια του ελαιολάδου είναι αυτά του ελαϊκού οξέος που μόνα τους ξεπερνούν το 70-80% του βάρους του λαδιού. Στον παρακάτω πίνακα 1 δίνεται η εκατοστιαία διακύμανση της περιεκτικότητας του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα (Κυριτσάκης, 1988).

Πίνακας 1: Εκατοστιαία διακύμανση της περιεκτικότητας του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα (Κυριτσάκης, 1988)

Λιπαρά οξέα	Περιεκτικότητα (%)
Ελαϊκό	56,0-83,0
Παλμιτικό	7,5-20,0
Λινελαϊκό	3,5-20,0
Στεατικό	0,5-5,0
Παλμιτολεϊκό	0,3-3,5
Λινολενικό	0,0-1,5
Μυριστικό	0,0-0,1
Αραχιδικό	Μεγ 0,8
Βεχενικό	Μεγ 0,2

Λιγνοκερικό	Μεγ 1,0
Επταδεκανοϊκό	Μεγ 0,5
Επταδεκενοϊκό	Μεγ 0,6

Εκτός από τα λιπαρά οξέα που βρίσκονται ως μέρος των τριγλυκεριδίων, το ελαιόλαδο αποτελείται και από άλλα συστατικά και κυρίως υδρογονάθρακες. Στους υδρογονάθρακες του ελαιολάδου περιλαμβάνονται το σκουαλένιο, σε συγκέντρωση 1,5mg/kg (30-50% του ολικού ασαπωνοποίητου μέρους του παρθένου ελαιολάδου) το οποίο αποτελεί πρόδρομο ουσία της βιοσύνθεσης στερολών. Η περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε σκουαλένιο είναι υψηλότερη από αυτή των άλλων λαδιών φυτικής και ζωικής προελεύσεως. Στο ελαιόλαδο υπάρχουν επίσης στερόλες, και κυρίως β-σιτοστερόλη (15 % του ολικού ασαπωνοποίητου μέρους του παρθένου ελαιολάδου) και αλκοόλες (10 % του ολικού ασαπωνοποίητου μέρους του παρθένου ελαιολάδου). Άλλα στοιχεία που βρίσκονται σε μικρή συγκέντρωση αλλά συνολικά κατέχουν το 25-45 % του ολικού ασαπωνοποίητου μέρους του παρθένου ελαιολάδου είναι οι τοκοφερόλες (α, β, γ και δ) και τα καροτενοειδή, όπως η ξανθοφύλλη, τα καροτένια και το λυκοπένιο . Οι τοκοφερόλες είναι γνωστά αντιοξειδωτικά, και το ελαιόλαδο τις περιέχει σε συγκεντρώσεις περίπου 180 mg/kg (Preventive Medicine and Nutrition Clinic, 2001).

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, το ελαιόλαδο έχει χαρακτηριστικό άρωμα και πολύ ευχάριστη γεύση. Αυτό οφείλετε στην παρουσία μεγάλου αριθμού αρωματικών συστατικών. Χρησιμοποίηση αέριας χρωματογραφίας, σε συνδυασμό με φασματοφωτομετρία έδειξε ότι υπάρχουν πάνω από 70 συστατικά, στα οποία αποδίδεται το χαρακτηριστικό άρωμα και η ιδιαίτερη γεύση .

Τα συστατικά αυτά κατατάσσονται σε αλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάθρακες, σε αλειφατικές και τερπενικές αλκοόλες, σε αλδεϋδες, κετόνες, αιθέρες, εστέρες, φουράνιο και άλλα (Κυριτσάκης, 1988).

2.2 Αντιοξειδωτικές ουσίες ελαιολάδου

Το πλέον ισχυρό αντιοξειδωτικό από τις τοκοφερόλες, είναι η α-τοκοφερόλη. Εκτός από τη δράση τους ως αντιοξειδωτικά, οι τοκοφερόλες δρουν και ως βιταμίνες, των οποίων η ενέργεια αυξάνεται αντίθετα με την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, δηλαδή

από δ μορφή προς την α. Το πλέον διαδεδομένο καροτενοειδές είναι το β-καροτένιο. Το β-καροτένιο βρίσκεται στο ελαιόλαδο σε συγκέντρωση 0,3-3,7 g/kg και έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Μία άλλη κατηγορία αντιοξειδωτικών που συναντώνται στο ελαιόλαδο, είναι οι φαινόλες και κυρίως η τυροσόλη και η υδροξυ-τυροσόλη. Οι δύο αυτές ενώσεις προέρχονται από την υδρόλυση της ελευρωπαΐνης ενώ άλλες φαινόλες (βενζοϊκό και κινναμικό οξύ) από την υδρόλυση των φλαβονοειδών. Στο ελαιόλαδο συναντάται επίσης και το καφεϊκό οξύ που είναι ένα φαινολικό οξύ.

Το ελαιόλαδο είναι φτωχό σε κορεσμένα λιπαρά οξέα συγκριτικά με το βούτυρο, ενώ η περιεκτικότητά του σε αυτά τα λιπαρά οξέα είναι παρόμοια με αυτή των ελαίων φυτικής προελεύσεως, όπως το καλαμποκέλαιο και το ηλιανθέλαιο. Αντίθετα, το ελαιόλαδο είναι φτωχό σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα συγκριτικά με τα άλλα έλαια φυτικής προελεύσεως. Η υψηλή περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε ελαϊκό οξύ το κάνει ανθεκτικό στην οξείδωση. Το ελαιόλαδο είναι ανθεκτικό στην οξείδωση γιατί όχι μόνο είναι φτωχό σε πολυακόρεστα και πλούσιο σε μονοκόρεστα λιπαρά οξέα, αλλά επειδή είναι επίσης πλούσιο σε α-τοκοφερόλη. Στον παρακάτω πίνακα 2 δίνεται η περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες ορισμένων ελαίων και λιπών (Preventive Medicine and Nutrition Clinic, 2001)

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες ορισμένων λιπών και ελαίων (g/100g) (Preventive Medicine and Nutrition Clinic, 2001)

Έλαια/λίπη	α-Τοκοφερόλη	β-Τοκοφερόλη	γ-Τοκοφερόλη
Βούτυρο	1,7	0,6	–
Ελαιόλαδο	18	–	–
Αραβοσιτέλαιο	6	43,7	2
Ηλιέλαιο	48,7	5,1	0,8

2.3 Κύριες αλλοιώσεις του ελαιολάδου

Δύο είναι οι κυριότερες αλλοιώσεις που υφίσταται το ελαιόλαδο: η υδρόλυση ή υδρολυτικό τάγγισμα και η οξείδωση ή οξειδωτικό τάγγισμα.

Η οξείδωση ξεκινάει πριν από την εξαγωγή του ελαιόλαδου από τον ελαιόκαρπο, ένω παρατηρείται, κυρίως μετά την παραλαβή του και ιδιαίτερα κατά την διάρκεια της αποθήκευσης, όταν αυτή γίνεται σε ακατάλληλες συνθήκες.

Η οξείδωση του ελαιολάδου μπορεί να συμβεί σε συνθήκες απουσίας φωτός (αυτοοξείδωση) ή και στο φώς, παρουσία χρωστικών ουσιών, οπότε είναι γνωστή σαν φυτοοξείδωση.

Η υδρόλυση αποτελεί μια από τις βασικότερες αλλοιώσεις του ελαιολάδου και οφείλεται στην απελευθέρωση λιπαρών οξέων από τα γλυκερίδια του. Οι αλλοιώσεις αυτές οδηγούν στην υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου (Κυριτσάκης, 1988).

2.3.1 Υδρολυση

Η υδρόλυση οφείλεται στην απελευθέρωση λιπαρών οξέων από τα γλυκερίδια του και συνοδεύεται με αύξηση της οξύτητας και αλλαγή της γεύσης, μειονεκτήματα τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της εμπορικής του αξίας. Η υδρόλυση του ελαιολάδου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η υγρασία, η θερμοκρασία, τα ένζυμα και διάφοροι μικροοργανισμοί.

Γενικά η υδρόλυση (λιπόλυση) του ελαιολάδου διακρίνεται ανάλογα με το αίτιο που την προκαλεί, σε μικροβιακή λιπόλυση και ενζυμική λιπόλυση.

Η μικροβιακή λιπόλυση των γλυκεριδίων γίνεται με την δράση των μικροοργανισμών, οι οποίοι αναπτύσσονται στη σάρκα της ελιάς. Η δράση ορισμένων από αυτούς τους μικροοργανισμούς είναι τόσο μεγάλη, ώστε ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από το σπάσιμο του ελαιοκάρπου μέχρι το διαχωρισμό του λαδιού από τα φυτικά υγρά, είναι αρκετός για την έναρξη της υδρόλυσης των γλυκεριδίων. Εξάλλου, η ακατάλληλη αποθήκευση του ελαιοκάρπου πριν από την άλεση και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, μπορεί να προκαλέσει σημαντική υδρολυτική αλλοίωση

Η ενζυμική λιπόλυση προκαλείται τόσο από τα φυσικά ένζυμα (λιπάσες) του ελαιοκάρπου, όσο και απ' αυτά τα οποία ελευθερώνονται από τα διάφορα είδη μικροοργανισμών, τα οποία αναπτύσσονται κατά την αποθήκευση του καρπού σε ακατάλληλες συνθήκες. Σε τραυματισμένο καρπό η δράση των μικροοργανισμών και κατά συνέπεια η μικροβιακή λιπόλυση, είναι εντονότερη σε σχέση με τον υγιή .

Ο βαθμός του υδρολυτικού ταγγίσματος εκτιμάται με τον υπολογισμό της οξύτητας, δηλαδή των ελεύθερων λιπαρών οξέων τα οποία υπάρχουν στο ελαιόλαδο. Η σημασία του υδρολυτικού ταγγίσματος γίνεται από την συσχέτιση της οξύτητας με την εμπορική ποιότητα του ελαιολάδου (Κυριτσάκης, 1988).

2.3.2 Οξείδωση

Το ελαιόλαδο όπως και όλες οι άλλες λιπαρές ύλες οι οποίες περιέχουν ακόρεστα λιπαρά οξέα, οξειδώνονται όταν έλθουν σε επαφή με το οξυγόνο.

Τα προϊόντα οξείδωσης έχουν δυσάρεστη γεύση και οσμή. Υποβαθμίζουν την ποιότητα των λιπαρών υλών και σε μεγάλες ποσότητες, σε προχωρημένο βαθμό οξείδωσης, θεωρούνται τοξικά. Η οξείδωση στο ελαιόλαδο επιφέρει τροποποίηση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (οσμή, γεύση). Επιφέρει επίσης αλλαγή και στις φυσικές ιδιότητες όπως είναι το ιξώδες.

Γενικά η οξείδωση προκαλεί μείωση ή απώλεια των απαραίτητων για τον άνθρωπο βασικών λιπαρών οξέων όπως είναι το λινολενικό και απώλεια των λιποδιαλυτών βιταμινών και ειδικότερα μείωση της θρεπτικής αξίας και των λιπαρών υλών.

Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι το ελαιόλαδο, αν και είναι πολύ ανθεκτικό στην οξείδωση (αυτοοξείδωση), εξαιτίας της μικρής περιεκτικότητας σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και τις παρουσίας σε αυτό, φυσικών αντιοξειδωτικών, δεν παύει όμως να παρουσιάζει ευαισθησία στην φωτοοξείδωση (Κυριτσάκης, 1988).

2.3.3 Μηχανισμός οξείδωσης

Ο μηχανισμός της οξείδωσης είναι αρκετά πολύπλοκος και προχωρεί αυτοκαταλυτικά και μάλιστα με αυξανόμενο ρυθμό, με την πάροδο του χρόνου.

Ο μηχανισμός της οξείδωσης περιλαμβάνει τρία στάδια, την εισαγωγή (initiation), τη διάδοση (propagation) και τερματισμό (termination).

Εισαγωγή: Στο στάδιο αυτό, το οποίο είναι γνωστό και σαν στάδιο έναρξης, η οξείδωση προχωρεί με αργό ρυθμό. Σαν στάδιο εισαγωγής ορίζεται η χρονική περίοδος πριν από την εμφάνιση της ανεπιθύμητης οσμής και γεύσης, όπου η κατανάλωση ατμοσφαιρικού οξυγόνου αέρα είναι σχετικά μικρή.

Διάδοση: Όταν συμπληρωθεί η περίοδος της εισαγωγής, η οξειδωση προχωρεί με μεγαλύτερο ρυθμό. Το στάδιο της διάδοσης συμπίπτει με την φάση όπου αρχίζει η δυσάρεστη οσμή και γεύση, το στάδιο αυτό είναι γνωστό και σαν στάδιο πολλαπλασιασμού.

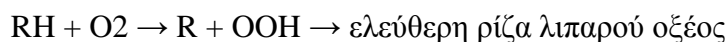
Τερματισμός: κατά το στάδιο αυτό η οξειδωση τερματίζεται, διότι τα προϊόντα τα οποία σχηματίζονται είναι αδρανή και έχουν χάσει πια το χαρακτήρα των ελεύθερων ριζών.

Η οξειδωση αρχίζει με την απόσπαση ενός υδρογόνου από ένα ακόρεστο μόριο λιπαρού οξέος (RH), οπότε σχηματίζεται μια ελεύθερη ρίζα λιπαρού οξέος (R)

Η σχηματιζόμενη ρίζα αντιδρά με ένα μόριο οξυγόνου και δημιουργείται μια ρίζα υπεροξειδίου (ROOH), η οποία αντιδρά στη συνέχεια με άλλο μόριο λιπαρού οξέος (RH) το οποίο δεν έχει οξειδωθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή, δίνοντας γένεση σε υπεροξειδία (ROOH) και σε νέες ελεύθερες ρίζες. Η πορεία της οξειδωσης γίνεται τώρα περισσότερο πολύπλοκη, γιατί τα υπεροξειδία που σχηματίστηκαν σαν ασταθείς ενώσεις διασπώνται εύκολα και δημιουργούνται περισσότερες ελεύθερες ρίζες, οι οποίες λαμβάνουν μέρος σε αλυσιδωτές αντιδράσεις. Όταν ρίζες αντιδράσουν μεταξύ τους, η διάδοση (που σχετίζεται με αυτές) τερματίζεται.

Σχηματικά τα στάδια του αυτοκαταλυτικού μηχανισμού της οξειδωσης αποδίδονται:

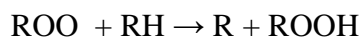
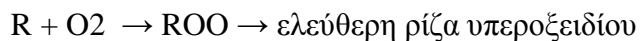
1. Εισαγωγή (Initiation)



↓

Λιπαρό οξύ,

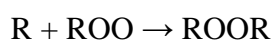
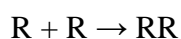
2. Διάδοση (Propagation)



↓

Υπεροξειδίο

3. Τερματισμός (Termination)



} Αδρανή
} προϊόντα

Οπού RH → λιπαρό οξύ

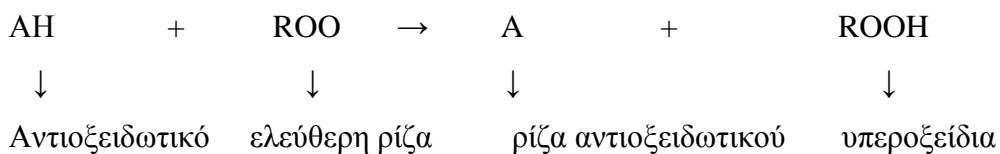
R, ROO → ελεύθερες ρίζες

ROOH → υπεροξειδία

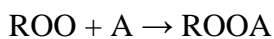
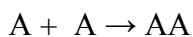
RR, ROOR → προϊόντα τελικής αντίδρασης

Όπως προαναφέρθηκε, για να αρχίσει η οξειδωση, είναι απαραίτητη η παρουσία ελεύθερων ριζών λιπαρών οξέων, οι οποίες σχηματίζονται από την απόσπαση ενός ατόμου υδρογόνου από το μόριο των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Η απαιτούμενη ενέργεια, για το σκοπό αυτό εξασφαλίζεται είτε από την υψηλή θερμοκρασία της αποθήκης, είτε από το φως, είτε από κάποια άλλη πηγή.

Ο αυτόματος τερματισμός της οξειδωσης είναι δύσκολος να επιτευχθεί, γιατί είναι απίθανο να αντιδράσουν μεταξύ τους όλες οι ελεύθερες ρίζες που σχηματίζονται για να δώσουν αδρανή προϊόντα, όπως συμβαίνει στο τρίτο στάδιο (τερματισμός). Είναι δυνατόν όμως επιταχύνουμε τον τερματισμό, πριν προχωρήσει η οξειδωση προσθέτοντας αντιοξειδωτικά, δηλαδή ενώσεις οι οποίες αντιδρούν γρήγορα με τις ελεύθερες ρίζες και τις εξουδετερώνουν. Τα αντιοξειδωτικά είναι συνθετικές ενώσεις, συνήθως φαινολικής δομής, και δρουν σαν δωρητές υδρογόνου δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες οι οποίες σχηματίζονται, αρχικά. Με τη δέσμευση των ελεύθερων ριζών παρεμποδίζεται ο σχηματισμός των αλυσιδωτών αντιδράσεων. Ο τρόπος δράσης των αντιοξειδωτικών, φαίνεται στην παρακάτω αντίδραση.



Η σχηματιζόμενη ρίζα αντιοξειδωτικού αντιδρά στη συνέχεια με δυο τρόπους



Θα πρέπει να τονιστεί ότι απαγορεύεται η χρησιμοποίηση αντιοξειδωτικών ουσιών στο παρθένο ελαιόλαδο. Μόνο σε ραφιναρισμένα ελαιόλαδα, σε ραφιναρισμένα πυρηνέλαια και σε μείγματα ραφιναρισμένων ελαιολάδων και πυρηνέλαιων μπορεί να προστεθεί α-τοκοφερόλη σε μέγιστη δόση 200mg/kg, για να αναπληρωθεί η φυσική τοκοφερόλη που περιέχει το λάδι και η οποία καταστρέφεται κατά το ραφινάρισμα (Κυριτσάκης, 1988).

2.3.4. Παράγοντες που υποβοηθούν την οξείδωση του ελαιολάδου και των άλλων λιπαρών ουσιών.

Οξυγόνο: Για να λάβει μέρος η οξείδωση, χρειάζεται οπωσδήποτε οξυγόνο. Το οξυγόνο έρχεται σε επαφή με το ελαιόλαδο, είτε στη διαχωριστική επιφάνεια αέρα λαδιού είτε στο εσωτερικό του λαδιού, όπου είναι διαλυμένο. Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο ελαιόλαδο, εξαρτάται από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο. Είναι αυτονόητο ότι όσο μεγαλύτερη είναι η επαφή του οξυγόνου με το ελαιόλαδο τόσο πιο εύκολα οξειδώνεται. Αποφυγή της επαφής του ελαιολάδου με τον ατμοσφαιρικό αέρα και συσκευασία σε κενό ή αδρανές αέριο (άζωτο ή αργό), το οποίο παίρνει τη θέση του οξυγόνου, βοηθούν αποτελεσματικά στην αποφυγή οξειδωτικού ταγγίσματος του ελαιολάδου.

Θερμοκρασία: Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα της οξείδωσης. Υψηλή θερμοκρασία στο χώρο της αποθήκης του ελαιολάδου, επιταχύνει την οξείδωση. Η αποθήκευση του ελαιολάδου σε θερμοκρασία 10-15 °C θεωρείται ιδεώδη, γιατί περιορίζει την οξείδωση και οδηγεί σε θόλωμα. Θα πρέπει να τονιστεί ότι όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, τόσο λιγότερο οξειδώνεται το ελαιόλαδο και αυτό θα πρέπει να επιδιώκεται.

Μέταλλα: τα μέταλλα κυρίως ο σίδηρος και ο χαλκός ενεργούν σαν καταλύτες στην οξειδωτική αλλοίωση του ελαιολάδου και των άλλων λιπαρών υλών. Από τα μέταλλα που συναντώνται στο ελαιόλαδο, ο σίδηρος βρίσκεται πάντα σε μεγάλη αναλογία. Άλλα μέταλλα που συναντώνται στο ελαιόλαδο, είναι ο χαλκός και το μαγνήσιο.

Απ' όλα τα μέταλλα ο χαλκός δημιουργεί το σοβαρότερο πρόβλημα. Αντίθετα ο σίδηρος δημιουργεί μικρότερο πρόβλημα, γιατί είναι λιγότερο δραστικός και παρουσιάζει μικρότερη διαλυτότητα.

Ελεύθερα λιπαρά οξέα: η οξειδωτική τάγιση του ελαιολάδου επιταχύνεται και από την παρουσία ελεύθερων λιπαρών οξέων ακόμη και σε συγκέντρωση 0,5%.

Άλλοι παράγοντες: εκτός από τους άλλους παράγοντες που προαναφέρθηκαν, το φως και οι χρωστικές (χλωροφύλλη, φαιοφυτίνη), οι οποίες αποτελούν συστατικά του ελαιολάδου, επιταχύνουν την οξείδωση της λιπαρής αυτής ύλης δια μέσου του μηχανισμού της φωτοοξείδωσης (Κυριτσάκης, 1988).

2.3.5. Φωτοξείδωση

Το ορατό φως και το υπεριώδες φως, επιταχύνουν την οξείδωση των λιπιδίων διαμέσου της φωτοξείδωσης.

Η φωτοξείδωση αποτελεί μια από τις σοβαρότερες αλλοιώσεις των φυτικών ελαίων και είναι συνδεδεμένη άμεσα, με την δράση ορισμένων δραστικών ουσιών που περιέχουν, όπως είναι η χλωροφύλλη και η φαιοφυτίνη. Οι ουσίες αυτές όταν έρθουν σε επαφή με το φως (ορατό, υπεριώδες), ενεργοποιούνται με απορρόφηση ενέργειας. Στην συνέχεια την ενέργεια αυτή την μεταδίδουν στο οξυγόνο, που υπάρχει διαλυμένο στο έλαιο, ή στον ελεύθερο χώρο των δοχείων συσκευασίας (οξυγόνο τριπλής κατάστασης). Το ενεργοποιημένο οξυγόνο (οξύγονο απλής κατάστασης), που σχηματίζεται εξαιτίας της προσροφούμενης ενέργειας, έχει την ικανότητα να αντιδρά άμεσα με το λιπίδιο, χωρίς προηγούμενη απόσπαση υδρογόνου, με αποτέλεσμα την απόσπαση υπεροξειδίων. Η ενεργοποιημένη χρωστική μετά την απόδοση ενέργειας επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση.

Είναι αξιοσημείωτο ότι, τόσο η χλωροφύλλη όσο και η φαιοφυτίνη, παρουσιάζουν στην φωτοξείδωση καταλυτική δράση και στις δυο τους μορφές (α και β). Αντίθετα στο σκοτάδι, δρουν ως αντιοξειδωτικά της αυτοοξείδωσης (Βαφοπούλου, Μαστρογιάννη, 2003).

2.4 Έρευνες και μελέτες για το ελαιόλαδο

Έχει καταδειχθεί επιστημονικά, και οι Έλληνες Ελαιοπαραγωγοί γνωρίζουν πολύ καλά, ότι ο πρώτος βασικός παράγοντας για την ποιότητα του ελαιολάδου, είναι η απόφαση για τη δημιουργία ελαιώνα, σε συνδυασμό με την επιλογή και εμπειριστατωμένη εξέταση της τοποθεσίας. Από την ειδική σύσταση του εδάφους και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, το οικοσύστημα, εξαρτάται η αποδοτικότητα της ελιάς σε καρπό και σε ποιότητα του λαδιού.

Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 120.000.000 ελαιόδενδρα (για έναν πληθυσμό 10.000.000 περίπου) που καλύπτουν έκταση 6 περίπου εκατομμυρίων στρεμμάτων. Περίπου 450.000 ελληνικές οικογένειες ασχολούνται με την καλλιέργεια και επεξεργασία του ελαιόδενδρου σε όλες τις περιοχές της χώρας.

Η Ελλάδα είναι ενδεχομένως η πλέον ευνοημένη χώρα – από τους θεούς σύμφωνα με τους αρχαίους προγόνους μας ή από τη φύση σύμφωνα με τους σημερινούς τεχνοκράτες – στην καλλιέργεια της ελιάς και την παραγωγή ελαιολάδου.

Οι κλιματολογικές συνθήκες και το οικοσύστημα της χώρας μας επιτρέπουν την παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας ελαιολάδου. Ο οικογενειακός χαρακτήρας των καλλιεργειών, που επιτρέπει το μάζεμα του καρπού κυρίως με το χέρι και όχι με μηχανικά μέσα, προστατεύοντας τα ευεργετικά συστατικά του και η άμεση έκθλιψή του συντελούν σημαντικά ώστε το μεγαλύτερο μέρος της ελληνικής παραγωγής να είναι εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, δηλαδή ελαιόλαδο ανώτερης ποιοτικής κατηγορίας (Φιλαίος, 1998).

Η κατανάλωση του ελαιολάδου, ως κύριο λίπος στην διατροφή μας αποτελεί ασπίδα κατά των καρδιολογικών παθήσεων. Το θετικό αυτό στοιχείο είναι αποτέλεσμα πολλών αλλαγών που η κατανάλωση του ελαιολάδου επιφέρει στον οργανισμό. Συγκεκριμένα είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο, ότι η κατανάλωση ελαιολάδου, αντί λιπών ζωικής προέλευσης ή μαργαρίνης, μειώνει τη συγκέντρωση της “κακής” χοληστερίνης στο αίμα (LDL χοληστερίνη), χωρίς όμως να μειώνει τα επίπεδα της “καλής” χοληστερίνης (HDL χοληστερίνη). Μείωση επίσης, επέρχεται και στη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων (λιπιδίων) στο αίμα. Όπως είναι γνωστό υψηλή συγκέντρωση “κακής” χοληστερίνης και τριγλυκεριδίων στο αίμα, μπορεί να επιταχύνει το φράξιμο των αρτηριών που μεταφέρουν το οξυγόνο και τα θρεπτικά συστατικά στον εγκέφαλο και το καρδιακό μυ, με πολύ οδυνηρές συνέπειες για την υγεία.

Μια άλλη πολύ θετική συνέπεια της κατανάλωσης του ελαιολάδου είναι η μείωση κατά μονάδες της πίεσης, συστολικής και διαστολικής. Η υπέρταση είναι ένας από τους πιο προδιαθεσιακούς παράγοντες για την εμφάνιση καρδιοπαθειών και εγκεφαλικών επεισοδίων. Εκτός από την προστασία ενάντια στις καρδιοαγγειακές ασθένειες, αποτελέσματα σχετικά πρόσφατων ερευνών δείχνουν ότι η κατανάλωση ελαιολάδου μπορεί να προλάβει την εμφάνιση ή να μειώσει τον ρυθμό ανάπτυξης του καρκίνου του στήθους και ίσως και άλλων μορφών καρκίνου. Η θετική αυτή ιδιότητα του ελαιόλαδου οφείλεται σε διάφορα συστατικά που περιέχει όπως η σκουαλίνη (squalene) (Συντώσης, 1998).

3. Σπορέλαια

Σπορέλαια, είναι τα λάδια που προέρχονται από ελαιούχους καρπούς ή σπέρματα με πίεση ή εκχύλιση με κατάλληλους διαλύτες και διατίθενται στην κατανάλωση, αφού υποστούν τις προβλεπόμενες από το νόμο επιτρεπτές επεξεργασίες.

Στη συσκευασία των διαφόρων σπορέλαιων πρέπει να αναφέρεται η προέλευση τους (βαμβακέλαιο, αραβοσιτέλαιο κλπ.) καθώς επίσης πρέπει να πληρούν τους ακόλουθους νόμους:

1. Να μην έχουν περιεκτικότητα, σε ελαϊκό οξύ μεγαλύτερη από 0,3%, υγρασία και πτητικές ουσίες στους 105°C πάνω από 0,5%.
2. Το ποσοστό του υπολείμματος σε πετρελαϊκό αιθέρα να μην είναι μεγαλύτερο από 0,05 % για άνυδρο σπορέλαιο.
3. Πρέπει να δίνουν αντίδραση σπορέλαιων (Bellier) θετική (εκτός από το αραβοσιτέλαιο).
4. Η περιεκτικότητα τους σε σάπωνες, να μην υπερβαίνει το 0,015%.

Διάφορα είδη σπορέλαιων ανάλογα με την προέλευση τους είναι: Το βαμβακέλαιο που προέρχεται από τα φύτρα της βαμβακιάς, το αραβοσιτέλαιο από τα φύτρα του αραβοσιτέλαιου, το σογιέλαιο από τα σπέρματα της σόγιας, το σησαμέλαιο από τους καρπού του σησάμου, το ηλιέλαιο από τους ηλιόσπορους, το καπνέλαιο από τους σπόρους του καπνού (Τζουβαρα-Καραγιάννη, 1991).

Όσον αφορά την σύσταση των σπορέλαιων, είναι λιπίδια που αποτελούνται από ανώτερα λιπαρά οξέα, ενωμένα με γλυκερίνη. Περιέχουν κα άλλες ουσίες σε μικρές ποσότητες, που προέρχονται από τις κατεργασίες που υποβάλλονται και από την αποθήκευση.

Τα λάδια περιλαμβάνουν τριγλυκερίδια, διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια, λιπαρά οξέα, στερόλες, φωσφολιπίδια, χρωστικές, λιποδιαλύτες, βιταμίνες, υδρογονάνθρακες, νερό, προϊόντα οξείδωσης και ίχνη μετάλλων.

Τα μίγματα των τριγλυκεριδίων αποτελούν την κύρια μάζα (97%) των λαδιών. Οι άλλες ενώσεις είναι σημαντικές γιατί σε αυτές οφείλονται ορισμένα χαρακτηριστικά των λαδιών όπως η γεύση, το χρώμα και η μυρωδιά. Τα καθαρά τρυγλυκερίδια είναι άχρωμα, άοσμα και άγευστα.

Φυσιολογική και διαιτητική σημασία έχουν οι βιταμίνες (A, D, E και K), τα καροτένια, οι στερόλες, και τα φωσφολιπίδια, (λεκιθίνες και κεφαλίνες). Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (συνήθως αλειφατικά με 6-24 άτομα άνθρακα), είναι ένας δείκτης του βαθμού υδρόλυσης των τρι-δι- και μονογλυκεριδίων. Με μια μεταβολική ρύθμιση της φύσης, μόνο οξέα με άρτιο αριθμό ατόμων ενώνονται με γλυκερίνη για να σχηματίσουν τα λάδια και τα λίπη.

Τα προϊόντα οξειδωσίας, (υπεροξειδία, αλδεΐδες, κετόνες κλπ.) δείχνουν τον βαθμό υποβάθμισης των λαδιών, ενώ ορισμένες στερόλες, φωσφιλιπίδια, χρωστικές και μέταλλα, επηρεάζουν την σταθερότητα τους στην οξείδωση.

Μικρές ποσότητες υδρογοναθράκων μαζί με καροτένια, υπάρχουν στο ασαπωνοποίητο μέρος των λαδιών π.χ το σκουαλένιο που βρίσκεται στο ελαιόλαδο και το γαδουσένιο στο λαδι του ρυζιού και της σόγιας. Οι χρωστικές που υπάρχουν στα λάδια, είναι κυρίως καροτένια, καροτενοειδή και ανθοκυανίνες. (Στο ελαιόλαδο υπάρχει και χλωροφύλλη) (Τζουβαρά-Καραγιάννη, 1991).

3.1 Αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία

Τα σπορέλαια συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια, λόγω του χαμηλότερου κόστους τους, σχεδόν κατά κανόνα, στα εστιατόρια και τις ταβέρνες για το τηγάνισμα διαφόρων τροφών, έχοντας καταλάβει πλήρως την θέση που παραδοσιακά, κατείχε το ελαιόλαδο. Επί πλέον, επαναχρησιμοποιούνται πολυάριθμες φορές, μέχρις εξάντλησης τους, σε βαθμό τέτοιο που να εγκυμονούνται σοβαροί κίνδυνοι στην υγεία, από την διάσπαση τους σε καρκινογόνες ουσίες (Μαρινάκης, 2008).

Τα περισσότερα σπορέλαια περιέχουν πολύ περισσότερα ω6 από ω3 λιπαρά οξέα, ενώ κανονικά τα ω6 και ω3 λιπαρά οξέα θα έπρεπε να βρίσκονται σε ισορροπία στη διαίτα μας. Η σημασία της ισορροπίας αυτής είναι πολύ μεγάλη, γιατί μία διαίτα που περιέχει πολύ περισσότερα ω6 απ'ό,τι ω3 λιπαρά οξέα, μπορεί να αλλάξει όλη τη φυσιολογία του ανθρώπου. Τα ω6 λιπαρά οξέα οδηγούν περισσότερο σε φλεγμονή, σε πήξη των αιμοπεταλίων, καθώς και σε θρόμβωση και στένωση των αγγείων. Αξίζει να

σημειωθεί ότι το ελαιόλαδο περιέχει πολύ λιγότερα ω6 λιπαρά οξέα σε σύγκριση με τα σπορέλαια, όπως το αραβοσιτέλαιο, το ηλιέλαιο, το σογιέλαιο κ.ά. (Σιμοπούλου, 2006)

Ορισμένες ιατρικές έρευνες, δείχνουν ότι τα σπορέλαια που περιέχουν υψηλά επίπεδα σε ωμέγα-6 λιπαρά οξέα, σε σχέση με τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα μιας σειράς ασθενειών ακόμα και της κατάθλιψης. Σύγχρονες δυτικές διατροφές, έχουν χαρακτηριστικές αναλογίες σε ωμέγα-6 έως ωμέγα-3 που υπερβαίνει το 10 προς 1, και μερικές είναι τόσο υψηλές όσο 30 προς 1. Η βέλτιστη αναλογία πιστεύεται ότι είναι μεταξύ 4 και 1 ή μικρότερο.

Η υψηλή πρόσληψη σε ωμέγα-6 λιπαρά οξέα ενδέχεται να αυξήσει την πιθανότητα, ότι οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες θα αναπτύξουν καρκίνο του μαστού. Παρόμοια αποτελέσματα, παρατηρήθηκαν για καρκίνο του προστάτη. Άλλες αναλύσεις πρότειναν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ του συνόλου των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού (American Society for Clinical Investigation, 2007).

3.2 Ηλιέλαιο

Το ηλιέλαιο προέρχεται από τους σπόρους του φυτού «*Helianthus annuus*». Το ηλιέλαιο χρησιμοποιείται στα τρόφιμα ως λάδι για τηγάνισμα, καθώς και σε καλλυντικά ως μαλακτικό.

Το ηλιέλαιο περιέχει κυρίως λινελαϊκό οξύ σε μορφή τριγλυκεριδίων. Περιέχει επίσης:

- Παλμιτικό οξύ: 4 - 9%,
- Στεατικό οξύ: 1 - 7%,
- Ελαϊκό οξύ: 14 - 10%,
- Λινελαϊκό οξύ: 48 - 74%.

Υπάρχουν διάφορα είδη ελαίων που παράγονται από τον ηλιάνθο, όπως το ηλιέλαιο υψηλού λινελαϊκού οξέος, το ηλιέλαιο υψηλού ελαϊκού και μεσαίου ελαϊκού οξέος. Το ηλιέλαιο χαμηλού λινελαϊκού οξέος, έχει τυπικά τουλάχιστον 69% λινελαϊκό οξύ. Ηλιέλαιο υψηλού ελαϊκού έχει τουλάχιστον 82% ελαϊκό οξύ. Η διακύμανση των ακόρεστων λιπαρών οξέων, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό τόσο από τη γενετική όσο

και από το κλίμα. Κατά την τελευταία δεκαετία έχει αναπτυχθεί ηλιέλαιο υψηλό σε στεατικό οξύ στην Ισπανία, για να αποφεύγεται η χρήση των υδρογονωμένων φυτικών ελαίων στη βιομηχανία τροφίμων.

Περιέχει επίσης λεκιθίνη, τοκοφερόλες, καροτενοειδή και κεριά. Το ηλιέλαιο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη E, ένας συνδυασμός από μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λίπη με χαμηλά κορεσμένα λιπαρά.

Το ηλιέλαιο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη E και χαμηλή σε κορεσμένα λίπη. Οι δύο πιο κοινοί τύποι ηλιελαίου, είναι το λινολεϊκό και το υψηλού ελαϊκού οξέος. Το λινελαϊκό ηλιέλαιο, είναι το κοινό μαγειρικό λάδι που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα, τα οποία ονομάζονται πολυακόρεστα λιπαρά. Είναι επίσης γνωστό για την καθαρή γεύση και τα χαμηλά επίπεδα σε τρανς λιπαρά. Το ηλιέλαιο με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, έχει χαρακτηριστεί ότι τα μονοακόρεστα λιπαρά ανέρχονται στο επίπεδο του 80% και άνω.

Το ηλιέλαιο οποιουδήποτε είδους, έχει αποδειχθεί ότι έχει καρδιαγγειακά οφέλη. Επίσης, δίαιτες σε συνδυασμό με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά και υψηλή περιεκτικότητας σε ελαϊκό οξύ, έχει προταθεί για τη μείωση της χοληστερόλης που, με τη σειρά του, οδηγεί σε ένα μικρότερο κίνδυνο της καρδιακής νόσου. Σύμφωνα με μελέτες, μια ισορροπημένη διατροφή, κατά την οποία μικρές ποσότητες κορεσμένων λιπών αντικαθίστανται με ηλιέλαιο, έχει ανιχνευτεί ότι μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης. Έρευνες έχουν αποδείξει, ότι χαμηλότερα επίπεδα χοληστερόλης επιτυγχάνονται μέσα από την ισορροπία του οργανισμού σε πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Το ηλιέλαιο μπορεί να βοηθήσει σε αυτή την ισορροπία (National sunflower association, 2010).

3.2.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες στο ηλιέλαιο

Κύρια αντιοξειδωτική ουσία του ηλιελαίου, είναι η βιταμίνη E, η οποία θεωρείται γενικός όρος, στον οποίο περιλαμβάνονται οι τοκοφερόλες (α, β, γ, δ) και τα αντίστοιχα τέσσερα tocotrienols. Η βιταμίνη E, έχει λιποδιαλυτή και αντιοξειδωτική δράση και σταματάει την παραγωγή δραστικών ειδών οξυγόνου, που σχηματίζονται κατά την οξειδωση λίπους. Έχει αποδειχθεί, ότι η α τοκοφερόλη είναι το πιο σημαντικό

λιποδιαλυτό αντιοξειδωτικό. Προστατεύει τις κυτταρικές μεμβράνες από την οξείδωση αντιδρώντας με ρίζες λιπιδίων που παράγονται στην υπεροξειδωση αλυσιδωτής αντίδρασης. Έτσι οι ελεύθερες ρίζες, θα εξαλείφουν εμποδίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο την συνέχιση της οξείδωσης

Αντιοξειδωτική δράση έχουν και τα καροτενοειδή, τα οποία είναι οργανικές ενώσεις και χωρίζονται σε δυο κατηγορίες τις ξανθοφύλλες (που περιέχουν οξυγόνο) και τα καροτενοειδή (που είναι καθαρά υδρογόνα) (Wikipedia, 2010).

3.2.2 Ικανότητα οξείδωσης

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που περιέχονται στο ηλιέλαιο, είναι ευάλωτα στην οξείδωση συγκρινόμενα με τα ω9 λιπαρά που περιέχονται στο ελαιόλαδο

Το ηλιέλαιο είναι ευάλωτο στην οξείδωση, γιατί παρόλο που περιέχει βιταμίνη E που είναι κύρια αντιοξειδωτική ουσία, καταναλώνεται στην προστασία των πολυακόρεστων, ενώ το ελαιόλαδο που είναι πλούσιο σε μονοακόρεστα, η βιταμίνη E έχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα (Wikipedia, 2010).

3.3 Αραβοσιτέλαιο

Αραβοσιτέλαιο είναι το έλαιο που εξάγεται από το φυτό του καλαμποκιού (αραβόσιτος). Η κύρια χρήση του είναι στη μαγειρική, όπου τα υψηλό σημείο καπνού το καθιστά πολύτιμο λάδι για τηγανισμό. Είναι επίσης βασικό συστατικό σε κάποιες μαργαρίνες. Το αραβοσιτέλαιο είναι λιγότερο δαπανηρό από ό, τι τα περισσότερα άλλα είδη φυτικών ελαίων.

Το αραβοσιτέλαιο χρησιμοποιείται επίσης, ως πρώτη ύλη για την παραγωγή καυσίμων (βιοντίζελ). Άλλες βιομηχανικές χρήσεις για το αραβοσιτέλαιο, είναι η παραγωγή σαπουνιού, αλοιφής, χρωμάτων, προστατευτικά σκουριάς για μεταλλικές επιφάνειες, μελάνια, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, νιτρογλυκερίνη, και εντομοκτόνα. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ως φορέας για τα μόρια φαρμάκων, στα φαρμακευτικά σκευάσματα.

Το πρώτο εμπορικό αραβοσιτέλαιο, που χρησιμοποιήθηκε για μαγειρικούς σκοπούς, εξήχθη το 1898 και 1899, από τις μηχανές που εφεύρε ο Θεόδωρος Hundut και Benjamin Hundut και ονομαζόταν "mazoil»

Το έλαιο καλαμποκιού περιέχει, 99% τριγλυκερίδια, με ποσοστά περίπου 60% σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, 30% μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, και 15% κορεσμένα λιπαρά οξέα.

- Από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, το 80% είναι παλμιτικό οξύ (αριθμός λιπιδίων του C16: 0), το 14% στεατικό οξύ (C18: 0), και 3% αραχιδικού οξέος (C20: 0).
- Πάνω από το 99% των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων είναι ελαϊκό οξύ (C18:0)
- Το 98% των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων αποτελεί το λινολεϊκό οξύ (ω -6) (C18: 2) με το υπόλοιπο 2% να καταλαμβάνει το άλφα-λινολενικό οξύ (ω -3) (C18: 3) (Wikipedia, 2010).

Το αραβοσιτέλαιο περιέχει αποτελεσματικά συστατικά, που βοηθούν στη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα. Το λάδι καλαμποκιού, προσφέρει υψηλά επίπεδα πολυακόρεστων, αντί των κορεσμένων λιπών. Πολυακόρεστα λίπη μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα. Μονοακόρεστα λιπαρά, ούτε χαμηλώνουν ούτε αυξάνουν τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα. Τα κορεσμένα λίπη, είναι σχεδόν δύο φορές πιο ισχυρά στην αύξηση των επιπέδων της χοληστερόλης, σε σχέση με τα πολυακόρεστα λίπη, τα οποία συμβάλουν στη μείωση τους.

Στην πραγματικότητα, η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων έχει αναγνωρίσει ότι τα ακόρεστα λιπαρά που περιέχονται στο αραβοσιτέλαιο, συμβάλουν στη μείωση του κινδύνου καρδιακών παθήσεων.

Η έρευνα έχει δείξει ότι οι φυτοστερόλες, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα, αναστέλλοντας την απορρόφηση της από τα έντερα. Σύμφωνα με το αμερικανικό υπουργείο Γεωργίας, το έλαιο καλαμποκιού περιέχει 968 χιλιοστόγραμμα φυτοστερολών ανά 100 γραμμάρια λαδιού. Έχει ένα από τα υψηλότερα επίπεδα φυτοστερόλης στα εξευγενισμένα φυτικά έλαια. Το Αραβοσιτέλαιο, είναι το μόνο προϊόν που περιέχει ένα φυσικό μίγμα ελεύθερων φυτοστερολών, φυτοστερολεστέρων και φυτοστανολεστέρων.

Πολυάριθμες μελέτες σε ανθρώπους, δείχνουν ότι οι δίαιτες εμπλουτισμένες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μπορεί να μειώσουν σημαντικά, την αυξημένη αρτηριακή πίεση σε άτομα με υψηλή αρτηριακή πίεση. Το αραβοσιτέλαιο χρησιμοποιήθηκε σε πολλές από αυτές τις μελέτες. Η κατανάλωση Αραβοσιτέλαιου σε δίαιτες, έχει δείξει μείωση της αρτηριακής πίεσης, της τάξης του 12% στους άνδρες και 5% στις γυναίκες που είχαν αυξημένη αρτηριακή πίεση (υπέρταση ήπια)

Επίσης το αραβοσιτέλαιο, είναι μια πλούσια πηγή σε λινελαϊκό οξύ, το οποίο είναι ένα από τα δύο απαραίτητα λιπαρά που απαιτούνται για την ανάπτυξη και την καλή ποιότητα του δέρματος και των μαλλιών (Corn Refiners Association, 2009).

3.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες αραβοσιτέλαιου

Το αραβοσιτέλαιο έχει επίσης αναγνωριστεί, ως μια εξαιρετική πηγή σε τοκοφερόλες. Οι τοκοφερόλες λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά και παρέχουν μια καλή πηγή βιταμίνης E. Η αντιοξειδωτική δράση των τοκοφερολών, είναι σημαντική για την καλή υγεία του ανθρώπινου οργανισμού, αλλά και για την καλή ποιότητα του προϊόντος, επειδή επιβραδύνει την εξάπλωση της τάγγισης.

Οι τέσσερις μεγάλες τοκοφερόλες που βρέθηκαν στο καλαμποκέλαιο, είναι η α -τοκοφερόλη, η β -τοκοφερόλη, γ -τοκοφερόλη και δ -τοκοφερόλη. Σε εμπορικά διαθέσιμα έλαια καλαμποκιού, η γ -τοκοφερόλη είναι πιο άφθονη, ακολουθεί η α -τοκοφερόλη και η δ -τοκοφερόλη. Η τοκοφερόλη που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση, είναι η δ -τοκοφερόλη, ενώ η α -τοκοφερόλη έχει την υψηλότερη δραστηριότητα της βιταμίνης E (Corn Refiners Association, 2009).

3.3.2. Ικανότητα οξείδωσης

Το αραβοσιτέλαιο, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά, τα οποία τείνουν να υποστούν οξείδωση, πιο εύκολα από ό,τι κάποια άλλα έλαια (π.χ. ελαιόλαδο). Οξειδωμένα λίπη, δημιουργούν ελεύθερες ρίζες οι οποίες προκαλούν βλάβη των κυττάρων, μια διαδικασία που έχει εμπλακεί σε διάφορες εκφυλιστικές ασθένειες, ιδίως ορισμένων μορφών καρκίνου (Acuff, 2010).

4. ΜΑΡΓΑΡΙΝΗ

Η μαργαρίνη παράγεται παγκόσμιος σε ποσότητες που ξεπερνούν τα 7 εκατομμύρια το χρόνο. Η μαργαρίνη, είναι ένα γαλάκτωμα νερού σε λάδι. Για την σταθεροποίηση της, χρειάζεται να αυξήσουμε το ιξώδες της συνεχούς λιπαρής φάσης. Η αύξηση του ιξώδους, οφείλεται στην μερική κρυστάλλωση και τους γαλακτοποιητές. Οι κρύσταλλοι σχηματίζουν στο λίπος ένα τρισδιάστατο δίκτυο και οι οποίοι βρίσκονται στη μορφή β . Η μετατροπή από τη μορφή β στη μορφή β' , είναι ανεπιθύμητη γιατί η μορφή β προσδίδει μια ελαττωματική αμμώδη υφή. Τα υδρογονωμένα λίπη, τα οποία πολύ συχνά χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη, κρυσταλλώνονται στη μορφή β όταν διαφέρει το μήκος των ακυλό-υπολειμματικών ομάδων τους.

Το μερικώς υδρογονωμένο κραμβόλιπος που κρυσταλλώνεται στη μορφή β είναι πλούσιο σε ερουκικό οξύ και είχε χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν. Η καλλιέργεια κράμβης με χαμηλό περιεχόμενο σε ερουκικό οξύ, μετά από μερική υδρογόνωση οδήγησε σε ένα προϊόν που αποτελούνταν κατά 90% από 18:0 και 18:1. Αυτή η ομογένεια, οδήγησε σε κρυστάλλωση της μορφής β . Μέσα από καινούργιες καλλιεργητικές μεθόδους, το 16:0 αυξήθηκε από 5 σε 12% εις βάρος του 18:1. Έτσι η μορφή β σταθεροποιήθηκε.

Οι ιδιότητες της μαργαρίνης, όπως η διατροφική αξία, πλαστικότητα, ικανότητα επάλειψης, διατηρησιμότητα και ιδιότητες τήξης, είναι παρόμοιες με αυτές του βουτύρου και στην ουσία επηρεάζονται από τις ποικιλίες και ιδιότητες των κύριων λιπαρών συστατικών. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία μαργαρινών στο εμπόριο και αυτό οφείλεται στο ότι υπάρχει μεγάλη δυνατότητα επιλογής συστατικών.

Σύμφωνα με το νόμο το λίπος της μαργαρίνης πρέπει να είναι 80% κατά βάρος (η μαργαρίνη διαίτης έχει 39-41% λίπος), καθώς επίσης και να περιέχει γύρω στο 18% γαλακτοποιημένο νερό. Το γαλάκτωμα N/Λ σταθεροποιείται με ένα μίγμα μόνο- και δι-ακυλογλυκερολών (περίπου 0,5%) και ακατέργαστη λεκιθίνη (περίπου 0,25%).

Η καζεΐνη βοηθάει στη δράση των γαλακτοποιητών και μαζί με την λακτόζη, η μαργαρίνη αποκτάει το επιθυμητό καφέτιασμα κατά την θέρμανση. Με την προσθήκη κιτρικού και γαλακτικού οξέος (pH 4,2-4,5), η μαργαρίνη αποκτά την υδατική φάση της, η οποία επηρεάζει την γεύση αλλά και προστατεύει από τη μικροβιακή αλλοίωση. Επιπλέον, συμπλέκονται και ιόντα βαρέων μετάλλων. Οι αρωματικές ουσίες μπορούν

να παραχθούν με μικροβιολογική όξυνση. Διάφορες συνθετικές ουσίες, όπως διακετύλιο, βουτυρικό οξύ, λακτόνες, υδροξύ-λιπαρών οξέων, επτενάλη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να αρωματίσουν. Η γεύση μπορεί να βελτιωθεί με την χρησιμοποίηση του κοινού αλατιού (0,1-0,2%). Η μαργαρίνη χρωματίζεται με β-καροτίνη ή με ήπια εξευγενισμένο μη αποχρωματισμένο φοινικέλαιο. Σημαντική είναι επίσης και η διατήρηση της παρουσίας 1mg α-τοκοφερόλης ανά g λινελαϊκού οξέος. Στα υψηλής ποιότητας προϊόντα, προστίθεται περίπου 25IU/g βιταμίνης A και 1IU/g βιταμίνης D2. Η αυθεντικότητα της μαργαρίνης, πιστοποιείται σε μερικές χώρες με την προσθήκη κάποιου δείκτη όπως π.χ το ήπια εξευγενισμένο σησαμέλαιο.

Η μαργαρίνη παρασκευάζεται με μια συνεχή διαδικασία που αποτελείται από τρία στάδια:

1.Γαλακτοποίηση του νερού μέσα στην συνεχή λιπαρή φάση

2.Ψύξη και ανάμειξη του γαλακτώματος

3.Κρυστάλλωση, διατήρηση του τύπου του γαλακτώματος N/Λ, με αποτελεσματική απομάκρυνση της θερμότητας κρυστάλλωσης, που απελευθερώνεται.

Οι τριακυλογλυκερόλες θα πρέπει να κρυσταλλώνονται επιλεκτικά στις β μορφές τους. Οι μορφές β , με τα υψηλότερα σημεία τήξης τους, δεν είναι επιθυμητές εξαιτίας της αμμόδους υφής τους. Η μετατροπή από β σε α παρεμποδίζεται με την προσθήκη 1% κορεσμένων δι-ακυλογλυκερόλων (Belitz, Grosch, Schieberle, 2006).

4.1 Ευεργετικές ιδιότητες μαργαρίνης

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτικών μαργαρινών, οφείλεται στην προσθήκη αντιοξειδωτικών ουσιών όπως τη βουτυλική υδροξυανισόλη (BHA) μέχρι (0,1%), αλλά και στη φυτική χρωστική β-καροτένιο (Τζουβαρα-Καραγιάννη, 1991).

Οι φυτικές μαλακές μαργαρίνες, είναι χαμηλές σε κορεσμένα και ελεύθερες από trans λιπαρά, ενώ παράλληλα είναι πλούσιες σε ακόρεστα λιπαρά. Αποτελούν επίσης μια πολύ καλή φυσική πηγή των πολυακόρεστων $\omega 3$ και $\omega 6$ λιπαρών οξέων και επιπλέον περιέχουν της λιποδιαλυτές βιταμίνες A και D.

Οι φυτικές μαργαρίνες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην διατροφή. Μέσα στα πλαίσια, λοιπόν, της μεσογειακής διατροφής, η οποία συστήνει το ελαιόλαδο ως το κύριο προστιθέμενο λιπίδιο, οι φυτικές μαλακές μαργαρίνες μπορούν να ενταχθούν σε

ένα ισορροπημένο διαιτολόγιο, ως μια εξίσου υγιεινή λύση – χωρίς να υστερεί σε γεύση (Ελληνικό ίδρυμα γαστρεντερολογίας και διατροφής, 2010).

5. Η ΠΑΤΑΤΑ

Η πατάτα, αποτελεί γενικά ένα από τα πιο αγαπημένα λαχανικά των ανθρώπων όλων των ηλικιών και βρίσκεται πολύ συχνά στο τραπέζι των καταναλωτών, μαγειρεμένη με διάφορους τρόπους. Στην Ευρώπη ήρθε στις αρχές του 16 αιώνα από τους Ισπανούς, αλλά και ως τρόφιμο πρωτοκαλλιεργήθηκε στις ορεινές περιοχές της τροπικής Αμερικής. Η πατάτα είναι από τα λαχανικά που υπάρχουν σε αφθονία ολόκληρο τον χρόνο, με αποτέλεσμα να αποτελεί σταθερή αξία στην σύγχρονη διατροφή, ενώ χάρις στην υψηλή περιεκτικότητα της βιταμίνης C, θεωρείται πολύ θεραπευτικό λαχανικό.(Ζωγράφου, 1989).

5.1 Η διατροφική αξία της πατάτας

Πατάτα, ο στρύχνος ο κονδυλόρριζος, γνωστή και ως γεώμηλο, είναι φυτό που ανήκει στην οικογένεια Solanaceae. Περιέχει άμυλο, είναι πλούσια σε υδατάνθρακες και έχει μεγάλη διατροφική αξία.

Η πατάτα περιέχει σημαντικές ποσότητες υδατανθράκων. Οι υδατάνθρακες της πατάτας, διασπώνται πάρα πολύ αργά σε απλές αζωτούχες ουσίες, που εισέρχονται στο αίμα. Μια πατάτα μετρίου μεγέθους, περιέχει περίπου το 50% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης Βιταμίνης C. Μια ψητή πατάτα μαζί με τη φλοίδα της, περιέχει περίπου 1137 mg καλίου, το 1/3 δηλαδή της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης που χρειάζεται ο οργανισμός, για να λειτουργήσει φυσιολογικά. Περιέχει σχεδόν διπλάσια ποσότητα απ' ότι μια μεσαίου μεγέθους μπανάνα. Η θερμιδική της αξία, βραστή ή ψητή, είναι 90kcal περίπου τα 100γρ. Στην περίπτωση όμως που τηγανιστεί, ρουφάει αρκετό λάδι, με αποτέλεσμα η θερμιδική της αξία να διπλασιάζεται ή να τριπλασιάζεται (Κουτσόκωστα, 2010).

6. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ (ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ)

Είναι γνωστό ότι τα λίπη όπως και όλες οι λιπαρές ουσίες, οξειδώνονται με την επίδραση της θερμοκρασίας, ιδιαίτερα όταν αυτή είναι υψηλή.

Το ελαιόλαδο, χάρη στη φυσική αφθονία του σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (ελαϊκό) και τη φυσική του έλλειψη σε πολυακόρεστα, αλλά και στον πλούτο του σε αντιοξειδωτικές ουσίες, βρίσκεται σαφώς σε μία ιδιαίτερη πλεονεκτική θέση, αφού αποδεδειγμένα πια, απαιτούνται πολύ υψηλές και παρατεταμένες θερμοκρασίες, προκειμένου να υποστεί αλλοιώσεις.

Ο Varela, ήταν εκείνος που το 1980 μελέτησε την κινητική διείδυση του ελαιόλαδου στις τροφές κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος και αξιολόγησε το ελαιόλαδο, συγκριτικά πάντα με άλλες λιπαρές ουσίες, όπως τα σπορέλαια.

Τα προϊόντα που επιλέχθηκαν να τηγανιστούν σε ελαιόλαδο και σε σπορέλαια ήταν οι πατάτες, το ψάρι και οι μπανάνες. Πιο συγκεκριμένα, τα λίπη που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το παρθένο ελαιόλαδο, το ραφιναρισμένο, το αραχιδέλαιο, το βαμβακέλαιο, η μαργαρίνη, το βούτυρο και το λαρδί.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της έρευνας, διαπιστώθηκε ότι τα τρόφιμα που ήταν τηγανισμένα στο ελαιόλαδο, σχημάτιζαν μια λεπτή κρούστα, πτωχότερη όμως σε λιπαρή ουσία. Το ελαιόλαδο αποδείχτηκε, ότι υπερέχει των άλλων λιπαρών ουσιών, γιατί έδινε λεπτότερη αλλά πιο τραγανή κρούστα για περισσότερο χρονικό διάστημα. Η συγκεκριμένη μελέτη, απέδειξε επίσης, ότι το ελαιόλαδο δεν διεισδύει πλήρως. Επιπλέον το πολύτιμο ελαϊκό οξύ, παρέμενε αμετάβλητο, ακόμα και μετά την διαδικασία του τηγανίσματος.

Αντίθετα λοιπόν με ότι πιστεύεται σήμερα, το ελαιόλαδο εφόσον χρησιμοποιηθεί σωστά, είναι η καλύτερη λιπαρή ουσία. Σε περιπτώσεις που, τα προϊόντα αλευρώνονται πριν τηγανιστούν, το αποτέλεσμα είναι ασφαλέστερο. Όταν για παράδειγμα η σάρκα του ψαριού, ή των μαλακόδερμων, του κρέατος ακόμη και των λαχανικών, αφού περαστεί στο αλεύρι, και έλθουν απότομα σε επαφή με το καυτό λάδι, δημιουργούν μια προστατευτική κρούστα, άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο τραγανή. Έτσι τα ψάρια, τα κρέατα και τα λαχανικά διατηρούν στο εσωτερικό, τους χυμούς τους, την υγρασία και φυσικά όλη την γεύση και τις βιταμίνες τους.

Το ελαιόλαδο, εφόσον είναι ζεστό δεν διαποτίζει πότε την σάρκα του προϊόντος που τηγανίζεται, γιατί περιέχει μια περιορισμένη ποσότητα υγρασίας που απελευθερώνεται σταδιακά, διατηρώντας την θερμοκρασία του λαδιού στους 100C. Μόνο αν εξατμιστούν όλα τα υγρά, το προϊόν που τηγανίζεται διαποτίζεται με ελαιόλαδο.

Το τηγανισμένο ελαιόλαδο παραμένει εύπεπτο, ακόμη και μετά από 10 συνεχόμενες χρήσεις, παρότι πολλοί ειδικοί υποστηρίζουν ότι καλό είναι το λάδι να μην χρησιμοποιείται περισσότερο από 5-6 φορές, κατά το τηγάνισμα. Σε πολλά πάντως πειράματα, το ελαιόλαδο εξακολούθησε να διατηρεί την καλή απορρόφηση από το στομάχι και το έντερο, ακόμη και όταν χρησιμοποιήθηκε σε επαναλαμβανόμενα τηγανίσματα.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε εθελοντές, κατά την οποία καταναλώθηκαν 40ml παρθένου ελαιόλαδου ωμού ή προθερμασμένου δια μέσου του δωδεκαδακτύλου, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ ωμού και προθερμασμένου ελαιόλαδου ως προς τις χολόεκκριτικές και χολαγωγές ιδιότητες του.

Τα καλαμποκέλαια υπερθερμαίνονται στους 160C και τα ηλιέλαια στους 170C σχηματίζοντας τοξικά παράγωγα, δηλαδή υποπροϊόντα, που ονομάζονται <ολικά πολικά συστατικά> (TPM), τα οποία όμως, μπορούν να εμφανιστούν και σε μη θερμασμένα λάδια, εξαιτίας κακών συνθηκών διατήρησης τους.

Το ελαιόλαδο υπερθερμαίνεται στους 200-210C. Έτσι, κατά την διάρκεια του τηγανίσματος, περιορίζεται αισθητά ο σχηματισμός υπεροξειδίων και ελεύθερων ριζών, στοιχεία τα οποία έχουν αρνητική επίδραση στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος.

Το ασφαλές συμπέρασμα που προκύπτει από όλες τις έρευνες, είναι ότι το ελαιόλαδο αποτελεί την καταλληλότερη λιπαρή ουσία, ακόμη και για το τηγάνισμα, εφόσον παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αντοχή στην οξειδωτική αλλοίωση (The word of European olive oil, 2007).

7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Το πείραμα που ακολούθησε, έλαβε χώρα στο εργαστήριο των Γεωργικών Βιομηχανιών και Μετασυλλεκτικής Φυσιολογίας Οπωροκηπευτικών, της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας, του ΤΕΙ Κρήτης. Χρησιμοποιήθηκαν 4 είδη λιπών και ελαίων, στα οποία, αφού υπέστηκαν θερμική καταπόνηση (τηγάνισμα), υπολογίστηκε ο αριθμός υπεροξειδίων, με τη μέθοδο της ογκομέτρησης. Τα λίπη και έλαια, στα οποία εξετάστηκε η οξειδωτική αντοχή, προμηθεύτηκαν από το εμπόριο, ήταν της ίδιας παρτίδας, όσο αναφορά τις επαναλήψεις των τηγανισμάτων για το ίδιο είδος και μεταχειρίστηκαν με τον ίδιο τρόπο και στις ίδιες συνθήκες. Για την πραγματοποίηση και ολοκλήρωση του τηγανίσματος, χρησιμοποιήθηκαν πατάτες του εμπορίου, ίδιας ποσότητας για κάθε επέμβαση.

- Ελαιόλαδο (εξαιρετικό παρθένο)
- Ηλιέλαιο
- Αραβοσιτέλαιο
- Μαργαρίνη

7.1 Διαδικασία Τηγανίσματος

Έλαιο, ίδιας ποσότητας για κάθε είδος, τοποθετήθηκε σε κατσαρόλα οικιακού τηγανίσματος και θερμάνθηκε αρκετά καλά. Από το κάθε τηγάνισμα, κρατήθηκε δείγμα από το οποίο λήφθησαν 2 μετρήσεις, για περισσότερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Έλαβαν χώρα 4 διαδοχικά τηγανίσματα με το ίδιο έλαιο. Οι πατάτες ήταν φρέσκες εμπορικά διαθέσιμες και για κάθε τηγάνισμα χρησιμοποιήθηκαν 250gr περίπου πατάτας. Η διάρκεια του τηγανίσματος ήταν 15 λεπτά (τόσος χρόνος υπολογίστηκε ότι χρειάζονταν οι πατάτες ώστε να θεωρηθούν ψημένες και έτοιμες για κατανάλωση) και μετά την ολοκλήρωση του, οι πατάτες αφαιρέθηκαν με τρυπητή κουτάλα, φροντίζοντας για την απομάκρυνση μεγαλύτερης ποσότητας επιφανειακά συγκρατημένου ελαίου. Το έλαιο της κατσαρόλας, αφηνόταν να κρυώσει, ώστε να ακολουθήσει το επόμενο τηγάνισμα.

Η διαδικασία τηγανίσματος, επαναλήφθηκε κατά τον ίδιο τρόπο με όλα τα λίπη και έλαια που χρησιμοποιήθηκαν.

7.2. Συντήρηση Δειγμάτων – Λήψη δειγμάτων

Από το κάθε είδος λιπαρής ουσίας, κρατήθηκε δείγμα μάρτυρα και για κάθε τηγάνισμα, έγιναν 2 επαναλήψεις στη μέτρηση του δείγματος για περισσότερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων, από τις οποίες υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Όλα τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε γυάλινα μπουκαλάκια που πωματίζονται με φερό και φυλάχτηκαν σε βαθιά κατάψυξη, μέχρι να αναλυθούν. Πριν χρησιμοποιηθούν για τις αναλύσεις, αποψύχονταν και ομογενοποιούνταν με ανακίνηση.

7.3 Μέτρηση υπεροξειδίων από τα δείγματα ελαίων

Όργανα

- Ζυγός ακριβείας
- Κωνικές φιάλες με εσφυρισμένο πώμα
- Προχοίδες
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Ποτήρι ζέσεως
- Σκοτεινό θάλαμο

Αντιδραστήρια

- Οξικό οξύ glacial+χλωροφόρμιο 3:2
- Κορεσμένο διάλυμα KI
- Διάλυμα θειοθειικού νατρίου 0,05N
- Δείκτης αμύλου 1% σε αποσταγμένο νερό

Διαδικασία

Ζυγίζονται μέσα σε κωνική φιάλη 2gr (με απόκλιση 0.05gr) της προ εξέτασης λιπαρής ύλης. Προσθέτονται 25ml διαλύματος οξικού οξέος + χλωροφόρμιο και 1ml κορεσμένου διαλύματος KI. Αναταράσσεται η φιάλη και τοποθετείται σε σκοτεινό θάλαμο για 1 λεπτό.

Αμέσως μετά προσθέτονται 75ml απεσταγμένο νερό και 2 ml δείκτη αμύλου και ακολουθεί ογκομέτρηση με θειοθειικό νάτριο, το οποίο προστίθεται με σταθερό ρυθμό και ταυτόχρονη ισχυρή ανάμειξη.

Κατά το τέλος της ογκομέτρησης, το θειοθειικό νάτριο προστίθεται προσεκτικά σταγονά σταγονά και η ογκομέτρηση σταματά μόλις εξαφανιστεί το μπλέ χρώμα.

Ο αριθμός των υπεροξειδίων εκφράζεται σε **meqO₂/kgr** ελαίου και υπολογίζεται με βάση τη σχέση:

$$\text{Meq οξυγόνου/ kgr} = \alpha \times N \times 100/\beta$$

Όπου α είναι τα καταναλωθέντα ml του Θειοθειικού Νατρίου, N η κανονικότητα του διαλύματος Θειοθειικού Νατρίου και β το βάρος του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε.

Στους πίνακες που παρατίθενται, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ογκομέτρησης, καθώς και ο αριθμός υπεροξειδίων για κάθε δείγμα λιπαρής ύλης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Αποτελέσματα ογκομέτρησης – αριθμός υπεροξειδίων εξαιρετικά παρθένου ελαιολάδου

ΜΑΡΤΥΡΑΣ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου	θειοθειικού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.01	0.2		4.97	4.96
2.02	0.2		4.95	

1 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου	θειοθειικού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.01	0.3		7.46	7.46
2.01	0.3		7.46	

2 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου	θειοθειικού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.02	0.5		12.37	12.4
2.01	0.5		12.43	

3 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.0	0.7	17.5	17.45
2.01	0.7	17.41	

4 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.0	0.9	20	19.95
2.01	0.9	19.9	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Αποτελέσματα ογκομέτρησης – αριθμός υπεροξειδίων αραβοσιτέλαιου

ΜΑΡΤΥΡΑΣ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.01	1.2	29.85	29.77
2.02	1.2	29.70	

1 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.0	1.8	45	45
2.0	1.8	45	

2 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.0	2.1	52.5	52.5
2.0	2.1		

3 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.04	2.8	68.62	68.62
2.04	2.8	68.62	

4 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.05	3.1	75.6	75.6
2.05	3.1	75.6	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Αποτελέσματα ογκομέτρησης – αριθμός υπεροξειδίων ηλιέλαιου ΜΑΡΤΥΡΑΣ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.0	0.9	22.5	22.5
2.0	0.9	22.5	

1 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.05	2.1	51.22	51.34
2.04	2.1	51.47	

2 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	M.O. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.02	3.5	86.63	86.63
2.02	3.5	86.63	

3 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.05	4.2	102.43	102.93
2.03	4.2	103.44	

4 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.05	4.7	114.63	114.63
2.05	4.7	114.63	

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Αποτελέσματα ογκομέτρησης – αριθμός υπεροξειδίων μαργαρίνης

ΜΑΡΤΥΡΑΣ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.01	1.3	32.33	32.33
2.01	1.3	32.33	

1 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.0	1.8	45	45
2.0	1.8	45	

2 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml Νατρίου θειοθειϊκού	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.01	2.5	62.19	62.19
2.01	2.5	62.19	

3 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml θειοθειϊκού Νατρίου	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.04	2.8	68.62	68.62
2.04	2.8	68.62	

4 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Βάρος δείγματος σε gr	ml θειοθειϊκού Νατρίου	Αρ. Υπεροξειδίων για κάθε επανάληψη σε meqO ₂ /Kgr	Μ.Ο. Αρ. Υπεροξειδίων δείγματος σε meqO ₂ /Kgr
2.05	6.7	163.41	163.41
2.05	6.7	163.41	

8 Αποτελέσματα-Συζήτηση

8.1 Ο αριθμός υπεροξειδίων στα διάφορα δείγματα ελαίων στα διαδοχικά τηγανίσματα.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των αριθμών υπεροξειδίων, για κάθε δείγμα λιπαρής ύλης, αναλύονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7: Αριθμός υπεροξειδίων δειγμάτων λιπαρής ύλης.

Διαδοχικά τηγανίσματα	Αρ. υπεροξειδίων Ελαιολάδου σε MeqO2/kg	Αρ. υπεροξειδίων Ηλιέλαιου σε meqO2/kg	Αρ. υπεροξειδίων Αραβοσιτέλαιου σε meqO2/kg	Αρ. Υπεροξειδίων Μαργαρίνης σε meqO2/kg
Μάρτυρας	4.96	22.5	29.77	32.33
1 ^ο	7.46	51.34	45	45
2 ^ο	12.4	86.63	52.5	62.19
3 ^ο	17.45	102.93	68.62	68.62
4 ^ο	19.95	114.63	75.6	163.91

Από την μελέτη του παραπάνω πίνακα, προκύπτουν διάφορα συμπεράσματα σχετικά με την αύξηση του αριθμού των υπεροξειδίων, κατά το τηγάνισμα.

Ο αριθμός υπεροξειδίων αποτελεί το μέτρο του βαθμού οξείδωσης του ελαίου, σε πρωταρχικό στάδιο. Υψηλά υπεροξειδία, σημαίνει ότι το έλαιο έχει υποστεί οξειδωτική αλλοίωση και ότι θα έχει μικρή αντοχή στο χρόνο. Ο αριθμός υπεροξειδίων, είναι τα meq του KOH, που απαιτούνται, για να εξουδετερώσουν το οξικό οξύ, που μπορεί να συγκρατηθεί με την ακετυλίωση, ενός γραμμαρίου λαδιού ή λίπους (Τζουβαρά-Καραγιάννη, 1991)

Πρακτικά ο αριθμός υπεροξειδίων προσδιορίζει, πόσο προχωρημένη είναι η οξείδωση των ουσιών του ελαίου, γεγονός που επιτρέπει συμπεράσματα για την ηλικία και το είδος της αποθήκευσης (καλή, κακή). Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή των υπεροξειδίων, η οποία δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 20meq/kg, τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό των οξειδωμένων ουσιών (ΕΦΕΤ, 2010).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7, μεγαλύτερη αντοχή στο τηγάνισμα έχει το ελαιόλαδο. Σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα, το εμπορικό ελαιόλαδο που χρησιμοποιήθηκε, ποιοτικής κατηγορίας εξαιρετικό παρθένο, έδειξε ότι είναι

κατάλληλο για τηγάνισμα, εφόσον ο αριθμός υπεροξειδίων που μετρήθηκε πριν υποστεί θερμική καταπόνηση, ήταν αρκετά χαμηλή 4.96meqO₂/Kgr. Η τιμή αυτή, παρατηρείται να παρουσιάζει μια σταθερή μικρή αυξητική τάση, αλλά δεν ξεπερνάει το όριο, ακόμα και μετά από τέσσερα τηγανίσματα. Έρευνες έχουν δείξει, ότι το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο αντέχει στο τηγάνισμα, ακόμα και μετά από έξι ή και οκτώ τηγανίσματα..

Αυτό συμβαίνει, γιατί το ελαιόλαδο οξειδώνεται λιγότερο από τα σπορέλαια κατά το τηγάνισμα, επειδή περιέχει σε μικρότερο ποσοστό πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (λινολαϊκό οξύ, Δ9, 12C18:1C18:1) και μεγαλύτερο ποσοστό μονοακόρεστα (ελαϊκό οξύ Δ9λιπαρά οξέα). Έτσι κατά το τηγάνισμα, περιορίζεται αισθητά, στο ελαιόλαδο ο σχηματισμός υπεροξειδίων και ελεύθερων ριζών, που έχουν αρνητική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό (ΕΦΕΤ, 2010).

Από την άλλη πλευρά τα σπορέλαια, επειδή έχουν υψηλό βαθμό ακορεστότητας οξειδώνονται πολύ εύκολα, σύμφωνα με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του πίνακα 7. Οι τιμές που προέκυψαν, κατά τον προσδιορισμό των υπεροξειδίων σε ηλιέλαιο και σε αραβοσιτέλαιο, πριν και μετά το τηγάνισμα, ήταν αρκετά υψηλές ξεπερνώντας κατά πολύ το όριο των 20meqO₂/kgr. Στο ηλιέλαιο, ο αριθμός υπεροξειδίων του μάρτυρα (έλαιο πριν το τηγάνισμα) ήταν 22.5meqO₂/kgr και στο αραβοσιτέλαιο η τιμή του μάρτυρα ήταν ακόμα μεγαλύτερη 29.77meqO₂/kgr.

Επίσης παρατηρούμε ότι κατά τα τηγανίσματα, ο αριθμός των υπεροξειδίων αυξήθηκε ραγδαία και στα δυο έλαια. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα σπορέλαια είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και έτσι κατά το τηγάνισμα σχηματίζονται πάρα πολλές υπεροξειδικές και ελεύθερες ρίζες και τοξικά παράγωγα. Έτσι αποδεικνύεται, πόσο ατυχής και άστοχη είναι η προτίμηση των σπορέλαιων για το τηγάνισμα της πατάτας και όχι μόνο (Σακελλαρόπουλος, 2004)

Είναι γεγονός ότι τα λίπη, τα έλαια και γενικά όλες οι λιπαρές ουσίες, οξειδώνονται από την επίδραση της θερμοκρασίας κατά το τηγάνισμα, ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες είναι πολύ δραστικές, δηλαδή η θερμοκρασία είναι υψηλή και η διάρκεια τηγανίσματος μεγάλη. Έντονη και μεγάλη οξείδωση (αντίδραση η οποία χαρακτηρίζεται αυτοκαταλυόμενη), συνδέεται με την δημιουργία υπεροξειδίων, πολυμερών και προϊόντων διάσπασης των υπεροξειδίων (ΕΦΕΤ, 2010).

Λιπαρές ουσίες, όπως η μαργαρίνη, έχει χαμηλή κρίσιμη θερμοκρασία και κατά το τηγάνισμα παράγεται ακρολεΐνη και άλλα παράγωγα της οξειδωσης όπως είναι τα υπεροξειδία. Η μαργαρίνη, κατά τα τηγανίσματα, έδειξε ιδιαίτερα υψηλό αριθμό υπεροξειδίων, από το πρώτο κιόλας τηγάνισμα, ενώ στο τέταρτο τηγάνισμα όπως ήταν αναμενόμενο, ο αριθμός των υπεροξειδίων σχεδόν πενταπλασιάστηκε.

Τα προϊόντα οξειδωσης σε μεγάλες ποσότητες, είναι δυνατόν να επιδράσουν στο συκώτι, στην καρδιά και στις αρτηρίες, θεωρούνται δε και ως καρκινογόνα. Ακόμη εντονότερη οξειδωση, οδηγεί στο σχηματισμό ακρολεΐνης, η οποία θεωρείται ότι σχετίζεται με τον σχηματισμό του ακρυλαμιδίου, ουσία που έχει κατηγορηθεί για καρκινογένεσεις και μεταλλάξεις, σε διάφορα αμυλούχα τρόφιμα, τα οποία τηγανίζονται παρουσία ευκόλως οξειδούμενων ελαίων σε υψηλές θερμοκρασίες. Για αυτό λοιπόν είναι προφανές, ότι είναι επιθυμητό και αναγκαίο, τα βρώσιμα έλαια να έχουν ανθεκτικότητα στην οξειδωση (ΕΦΕΤ, 2010).

8.2 Σύγκριση της αντοχής στο τηγάνισμα των λιπαρών ουσιών με βάση την αύξηση του αριθμού των υπεροξειδίων στα διαδοχικά τηγανίσματα

Όσο περισσότερο ο αριθμός των υπεροξειδίων στην λιπαρή ουσία, ξεπερνά τα 20meqO₂/kg, τόσο μικρότερη αντοχή έχει κατά το τηγάνισμα.

Η αντοχή του ελαιόλαδου στο τηγάνισμα, σε σχέση με το ηλιέλαιο και αραβοσιτέλαιο, είναι εμφανής και αδιαπραγμάτευτα μεγαλύτερη. Ο αριθμός υπεροξειδίων του μάρτυρα, αλλά και των τεσσάρων επεμβάσεων είναι χαμηλός και εντός των ορίων που θέτει ο παγκόσμιος οργανισμός τροφίμων και φαρμάκων (FAO). Σε αντίθεση, τα δύο σπορέλαια, αραβοσιτέλαιο και ηλιέλαιο, παρουσίασαν υψηλό αριθμό υπεροξειδίων, ακόμα και κατά την εξέταση των δειγμάτων (μάρτυρας), τα οποία δεν είχαν υποστεί θερμική καταπόνηση (τηγάνισμα). Τα τηγανίσματα, αύξησαν τον αριθμό υπεροξειδίων δραματικά, γεγονός που αποδεικνύει την μη σταθερότητα των συγκεκριμένων ελαίων, στις υψηλές θερμοκρασίες.

Όπως είναι λοιπόν προφανές, το ελαιόλαδο σε σχέση με τα σπορέλαια, είναι καταλληλότερο για τηγάνισμα γιατί είναι πιο ανθεκτικό κατά την επανειλημμένη έκθεση του, σε υψηλές θερμοκρασίες.

Η ίδια ακριβώς συμπεριφορά, παρατηρείται και στη μαργαρίνη. Ακόμα και στο δείγμα του μάρτυρα, ο αριθμός των υπεροξειδίων, είναι αρκετά υψηλότερος από το όριο των 20meqO₂/Kgr. Κατά την διάρκεια των επεμβάσεων, η οξείδωση επιταχύνεται, δίνοντας στο τέταρτο τηγάνισμα, αριθμό υπεροξειδίων 163.41meqO₂/Kgr.

Συμπερασματικά, η ποιο εύστοχη επιλογή για το μαγείρεμα και κυρίως για το τηγάνισμα, κατά το οποίο αναπτύσσονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες, είναι το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, το οποίο παρουσιάζει εξαιρετικά μεγάλη αντοχή, εξαιτίας των φυσικών αντιοξειδωτικών συστατικών που περιέχει. Επομένως, ο μύθος, που ήθελε τα σπορέλαια να χαρακτηρίζονται, ως ελαφριά λάδια, κατάλληλα για τηγάνισμα, παύει να ισχύει. Το ελαιόλαδο, είτε καταναλώνεται ωμό, είτε χρησιμοποιώντας το στο μαγείρεμα, προάγει την καλή υγεία και μακροζωία, ως βασικό συστατικό της μεσογειακής διατροφής.

Βιβλιογραφία

- Βαφοπούλου-Μαστρογιάννη Α. 2003 «Βιοχημεία τροφίμων» Έκδοση β, εκδοτικός οίκος ζήτη Πελαγία και σια ΟΕ Θεσσαλονίκη Σελ. 42.
- Ελληνικό Ίδρυμα Γαστρεντερολογίας και Διατροφής 2010 «Διατροφή» διαθέσιμο στο < <http://www.eligast.gr/index.php> > πρόσβαση [12/08/10].
- Εφετ, 2010 «Το Ελαιόλαδο» διαθέσιμο στο <<http://www.efet.gr/elaiolado.htm>> πρόσβαση [17/08/10].
- Ζωγράφου Δ. 1989 «Ιστορία της Ελληνικής Γεωργίας» Τόμος 1 εκδοτικός οίκος Αγροτική τράπεζα Ελλάδος Σελ 310-317.
- ΚΕΠ.ΚΑ (Κέντρο Προστασίας Καταναλωτών), 2010 «Ελαιόλαδο» διαθέσιμο στο < http://kepka.org/index.php?option=com_content&task=view&id=1.> πρόσβαση [16/06/10].
- Κουτσόκωστα Β, 2010 Διατροφολόγος-Διαιτολόγος άρθρο «Η διατροφική αξία της πατάτας» διαθέσιμο στο <<http://www.dietup.gr/antras/diatrofi/2403.html>> πρόσβαση [12/08/10].
- Κυριτσάκης Α. 1988 «Το Ελαιόλαδο» Εκδοτικός οίκος Αγροτικές Συνεταιριστικές εκδόσεις Α.Ε.
- Λιδάκης Δ, 2006 «Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Οπωροκηπευτικών» από διορθωτικές σημειώσεις στο κεφ «Τυποποίηση του Ελαιολάδου».
- Μαρινάκης Γ, (Πρόεδρος ΣΕΔΗΚ, Εύνδεσμος Ελαιοκομικών Δήμων Κρήτης) 2010 «Σπορέλαια και Ελαιόλαδο, Αντιπαράθεση επιπτώσεων και ωφελιμάτων» διαθέσιμο στο <http://www.sedik.gr/el/index.php?option=com_content&task=view&id=145&Itemid=1> πρόσβαση [9/04/10]
- Μπαλατσούρας Γ, 1997 «Σύγχρονη Ελαιοκομία» (Το ελαιόδεντρο-η επιτραπέζια ελιά) τόμος 2^{ος} . «Το Ελαιόλαδο», εκδοτικός οίκος Αφοί Φραγκούλη Σελ 28-35.
- Σακελλαρόπουλος, 2004 «Θερμοξείδωση του Ελαιολάδου» διαθέσιμο στο < <http://www.bionews.gr/bionews/021/Sakellaropoulos.htm> > πρόσβαση [12/08/10].
- Σιμοπούλου Α, 2006 (Ομιλία στο 1^ο διήμερο διεθνές συνέδριο επιστήμης τροφίμων και διατροφής 31/10/06-01/11/06) διαθέσιμο στο <<http://www.iad.gr/ver2/site/content.php?artid=244> >

- Συντώσης Λ, 1998 «Ελαιόλαδο, ο πράσινος χρυσός για την υγεία» έκδοση από το iatrikh.gr διαθέσιμο στο <<http://www.kourelis.com/web/ia/publish/oliveoil.pdf>> πρόσβαση [5/04/10] Σελ 2.
- Φιλαίος (Λέσχη Φίλων Ελαιολάδου), 1998 «Τα πάντα για το ελαιόλαδο» διαθέσιμο στο <<http://www.fileos.gr/filaios-club.dhtml>> πρόσβαση [5/04/10].
- Acuff S, 2010 «Is corn oil unhealthy to use in your cooking» available from <<http://macrobiotics.cook/cornoil.html>> [accessed 13/04/10].
- American Society For Chemical Investigation, 2007 «Modulation of prostate cancer genetic risk by omega-3 and omega-6 fatty acid» available from <<http://www.ajcn.org/cgi/content/full/83/6/51483>> [accessed 13/04/10].
- Corn Refiners Association, 2009 «Health Benefits of Corn oil» available from <http://www.corn.org/cornoil_health.htm> [accessed 14/04/10].
- H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle, 2006 «Χημεία Τροφίμων» έκδοση 3^η εκδοτικός οίκος Τζόλια Σελ 1067-1069
- The World of European Olive Oil, 2007 «Frying» available from <http://www.oliveoil.eu/website/product_info.php?template_id=38&lang=gr&path=&from=sitemap&products_id=32> [accessed 2/06/10].
- Wikipedia, 2010 «Corn oil» available from <<http://www.wikipedia.org/wiki/corn-oil>> [accessed 15/04/10].
- Wikipedia, 2010 «Sunflower oil» available from <<http://www.wikipedia.org/wiki/sunflower-oil>> [accessed 15/04/10].