

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

«ΠΡΟΦΙΛ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ ΣΕ ΚΑΡΠΟ
ΦΙΣΤΙΚΙΟΥ (ΑΡΑΧΙΔΑΣ) ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Αλεβίζος Γεώργιος

ΑΜ: 201129

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ζακυνθινός Γεώργιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2017

Ευχαριστίες

Για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτο απ' όλους τον καθηγητή μου, κύριο Ζακυνθινό Γεώργιο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την συνεργασία καθώς και την πολύτιμη συμβολή του στην υλοποίηση της.

Θα ήθελα επίσης να απευθύνω της ευχαριστίες μου στον καθηγητή κύριο Κουτρομπή Φώτιο καθώς και τις κυρίες Τσαγκάρη Σταυρούλα, Κορίκη Αντωνία και Σταματελοπούλου Ευγενία για την πολύτιμη βοήθεια τους, καθώς και τον χρόνο που διέθεσαν για την εκτέλεση του εργαστηριακού τμήματος της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και την οικογένεια μου οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με όλους τους δυνατούς τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου.

Περίληψη

Η αραχίδα (*Arachis hypogaea* L.) ή κοινός το αράπικο φιστίκι είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες ελαιούχων σπόρων στον κόσμο. Ο καρπός του φυτού είναι πλούσιος σε πρωτεΐνες και λιπαρές ουσίες, από τις οποίες παράγεται αραχιδέλαιο υψηλής θρεπτικής αξίας. Τα σπέρματα του φυτού καταναλώνονται και σαν ξηροί καρποί είτε ωμοί είτε ψημένοι, ενώ τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας των σπερμάτων θεωρούνται εξαιρετική ζωοτροφή. Συνεπώς το φιστίκι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομία αρκετών χωρών. Το αραχιδέλαιο θεωρείται ευεργετικό για την υγεία, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας αντιοξειδωτικών, κυρίως πολυφαινολών, που περιέχει.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, που εκπονήθηκε στα εργαστήρια 68,71,91 του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του ΤΕΙ Καλαμάτας, θα γίνει προσδιορισμός των φαινολικών χαρακτηριστικών της αραχίδας σε δείγματα διαφορετικής ξήρανσης. Θα προσδιοριστούν επίσης τα λιπαρά οξέα που περιέχονται στα δείγματα αυτά ώστε να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα γύρω από την διατροφική αξία των δειγμάτων αραχίδας. Τέλος, θα εξαχθούν κάποια συμπεράσματα βασισμένα στα πειραματικά αποτελέσματα, ως προς την σχέση του τρόπου ξήρανσης με την τελική περιεκτικότητα του δείγματος στα διάφορα λιπαρά οξέα και τις φαινόλες.

Abstract

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) or groundnut is one of the major oilseed crops in the world. The seed of the plant is rich in protein and fat, from which peanut oil of high nutritional value is produced. The seeds of the plant are also consumed as nuts either raw or baked, while the by-products of seed treatment are excellent feed. Therefore, peanut plays an important role in the economy of several countries. Peanut oil is considered beneficial for health because of the high content of antioxidants, especially polyphenols, which it contains.

In this diploma thesis, which was prepared in the laboratories 68,71,91 of the department Food Technology and Food of TEI of Kalamata, the phenolic characteristics of peanut will be determined in samples of different drying process. The fatty acids contained in these samples will also be determined to provide a complete picture of the nutritional value of peanut samples. Finally, some conclusions will be drawn based on the experimental results, regarding the relationship of the drying method to the final sample content of the various fatty acids and phenols.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Περιεχόμενα	5
1.Εισαγωγή.....	7
1.1 Γενικά για την αραχίδα.....	7
1.1.1 Ιστορική αναδρομή	8
1.1.2 Καλλιέργεια αραχίδας.....	11
1.2 Διατροφική αξία αραχίδα.....	12
2. Θεωρητικό μέρος	14
2.1 Μακροσυστατικά στο αραχιδέλαιο	14
2.2 Λιπαρά οξέα.....	15
2.2.1 Λιπαρά οξέα στο αραχιδέλαιο.....	17
2.3 Αντιοξειδωτικά.....	20
2.4 Φαινόλες	24
2.5 Φαινολικά και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά στο αραχιδέλαιο.....	27
2.5.1 Προσδιορισμός φαινολών και αντιοξειδωτικών στο αραχιδέλαιο.....	30
3. Πειραματικό μέρος.....	32
3.1 Υλικά και όργανα	32
3.1.1 Δείγματα.....	32
3.1.2 Αντιδραστήρια.....	33
3.1.3 Συσκευές και όργανα	34
3.2 Μέθοδοι	40
3.2.1 Λυοφιλίωση.....	40
3.2.2 Εκχύλιση (Μέθοδος Soxlet).....	40
3.2.3 Μέθοδος προσδιορισμού φαινολών	41
4. Αποτελέσματα-Συζήτηση	44
4.1 Προκαταρκτικά πειράματα	44
4.2 Κύρια πειράματα	44
4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων	45
5. Συμπεράσματα	53
6. Βιβλιογραφία	57

1.Εισαγωγή

1.1 Γενικά για την αραχίδα

Η αραχίδα είναι ποώδες μονοετές φυτό και ανήκει στην οικογένεια των Κυαμοειδών (Fabaceae). Υπάρχουν συνολικά εννέα είδη αραχίδας, με κυριότερο καλλιεργούμενο είδος το *Arachis Hypogaea* L. ή κοινώς αραχίδα, ονομαζόμενο συχνά και ως “αράπικο φυστίκι”.

Τα χαρακτηριστικά του φυτού περιλαμβάνουν την εμφάνιση κίτρινων ανθών καθώς το φυτό αναπτύσσεται, σπέρματα τα οποία περιέχουν τον καρπό και αναπτύσσονται μέσα στο έδαφος, παράλληλα προς την επιφάνεια και ωριμάζουν υπόγεια, λαβαίνοντας το τελικό σχήμα του φιστικιού. Κάθε φυτό μπορεί να περιέχει έως και 40

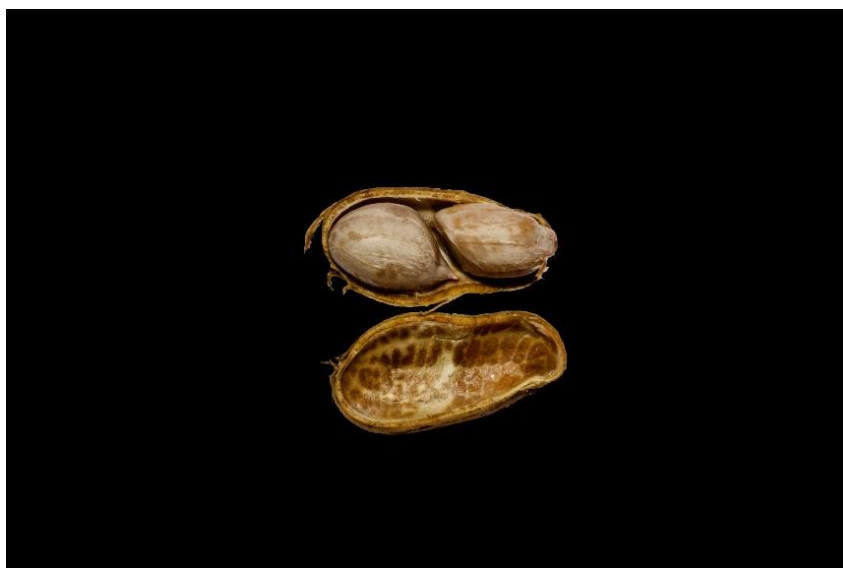
αράπικα

φιστίκια

(Σχήμα-1)(Σχήμα-2).



Σχήμα-1: Τα τμήματα του φυτού *Arachis Hypogaea* L.



Σχήμα-2: Ανοιγμένος καρπός αραχίδας.

Καλλιεργείται σε τροπικές και εύκρατες περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής προέρχεται από μη αρδευόμενες εκτάσεις. Οι μεγαλύτερες καλλιέργειες αραχίδας εντοπίζονται στην Κίνα, την Ινδία, στις Η.Π.Α., Ινδονησία, την Αργεντινή και σε χώρες της αφρικανικής ηπείρου. Το κλίμα της Ελλάδας ευνοεί την ανάπτυξη της αραχίδας, υπό την προϋπόθεση ότι θα καλλιεργηθεί σε κατάλληλα εδάφη με επαρκή άρδευση.

Η αραχίδα θεωρείται λανθασμένα ξηρός καρπός, ενώ βάση των βοτανολογικών της χαρακτηριστικών είναι λαχανικό και συγκεκριμένα όσπριο, μέλος της οικογένειας των μπιζελιών και των φασολιών. [1]

Η καλλιέργεια του φυτού στοχεύει τόσο στην συλλογή καρπού, όπου και καταναλώνεται σαν ξηρός καρπός είτε ωμός είτε ψημένος όσο και στην παρασκευή ελαίου (αραχιδέλαιο) από τον καρπό του φυτού. [2]

1.1.1 Ιστορική αναδρομή

Το φυτό της αραχίδας κατά πάσα πιθανότητα προέρχεται από το Περού ή τη Βραζιλία στη Νότια Αμερική. Δεν υπάρχουν απολιθώματα που να αποδεικνύουν την ύπαρξη

του, αλλά στη Νότια Αμερική βρίσκονται αγγεία με τη μορφή φιστικιών και διακοσμημένα με φιστίκια βάζα που χρονολογούνται να έχουν κατασκευαστεί 3.500 χρόνια πριν (Σχήμα-3).



Σχήμα-3: Γλυπτό σε σχήμα καρπού αραχίδας, Μουσείο Lacro, Περού.

Η πρώτη ανακάλυψη αραχίδας, έγινε από Ευρωπαίους εξερευνητές στην Βραζιλία. Ήδη από το 1500 π.Χ., η φυλή των Ίνκας του Περού χρησιμοποιούσε τα φιστίκια ως προσφορά σε τελετές θυσιών και σαν προσφορά στις μούμιες τους για να βοηθήσουν την πνευματική ζωή. Άλλες φυλές στην κεντρική Βραζιλία, χρησιμοποιούσαν επίσης αλεσμένα φιστίκια για την παρασκευή ποτών.

Οι καλλιέργειες εντοπίζονταν με βορειότερο σημείο το Μεξικό, μέχρι την έναρξη της εξερεύνησης του νέου κόσμου από τους Ισπανούς. Οι εξερευνητές πήραν καρπούς αραχίδας πίσω στην Ισπανία, και από εκεί μέσω εμπορών και εξερευνητών εξαπλώθηκαν στην Ασία και την Αφρική. Οι Αφρικανοί ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που εισήγαγαν καρπούς αραχίδας στη Βόρεια Αμερική το 1700.

Τα αρχεία δείχνουν ότι μέχρι τις αρχές του 1800 η αραχίδα καλλιεργήθηκε ως εμπορική καλλιέργεια στις Ηνωμένες Πολιτείες. Αρχικά αναπτύχθηκαν στη Βιρτζίνια και χρησιμοποιούνταν κυρίως για πετρέλαιο, τρόφιμα και υποκατάστατα κακάου. Αυτή τη στιγμή, τα φιστίκια θεωρούνταν ως τροφή για τα ζώα και τους φτωχούς και θεωρούνταν δύσκολο να αναπτυχθούν και να συγκομιστούν.

Η παραγωγή φυσιτικών αυξήθηκε σταθερά το πρώτο μισό του δέκατου ένατου αιώνα. Τα φιστίκια έγιναν εμφανή μετά τον εμφύλιο πόλεμο όταν οι στρατιώτες βρήκαν ότι τους άρεσαν και τους πήραν μαζί τους. Και οι δύο στρατοί χρησιμοποίησαν αυτή την πηγή τροφής λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, που είχαν καταλάβει ότι με μικρή ποσότητα μπορούσαν να τραφούν σχεδόν αποκλειστικά με αυτή.

Η δημοτικότητά της αυξήθηκε στα τέλη του 18ου αιώνα, όταν τα φορτηγά τσίρκων του PT Barnum ταξίδεψαν σε όλη τη χώρα και οι πωλητές τα ονόμασαν "φρέσκα ψητά φιστίκια" στο κοινό (Σχήμα-4). Σύντομα πωλητές του δρόμου άρχισαν να πωλούν ψητά φιστίκια από τα καρότσια και τα φιστίκια γίνονται επίσης δημοφιλή στα παιχνίδια του μπέιζμπολ. Ενώ η παραγωγή αραχίδων αυξήθηκε κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, τα φιστίκια ακόμα συλλέγονταν με το χέρι κατά την διαδικασία της συγκομιδής, αφήνοντας έτσι στελέχη μικροβίων και σκουπίδια στα φιστίκια. Έτσι, η κακή ποιότητα και η έλλειψη ομοιομορφίας συνέβαλαν στη μείωση της ζήτησης.



Σχήμα-4: Άμαξα που πωλούσε ψημένους καρπούς αραχίδας, τον 18^ο αιώνα.

Περίπου το 1900, ο εξοπλισμός εξοικονόμησης εργασίας επινοήθηκε για τη φύτευση, την καλλιέργεια, τη συγκομιδή και τη συλλογή αραχίδων από τα φυτά, καθώς και για το κέλυφος και τον καθαρισμό των πυρήνων. Με αυτά τα σημαντικά μηχανικά βοηθήματα, η ζήτηση για φιστίκια αυξήθηκε ραγδαία, ειδικά για το πετρέλαιο, τους φρυγμένους και αλατισμένους καρπούς, το φυσιτικόβούτυρο και την καραμέλα.

Στις αρχές της ίδιας δεκαετίας, του 1900, η αραχίδα έγινε μια σημαντική γεωργική καλλιέργεια του Νότου, όταν οι σκώροι των βότρυγχων απειλούσαν τις καλλιέργειες

βαμβακιού. Μετά από τις υποδείξεις του επιστήμονα Dr. George Washington Carver, τα φιστίκια χρησίμευαν ως αποτελεσματική εμπορική καλλιέργεια και, για κάποιο διάστημα, ανταγωνίζονται τη θέση του βαμβακιού στο Νότο. [3]

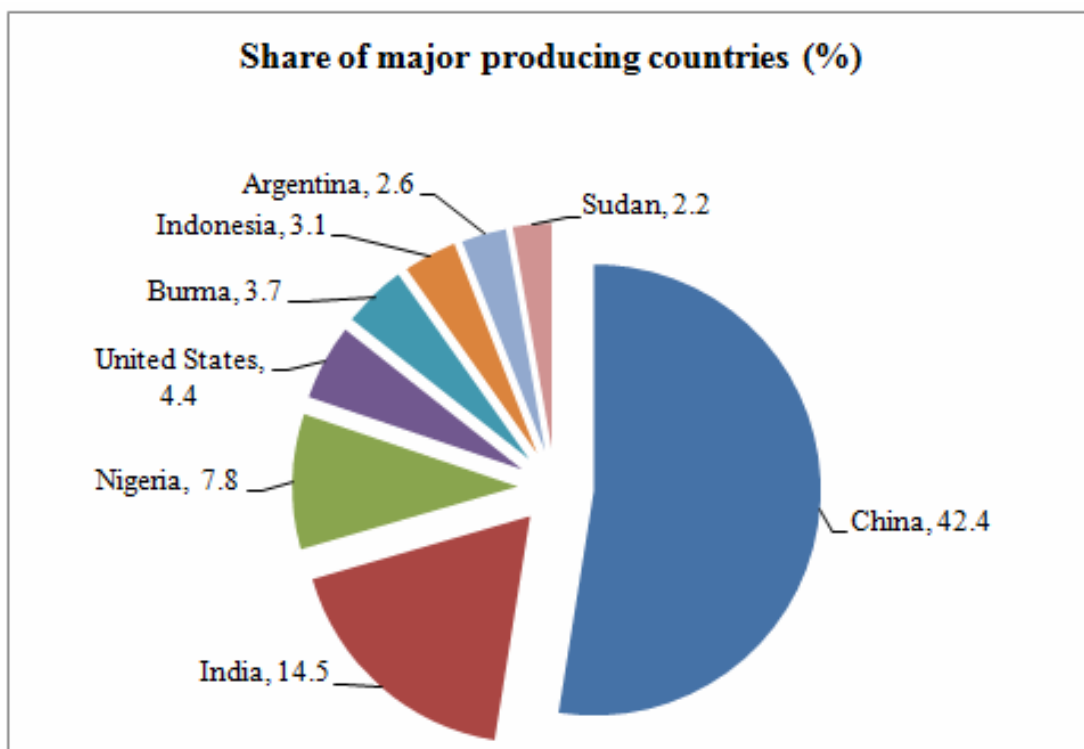
1.1.2 Καλλιέργεια αραχίδας

Η παγκόσμια κατανομή της καλλιέργειας της αραχίδας, συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα, που όπως φαίνεται τα ηνία κατέχει η Κίνα, στη οποία εμφανίζεται και η μεγαλύτερη αύξηση από το 1972 έως το 2000 και παραμένει σταθερή έως σήμερα. Ακολουθεί η δυτική Αφρική και η Αμερική με σαφώς χαμηλότερα ποσοστά από αυτά της Ασίας, αλλά σημαντικά για το σύνολο παραγωγής αραχίδας παγκοσμίως.

Πίνακας 1: Καταγραφή της παγκόσμιας παραγωγής αραχίδας, από το 1972 έως το 2000.

Region	1972-75	1976-80	1981-85	1986-90	1991-95	1996-00	Change 1972-75 vs. 1996-00 (%)
America							
N. America	1,664	1,665	1,807	1,809	1,944	1,786	7.31
S. America	867	842	577	504	446	621	-28.35
Subtotal	2,531	2,507	2,384	2,313	2,390	2,407	-4.91
Africa							
E. Africa	998	1,003	620	567	569	595	-40.42
S. Africa	799	690	370	395	365	592	-25.88
W. Africa	2,776	2,579	2,538	2,750	3,085	4,236	52.63
Subtotal	4,573	4,273	3,528	3,711	4,019	5,423	18.60
Asia							
E. Asia	2,399	2,703	4,794	6,017	8,244	11,581	382.69
S.E. Asia	1,295	1,448	1,730	1,781	1,914	2,144	65.62
S.W. Asia	5,528	5,724	6,305	7,344	7,964	7,239	30.95
Subtotal	9,222	9,875	12,828	15,142	18,123	20,964	127.33
Rest of World	123	155	166	193	255	314	156.13
World Total	16,448	16,809	18,906	21,360	24,787	29,108	76.97

Source: Based on USDA data, PS&D database.



Source: USDA

Σχήμα- 5: % ποσοστά της σημερινής παραγωγής αραχίδας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η καλλιέργεια αραχίδας στην χώρα μας αναπτύσσεται ολοένα και περισσότερο, σε διάφορες περιοχές όπως η Κρήτη, η Μεσσηνία, η Τρίπολη, οι Σέρρες και άλλες. Παρόλα αυτά τα ποσοστά της ετήσιας αυτής καλλιέργειας δεν είναι ακόμα σε υψηλά επίπεδα.

1.2 Διατροφική αξία αραχίδα

Ο καρπός της αραχίδας είναι πολύ καλή πηγή πρωτεϊνών και υγιεινών λιπών, αφού σε ποσοστό 22 έως 30% αποτελεί ακατέργαστη πρωτεΐνη. Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια τα φιστίκια και γενικά οι ξηροί καρποί θεωρούνταν ανθυγιεινή τροφή λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε λιπαρά, της τάξης του 50% w/w. Πρόσφατες ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει ότι η ένταξη φιστικιών και ξηρών καρπών με κέλυφος στην διατροφή συνδέεται με μειωμένες καρδιακές παθήσεις, καλύτερη καρδιακή λειτουργία και καλύτερη διατήρηση βάρους.

Συγκεκριμένα σε μία μελέτη, που δημοσιεύθηκε στο *New England Journal of Medicine*, αναφέρεται ότι η καθημερινή κατανάλωση φιστικιών μπορεί να μειώσει τα

ποσοστά θνησιμότητας, οφειλόμενα σε καρδιακές παθήσεις κατά 29%. Ενώ κατανάλωση 2 φορές εβδομαδιαίως μπορεί να μειώσει τα ίδια ποσοστά κατά 24%. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι η τακτική κατανάλωση φιστικιών βοηθά στη μείωση της αρτηριακής πίεσης μεταξύ των υπερτασικών ατόμων. [4]

Η αραχίδα εκτός από τον καρπό της, καλλιεργείται σε πολύ μεγάλο ποσοστό και για το αραχιδέλαιο που μπορεί να εξαχθεί από τον καρπό της. Και είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες ελαιούχων σπόρων στον κόσμο. Η περιεκτικότητα του καρπού σε έλαιο ποικίλει, ανάλογα με την ποικιλία, την εποχή της συγκομιδής και την ωριμότητα του καρπού από 40 έως 65%. [5]

Τα φιστίκια περιέχουν και άλλα σημαντικά για την διατροφή συστατικά και βιολογικά δραστικές ενώσεις όπως οι τοκοφερόλες, τα φλαβονοειδή, οι φυτοστερόλες και η ρεσβεροτρόλη που θα αναλυθούν στην συνέχεια.

2. Θεωρητικό μέρος

2.1 Μακροσυστατικά στο αραχιδέλαιο

Πρωτεΐνες

Δεδομένου ότι τα φιστίκια είναι τεχνικά όσπρια είναι πιο στενά συσχετιζόμενα με τα ρεβίθια και την σόγια παρά με αμύγδαλα, καρύδια ή άλλους ξηρούς καρπούς και είναι πιο πλούσια σε πρωτεΐνες και πιο θρεπτικά.

Διάφορες μελέτες ανέφεραν ,μετά από δειγματοληψία από σπόρους φιστικιού από διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο, ότι πρωτεΐνες των φιστικιών ήταν οι ίδιες, ωστόσο με διαφορετικά ποσοστά. Ο σπόρος από φιστίκι περιέχει 32 διαφορετικές πρωτεΐνες με 18 από αυτές τις πρωτεΐνες να αναγνωρίζονται ως αλλεργιογόνα. Μέχρι σήμερα, 18 πρωτεΐνες φιστικιών (Ara h 1 έως Ara h 17) έχουν ταυτοποιηθεί ως αλλεργιογόνα που είναι υπεύθυνα για την αλλεργία των φιστικιών από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και την Διεθνή Ένωση Ανοσολογικών Εταιρειών (WHO / IUIS, 2017). Αυτές οι αλλεργιογόνες πρωτεΐνες που βρίσκονται μέσα στο φιστίκι περικλείουν επτά διαφορετικές οικογένειες πρωτεϊνών, χωρισμένες σε δύο κύρια πρωτεϊνικά κλάσματα λευκοματίνης και σφαιρίνης. [4]

Υδατάνθρακες

Το αραχιδέλαιο και τα ξηρά φιστίκια περιέχουν περίπου 21,51 g υδατάνθρακες ανά 100 g (USDA, Βάση Σύνθεσης Τροφίμων, 2017) με το άμυλο ως κύριο υδατάνθρακα. Ωστόσο, ερευνητικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η περιεκτικότητα του φιστικιού σε υδατάνθρακες εξαρτάται από την ποικιλία, την ωρίμανση, και γεωγραφική θέση και μπορεί να περιέχουν τους ακόλουθους υδατάνθρακες σε ποικίλες ποσότητες (κύρια

έως δευτερεύουσα): σακχαρόζη, φρουκτόζη, γλυκόζη, ινοσιτόλη, ραφινόζη, σταχυόζη.

Αναφέρεται ότι μετά από θερμική επεξεργασία (ψήσιμο), υφίσταται υδρόλυση σακχαρώζης που απελευθερώνει φρουκτόζη και γλυκόζη, η οποία με τη σειρά της αντιδρά με ελεύθερα αμινοξέα για να σχηματίσει τη χαρακτηριστική γεύση των φρυγμένων φιστικιών . Το αποβουτυρωμένο αλεύρι φιστικιών έχει δειχθεί ότι περιέχει περίπου 38% των συνολικών υδατανθράκων, τους οποίους αντιπροσωπεύουν ολιγοσακχαρίτες 18%, άμυλο 12,5%, ημικυτταρίνη Α 0,5%, ημικυτταρίνη Β 3,5% και κυτταρίνη (ίνες) 4,5%. Από το κλάσμα ολιγοσακχαριτών περίπου 13.90% είναι σακχαρόζη, 0.89% ραφινόζη, 1.56% σταχυόζη, και 0,41% ολικής αλέσεως σε μη επεξεργασμένο αραχιδέλαιο. Η ραφινόζη, σταχυόζη και βερβασκόζη είναι μη αφομοιώσιμοι ολιγοσακχαρίτες βραχείας αλυσίδας και είναι δεν είναι πέψιμοι στην ανθρώπινη πεπτική οδό.

Το άμυλο είναι ένας ομοπολυσακχαρίτης αποτελούμενος από υπολείμματα γλυκόζης α-D που συνδέονται με γλυκοσιδικούς δεσμούς. Μετά την πέψη, το σάλιο και η παγκρεατική αμυλάση καταλύουν την υδρόλυση του αμύλου σε μαλτόζη, μαλτοτριόζη και ισομαλτόζη. Επομένως, αυτοί οι δισακχαρίτες καταλύονται από πεπτικό ένζυμο σακχαρόζη-ισομαλτάση που βρίσκεται στη μεμβράνη του λεπτού εντέρου για την απελευθέρωση δύο μονάδων γλυκόζης. Η λειτουργική μονάδα ενέργειας που απαιτείται έδειξαν ότι η σύνθεση υδατανθράκων εξαρτάται επίσης από τον τύπο της αραχίδας και την ωρίμανση του εξεταζόμενου σπόρου. Ωστόσο, στις μελέτες αυτές, ενώ οι τιμές υδατανθράκων ήταν διαφορετικές μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών που εντοπίζονται στην αγορά, δεν είναι σημαντικές.

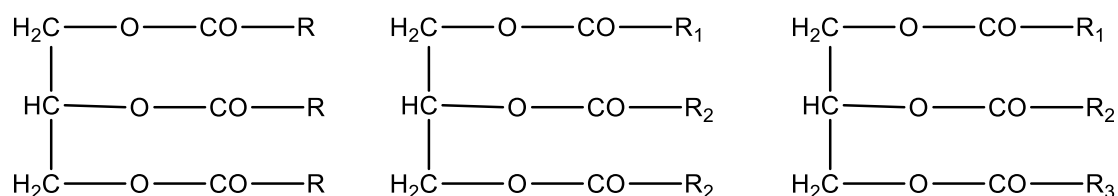
Επιπλέον, οι μελέτες ανέφεραν ότι η αυξημένη γλυκύτητα σχετίζεται άμεσα με την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, και συσχετίστηκε με ανώτερα προφίλ γεύσης, με μειωμένη πικρία και βελτιωμένη γεύση στα φρυγανισμένα φιστίκια. [4]

2.2 Λιπαρά οξέα

Μια λιπαρή ύλη χαρακτηρίζεται ως λίπος ή έλαιο ανάλογα την κατάσταση του (στερεή ή υγρή) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αποτελούνται κυρίως από

γλυκερίδια ή ακυλογλυκερόλες, και στην φύση υπάρχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό τα τριγλυκερίδια.

Εδώ φαίνονται οι τρεις τύποι γλυκεριδίων που υπάρχουν:



Όπως φαίνεται και από το σχήμα τα μόρια του λιπαρού οξέος μπορεί να είναι ίδια ή διαφορετικά και έτσι χωρίζονται σε απλά και μικτά αντίστοιχα. Τα μικτά γλυκερίδια είναι τα πιο συχνά εμφανιζόμενα στην φύση.

Τα λίπη και τα έλαια ανήκουν σε μια μεγάλη κατηγορία χημικών ενώσεων, τα λιπίδια. Τα λιπίδια είναι βασικός δομικός λίθος των μεμβρανών και των τοιχωμάτων των κυττάρων και αποτελούν επίσης, μέσω για την αποθήκευση αποθέματος ενέργειας σε φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς.

Οι ιδιότητες των λιπών και των ελαίων εξαρτώνται από την σύστασή τους σε λιπαρά οξέα και την κατανομή των οξέων αυτών στα μόρια ακυλογλυκερολών. Τα λιπαρά οξέα μπορεί να είναι κορεσμένα ή ακόρεστα, περιέχουν άτομα άνθρακα συνήθως άρτιου αριθμού και μπορεί να περιέχουν διακλαδώσεις. [6]

Πίνακας 2: Τα κυριότερα λιπαρά οξέα λιπών και ελαίων.

<i>Οξέα</i>	<i>Άτομα C</i>	<i>Θέση διπλών δεσμών</i>	<i>Τρόφιμο που βρίσκεται</i>
Κορεσμένα			
Βοτυρικό	4		Βούτυρο
Παλμιτικό	16		Σε όλες τις λιπαρές ουσίες
Στεατικό	18		Σε όλες τις λιπαρές ουσίες
Αραχιδικό	20		Αραχιδέλαιο
Βεχενικό	22		Αραχιδέλαιο

Λιγνοκηρικό	24		Αραχιδέλαιο, Βαμβακέλαιο
Ακόρεστα			
Παλμιτελαικό	16	9	Σε όλες τις λιπαρές ουσίες
Ελαϊκό	18	9(cis)	Σε όλες τις λιπαρές ουσίες
Λινελαϊκό	18	9,12 (cis-cis)	Σε όλες τις λιπαρές ουσίες
Λινολενικό	18	9,12,15 (όλα cis)	Σε όλες τις λιπαρές ουσίες
Αραχιδονικό	20	5,8,11,14	Λιπίδια οργάνων
Ρικινελαικό	18	Δ9, 12 υδρόξυ	Αραχιδέλαιο

Τα φωσφολιπίδια ή φωσφατίδια είναι λιπίδια που περιέχουν στην δομή του φωσφόρο. Αποτελούν παράγωγα γλυκερόλης (φωσφογλυκερίδια) ή της σφιγγοσίνης (σφιγγολιπίδια). Βρίσκονται σε ζωικά και φυτικά λίπη και κυρίως σε ακατέργαστα έλαια σε αναλογίες της τάξης του 1-2%. Δεν εντοπίζονται σε κατεργασμένα έλαια γιατί απομακρύνονται κατά την διαδικασία του εξευγενισμού των ελαίων. Βιολογικά έχουν ιδιαίτερη σημασία, αφού αποτελούν βασικό δομικό συστατικό των κυττάρων και βοηθούν στην απορρόφηση και στον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων. [6]

2.2.1 Λιπαρά οξέα στο αραχιδέλαιο

Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες των λιπών και των ελαίων προσδιορίζονται κυρίως από την σύσταση των λιπαρών οξέων του ελαίου και από την θέση του μορίου της τριάκυλογλυκερόλης. Το αραχιδέλαιο είναι ένα έλαιο που δεν ξηραίνεται και στερεοποιείται σε θερμοκρασίες 0 έως 3 ° C.

Ενδεδεχής έρευνα έχει πραγματοποιηθεί για την περιεκτικότητα των φιστικιών σε λίπη. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα φιστίκια έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε έλαιο, συγκριτικά με άλλους ελαιούχους σπόρους. Τα λιπαρά οξέα που περιέχει έχουν σημαντικό ρόλο τόσο στην σταθερότητα όσο και στην διατροφική ποιότητα του φιστικιού.

Το αραχιδέλαιο περιέχει 12 διαφορετικά λιπαρά οξέα, το παλμιτικό (16:0) αποτελεί σχεδόν το 10% ενώ το ελαϊκό (18: 1) και το λινελαϊκό οξύ (18: 2) μαζί αποτελούν το 80% της σύστασης του ελαίου. Στερικό (16:0), αραχιδικό (20:0), βεχενικό (18: 0)

βρίσκονται επίσης στο αραχιδέλαιο, αλλά σε σαφώς μικρότερες αναλογίες, ενώ υπάρχουν ίχνη λινολενικού και άλλων λιπαρών οξέων.

Οι διάφορες καλλιέργειες ανάλογα με τον τόπο παραγωγής παρουσιάζουν διαφορετική κατανομή λιπαρών οξέων. Οι καλλιέργειες φιστικιών από τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Αργεντινή, τη Βολιβία, και η Πολωνία έχουν τις ακόλουθες κατανομές λιπαρών οξέων: παλμιτελαϊκό (16: 0) 9,3 έως 13,0%, στεατικό (18: 0) 1,1 έως 3,6%, ελαϊκό (18: 1) 35,6 έως 58,3%, λινολεϊκό οξύ (18: 2) 20,9 έως 43,2%, αραχιδικό (20: 0) 0,3 έως 2,4%, γαδελαϊκό (20: 1) 0,7 έως 3,2%, βεχενικό (22: 0) 1,8 έως 4,4% και λιγνοκηρικό (24: 0) 0,4 έως 1,9%. Παράλληλα, το Αφρικανικό αραχιδέλαιο περιέχει 44,5% ελαϊκό (18:1), 32,3% λινολεϊκό (18:2) και 13,9% παλμιτικό (16:0).

Μελέτες του Hinds (1995) έδειξαν ότι οι σπόροι προς σπορά φιστικιών έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, μειώνοντας ταυτόχρονα τα παλμιτικά και τα λινολεϊκά λιπαρά οξέα κατά τη διάρκεια ωρίμανση. Την τελευταία δεκαετία, υπήρξαν προσπάθειες γενετικών τροποποιήσεων για να αλλάξουν τη χημεία των φιστικιών και να βελτιώσουν τη διατροφική ποιότητα των φιστικιών και των προϊόντων φιστικιών όπως το αραχιδέλαιο. Το ελαϊκό οξύ παρουσιάζει οφέλη και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος, τα χαρακτηριστικά αυτά συνέβαλλαν στην προσπάθεια δημιουργίας φιστικιών με μεγαλύτερη αναλογία σε αυτό το μονοακόρεστο λιπαρό οξύ, το οποίο έχει 10 φορές υψηλότερη αυτοοξειδωτική σταθερότητα από το λινολεϊκό οξύ.

Σε αντίθεση με τις συμβατικές καλλιέργειες φιστικιών οι καλλιέργειες φιστικιού υψηλού ελαϊκού έχουν ένα λιπιδικό προφίλ 80% ελαϊκού οξέος και 2% λινολεϊκού.

Η πρωταρχική διαφορά που παρατηρείται στα φιστίκια υψηλού ελαϊκού είναι η αντικατάσταση του λινολεϊκού οξέος με ελαϊκά λιπαρά οξέα στο φιστικέλαιο.

Τα περισσότερα από τα λιπαρά οξέα που υπάρχουν στο φιστικέλαιο είναι παρόντα ως τριακυλογλυκερίνες (TAG) σε περιεκτικότητα περίπου 93,3 έως 95,8% w/w.

Επιστημονικές μελέτες έδειξαν ότι η περιεκτικότητα TAG εξαρτάται από την ωρίμανση των σπόρων και αυξάνεται σταδιακά μέχρι την πλήρη ωρίμανση. Κατέληξαν επίσης στο συμπέρασμα ότι όχι μόνο το περιβάλλον και η τοποθεσία

επηρεάζουν στην σύσταση των λιπαρών οξέων αλλά και επηρεάζει τη χωρική διάταξη του

αυτά τα λιπαρά οξέα που βρίσκονται μέσα σε ειδικά μόρια TAG, με υψηλότερο ποσοστό ελαϊκών ή λινολεϊκών λιπαρών οξέων στη θέση sn-2.

Επιπλέον, η χωροταξική διάταξη αυτών των λιπαρών οξέων μέσα στον σκελετό της γλυκερόλης είναι σημαντική για τις θρεπτικές ιδιότητες που παρουσιάζουν τα έλαια. Στη διάρκεια της πεπτικής διαδικασίας, τα λιπαρά οξέα που βρίσκονται στη θέση sn-2 διατηρούνται, ενώ λιπαρά οξέα στις θέσεις sn-1 και sn-3 απελευθερώνονται από την παγκρεατική λιπάση και διασπώνται.

Επομένως, τα κορεσμένα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας παρουσιάζονται κυρίως σε αυτές τις θέσεις και με σημεία τήξης υψηλότερα από τη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος (18: 0, 20: 0, 22: 0, 24: 0) ώστε να παραμένει ελεύθερο και στερεό εντός του εντερικού αυλού με ασθενή εντερική απορρόφηση και επομένως να μην υπάρχει επίδραση στα λιπίδια του πλάσματος.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (FFA) και οι διακυλογλυκερόλες (DAG) βρίσκονται στο μη επεξεργασμένο φιστικέλαιο. Το ακατέργαστο φιστικέλαιο μπορεί να έχει περιεκτικότητα σε FFA είναι μόλις 0,3%, ενώ στο εμπορικά διαθέσιμο η περιεκτικότητα κυμαίνεται από 0,5 έως 1,5% (Padley et al., 1994). Τα επίπεδα FFA και DAG ποικίλλουν και εξαρτάται από την ωριμότητα των σπόρων.

Οι υγιείς ώριμοι σπόροι αραχίδων έχουν περιεκτικότητα σε FFA μικρότερη από 0,5%. Ωστόσο, εάν οι σπόροι έχουν υποστεί βλάβη, μπορεί να βρεθεί περιεκτικότητα FFA έως 5%. Έτσι, τα υψηλά επίπεδα FFA μπορεί να υποδεικνύουν κακή διαχείριση των καρπών, πρόωμη συγκομιδή πριν προλάβουν να ωριμάσουν οι καρποί ή πιθανή ανάπτυξη μούχλας.

Η περιεκτικότητα φωσφολιπιδίων στο αραχιδέλαιο είναι πολύ χαμηλή (0,3 έως 0,7%) και είναι ένα κύριο συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών του σπόρου.

Τα φωσφολιπίδια αραχίδων (PL) έχουν υψηλό βαθμό ακορεστότητας και τα κύρια PL σε συμβατικά έλαια φιστικιών είναι φωσφατιδυλοχολίνη, φωσφατιδικό οξύ, φωσφατιδυλαιθανολαμίνη, φωσφατιδυλινοσιτόλη, και φωσφατιδυλογλυκερόλη.

2.3 Αντιοξειδωτικά

Η αυτοξείδωση είναι οποιαδήποτε οξείδωση, πραγματοποιείται στον αέρα ή παρουσία οξυγόνου (και μερικές φορές υπό την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας) και έχει σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό υπεροξειδίων και υδροϋπεροξειδίων. Η αυτοξείδωση είναι σημαντική επειδή είναι μια χρήσιμη αντίδραση για τη μετατροπή των ενώσεων σε οξυγονούχα παράγωγα και επίσης επειδή συμβαίνει σε καταστάσεις όπου δεν είναι επιθυμητή (όπως στην καταστροφική πυρόλυση του ελαστικού σε ελαστικά αυτοκινήτων ή σε ταραχή). Αν και σχεδόν όλοι οι τύποι οργανικών υλικών μπορούν να υποστούν οξείδωση στον αέρα, ορισμένοι τύποι είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς στην αυτοξείδωση, περιλαμβανομένων και ορισμένων ακόρεστων ενώσεων που έχουν αλλυλικά ή βενζυλικά άτομα υδρογόνου. Αυτά τα υλικά μετατρέπονται σε υδροϋπεροξειδία με αυτοξείδωση.

Ο μηχανισμός της αυτοξείδωσης είναι ο ακόλουθος:

Εναρξη : $RH \rightarrow R \cdot + H \cdot$ (ελεύθερη ρίζα)

Διάδοση : $R \cdot + O_2 \rightarrow ROO \cdot$ (ρίζα υπεροξειδίου)

$ROO \cdot + RH \rightarrow R \cdot + ROOH$

Τερματισμός : $R \cdot + R \cdot \rightarrow 2R$

$R \cdot + ROO \cdot \rightarrow ROOR$ $ROO \cdot + ROO \cdot \rightarrow ROOR + O_2$

Όπως φαίνεται και από τον μηχανισμό, η αντίδραση συνεχίζεται μέχρι όλες οι ελεύθερες ρίζες να αντιδράσουν προς προϊόντα που δεν παρέχουν πλέον καινούριες ελεύθερες ρίζες.

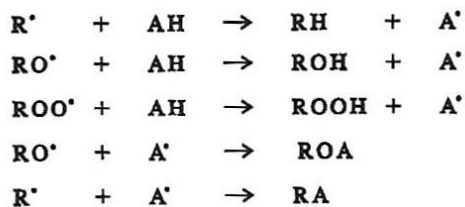
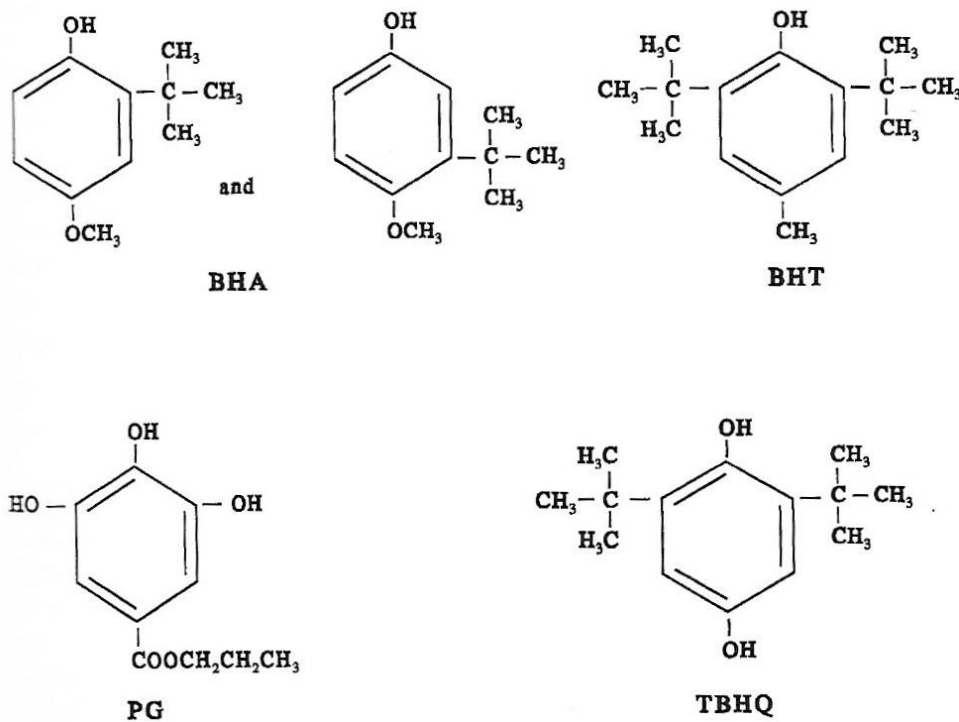
Ως αντιοξειδωτικό ορίζεται κάθε ουσία που καθυστερεί, προλαμβάνει ή απομακρύνει την οξειδωτική βλάβη από ένα μόριο. Η αποφυγή της οξείδωσης διατηρεί τα τρόφιμα αναλλοίωτα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, συνεπώς είναι ένα πολύ βασικό ερευνητικό πεδίο για την τεχνολογία των τροφίμων.

Τα αντιοξειδωτικά χωρίζονται σε φυσικά και συνθετικά. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που υπάρχουν στα τρόφιμα και έχει διαπιστωθεί η αναστολή ή καταστολή της οξείδωσης που οφείλεται σε αυτές. Ενώ τα συνθετικά, είναι ουσίες

που προστίθενται κατά την διάρκεια παραγωγής ενός τρόφιμου για να διατηρηθεί για περισσότερο χρόνο.

Τα πιο γνωστά αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία τροφίμων είναι:

1. Η βουτυριλιωμένη υδροξυανισόλη (BHA)
2. Το βουτυριλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT)
3. Εστέρες του γαλλικού οξέος (PG)
4. Η δι-, τρι-, βουτυλο- υδροκινόνη (TBHQ)



Σχήμα-6: Δομές συνθετικών αντιοξειδωτικών που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία τροφίμων.

Τα φυτά, τα ζώα αλλά και ο άνθρωπος διαθέτουν κάποιες ποσότητες αντιοξειδωτικών και ενζύμων, ενδογενώς, για την προστασία των λιπιδίων τους από την οξείδωση. Πιο συγκεκριμένα το ενδογενές αντιοξειδωτικό σύστημα του ανθρώπου χωρίζεται και δυο μεγάλες ομάδες, τα ενζυμικά και τα μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά.

Ανεξάρτητα από την δράση του ενδογενούς συστήματος, συνήθως δεν αρκεί οπότε δεχόμαστε επιπλέον αντιοξειδωτικές ουσίες μέσω της τροφής, έτσι ώστε να διατηρηθούν οι συγκεντρώσεις των ελεύθερων ριζών σε χαμηλά επίπεδα.

Η ελλιπής έρευνα για τις επιπτώσεις των συνθετικών αντιοξειδωτικών στον άνθρωπο, έχει δημιουργήσει μια επιφυλακτικότητα στην χρήση τους και μια τάση για κατανάλωση κυρίως φυσικών αντιοξειδωτικών.

Ένα από τα φυσικά αντιοξειδωτικά που υπάρχουν τόσο στα φυτά, όσο και στους ζωικούς ιστούς είναι οι τοκοφερόλες.

Μια μεγάλη κατηγορία φυσικών αντιοξειδωτικών αποτελούν τα φαινολικά αντιοξειδωτικά, που όπως προδίδει το όνομα τους περιέχουν στο μόριο τους μια φαινολική ομάδα, και δρουν μέσω του μηχανισμού των ελευθέρων ριζών. Αντιδρούν δηλαδή με τις τελευταίες και τους επιτρέπουν να αντιδράσουν δίνοντας νέες ελεύτερες ρίζες. Ένα παράδειγμα φυσικού αντιοξειδωτικού είναι η βιταμίνη C ή αλλιώς ασκορβικό οξύ.

Πίνακας 3: Ταξινόμηση παρεμποδιστών οξειδώσεως λιπιδίων.

<p>Πρωτοταγή αντιοξειδωτικά Διακόπτουν τις αντιδράσεις διάδοσης παρέχοντας άτομα υδρογόνου στις ελεύθερες ρίζες. Φαινολικές ενώσεις όπως BHA, BHT, TBHQ, PG, τοκοφερόλες, καφεϊκό οξύ, καρνοσόλη, ροσμαρινικό οξύ κ.ά.</p> <p>Δεσμευτές μετάλλου Δεσμεύουν μέταλλα τα οποία με μεταφορά ηλεκτρονίου δημιουργούν ελεύθερες ρίζες. Οξέα ή παράγωγά τους που σχηματίζουν χηλικές ενώσεις όπως EDTA, κιτρικό οξύ, φωσφορικό, άλατα κ.λ.π.</p> <p>Δεσμευτές οξυγόνου Αντιδρούν με το οξυγόνο και ελαττώνουν τη συγκέντρωσή του σ' ένα κλειστό σύστημα. Ασκορβικό οξύ και εστέρες του.</p> <p>Αναγωγικά. Αναγεννούν φαινόλες, συνέργεια. Ασκορβικό οξύ.</p> <p>Αποσβέστες διηγεμένου (singlet) οξυγόνου. Απενεργοποιούν το μονήρες οξυγόνο. Τοκοφερόλες, β-καροτένιο.</p> <p>Ένζυμα Απομακρύνουν ενεργά είδη οξυγόνου. Δισμουτάση σουπεροξειδίου, υπεροξειδάση γλουταθειόνης, οξειδάση γλυκόζης- καταλάση.</p> <p>Μεθυλοσιλικόνη και στερόλες με αιθυλιδενική πλευρική αλυσίδα. Εμποδίζουν τον οξειδωτικό πολυμερισμό σε θερμαινόμενα έλαια. Πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο, Δ⁵-αβεναστερόλη-κιτροσταδιενόλη.</p> <p>Αντιοξειδωτικά με πολλαπλή ή μη πλήρως γνωστή δράση. Φωσφολιπίδια- προϊόντα αντιδράσεων Maillard.</p>
--

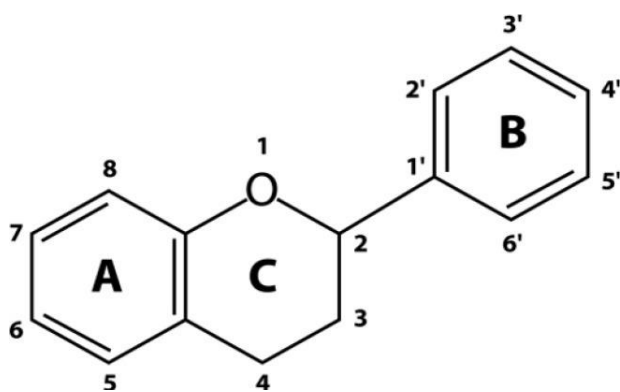
2.4 Φαινόλες

Ως φαινολικές ουσίες ορίζονται οι ενώσεις που διαθέτουν έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους υποκατεστημένους, συνήθως με μια υδροξυλομάδα. Οι φαινολικές ενώσεις είναι μια πολύ μεγάλη κατηγορία των φυσικών προϊόντων και υπάρχουν καταγεγραμμένες περισσότερες από 8.000 δομές αυτής της κατηγορίας. Βρίσκονται κυρίως ως συστατικά φυτικών τροφών, βοτάνων, ποτών και ελαίων.

Ανάλογα με την δομή τους και τον αριθμό των βενζολικών δακτυλίων που περιέχουν στο μόριο τους κατηγοριοποιούνται στις:

- Απλές φαινόλες (έναν δακτύλιο)
- Πολυφαινόλες (δύο ή περισσότερους δακτυλίους)

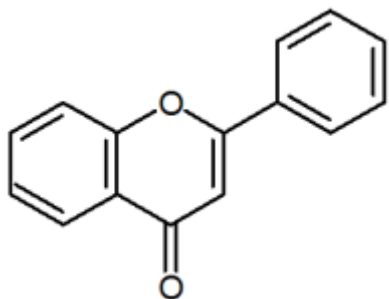
Μια από τις σημαντικότερες κατηγορίες των φαινολικών ενώσεων και επομένως και των πολυφαινολών είναι τα φλαβονοειδή. Αποτελούνται από μια μεγάλη αντιοξειδωτική ομάδα χαμηλού μοριακού βάρους. Η χημική δομή των φλαβονοειδών αποτελείται από δυο αρωματικούς δακτυλίους A και B και από έναν κεντρικό ετεροδακτύλιο C, ο οποίος φέρει ένα οξυγόνο.



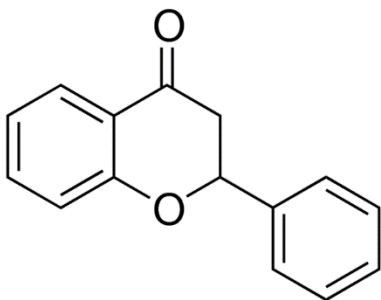
Σχήμα-7: Δομή φλαβονοειδών

Τα φλαβονοειδή ανάλογα με το βαθμό οξείδωσης του ετεροκυκλικού δακτυλίου μπορούν να διακριθούν σε έξι υποκατηγορίες οι οποίες είναι:

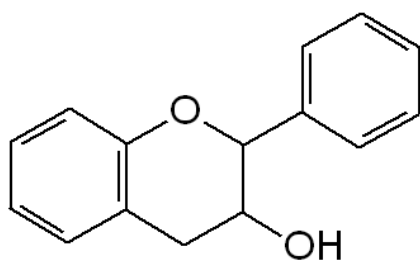
1. φλαβόνες



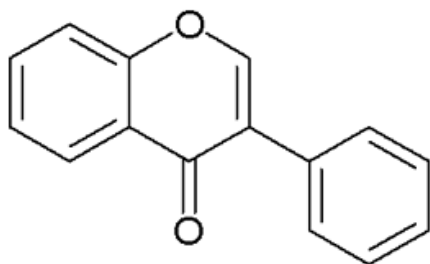
2. φλαβανόνες



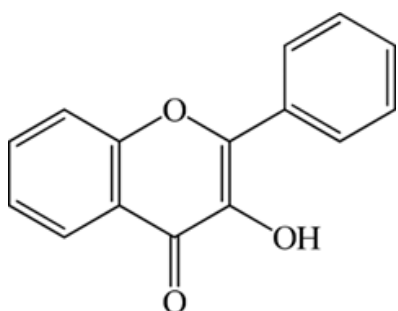
3. φλαβαν-3-όλες



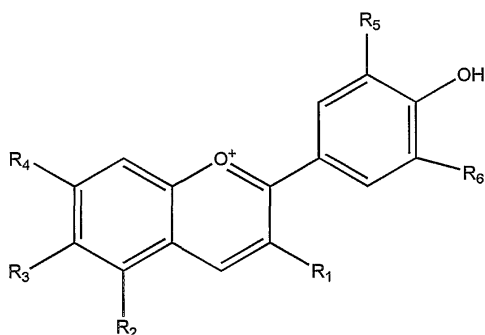
4. ισοφλαβόνες



5. φλαβονόλες



6. ανθοκυανίνες



Η παρουσία διπλού δεσμού μεταξύ C-2 και C-3 και καρβonyλίου στη θέση 4 του δακτυλίου όπως και η παρουσία υδροξυλίου στη θέση 3 του δακτυλίου C και η παρουσία υδροξυλίων στις θέσεις 3 και 4 του δακτυλίου B, είναι τα κύρια δομικά χαρακτηριστικά στα οποία οφείλεται η αντιοξειδωτική δράση των φλαβονοειδών.

Τα φλαβονοειδή δρουν με δυο μηχανισμούς ως αντιοξειδωτικά. Ο πρώτος αφορά την διακοπή των αλυσιδωτών αντιδράσεων της δίνοντας άτομα υδρογόνου στις ρίζες, όπως όλα τα φαινολικά αντιοξειδωτικά. Και ο δεύτερος εστιάζει στον σχηματισμό

συμπλόκων με μεταλλικά ιόντα που εμφανίζουν προοξειδωτική δράση. Στο σχηματισμό των συμπλόκων συμμετέχουν το υδροξύλιο στη θέση 3 και το καρβονύλιο στη θέση 4 των φλαβονολών ή το καρβονύλιο στη θέση 4 και ένα υδροξύλιο στη θέση 5 των φλαβονολών, των φλαβονών και των φλαβανινών. Μερικά από τα πιο σημαντικά φλαβονοειδή είναι η κατεχίνη, η γαλλική κατεχίνη, η κερκετίνη και η καμπεφερόλη. Οι φλαβονόλες διαφέρουν από τις φλαβανόνες λόγω μιας ομάδας υδροξυλίου στη θέση C3, και από έναν C2-C3 διπλό δεσμό. Οι φλαβανόνες και οι φλαβόνες συνήθως βρίσκονται στα ίδια φρούτα και συνδέονται με συγκεκριμένα ένζυμα, ενώ οι φλαβόνες και οι φλαβονόλες σπανίως βρίσκονται μαζί.

Οι ανθοκυανίνες επίσης απουσιάζουν από φυτά πλούσια σε φλαβανόνες ενώ είναι υπεύθυνες για το πορτοκαλί, κόκκινο, μπλε, και μωβ χρώμα σε πολλά φρούτα και λαχανικά. Οι ανθοκυανίνες είναι η σπουδαιότερη ομάδα φυσικών φλαβονοειδών χρωστικών. Στα φυτά βρίσκονται με τη μορφή γλυκοζιτών, κυρίως στη θέση C3, των οποίων τα άγλυκα τμήματα είναι γνωστά ως ανθοκυανίνες και προκύπτουν με όξινη υδρόλυση των πρώτων. Ο θεμελιώδης πυρήνας των ανθοκυανιδίων είναι το χλωριούχο βανζοπυρίλιο, αλλά η μητρική τους ουσία είναι το χλωριούχο 2-φαινυλοβενζοπυρίλιο ή αλλιώς χλωριούχο φλαβύλιο. Κύριος εκπρόσωπος είναι η κυανιδίνη. Οι ανθοκυανίνες είναι υδατοδιαλυτές ενώσεις, τα όξινα άλατα είναι συνήθως κόκκινα και τα μεταλλικά συνήθως μπλε.[6]

2.5 Φαινολικά και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά στο αραχιδέλαιο

Τα φιστίκια με φυσιολογική περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, είτε ωμά είτε ξηρά, είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα πολυφαινολικών ενώσεων σε σύγκριση με άλλες ποικιλίες αραχιδέλαιου. Οι κυριότερες πολυφαινολικές ενώσεις που εντοπίζονται στα φιστίκια είναι το ελεύθερο p-κουμαρικό οξύ, τρία εστεροποιημένα παράγωγα του p-κουμαρικού οξέος και δύο εστεροποιημένα παράγωγα του υδροβενζοϊκού οξέος. Το βενζοϊκό οξύ είναι πολυφαινολική ένωση με το γαλλικό οξύ και το κινναμικό οξύ ως παράγωγα και το p-κουμαρικό ως το παράγωγο υδροξυλίου του κινναμικού οξέος. Ολόκληρα τα φιστίκια είχαν από 8 έως 66 mg/kg p-κουμαρικού οξέος μεταξύ των διαφόρων καλλιεργειών φιστικιών, με την αξία να αυξάνεται σε κατά μέσο όρο 69 mg/kg κατά την ξήρανση με ψήσιμο. Αυτές οι μελέτες αποδεικνύουν ότι οι διαφορές

στην περιεκτικότητα των πολυφαινολικών ενώσεων μεταξύ των καλλιεργειών φιστικιών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη γενετική του περιβάλλοντος, τις συνθήκες ανάπτυξης, την ανθεκτικότητα σε ασθένειες, τον χειρισμό μετά τη συγκομιδή, και την θερμική επεξεργασία.

Σε αντίθεση με τα μακροθρεπτικά συστατικά (πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες), οι βιταμίνες, τα μεταλλικά στοιχεία και τα φυτοθρεπτικά συστατικά δεν είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ζωής. Ωστόσο, η κατανάλωση τους συμβάλει στην πρόληψη ασθενειών και την διατήρηση της καλής υγείας.

Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες η αραχίδα είναι πλούσια σε φυτοθρεπτικά συστατικά και συνεπώς υψηλής διατροφικής σημασίας. Τα σπέρματα αραχίδας περιέχουν ισοφλαβονοειδή, συγκεκριμένα γενιστεΐνη και δαΐδεζίνη, οι οποίες έχουν δομή παρόμοια με το ανθρώπινο οιστρογόνο και γι' αυτό καλούνται φυτοοιστρογόνα. Η μέγιστη περιεκτικότητα γενιστεΐνης και δαΐδεζίνης στα σπέρματα αραχίδας, είναι 49,7mg / 100 g και 82,6mg / 100 g, αντίστοιχα. Στα φυτά, η γκενιστίνη είναι πρόδρομος γλυκοζίτης και *in vivo* υδρογονοποιείται από πεπτικά ένζυμα σε γενιστεΐνη και γλυκόζη. Διάφορες μελέτες έχουν έδειξε ότι η γενιστεΐνη λειτουργεί βιολογικά και ως αντιοξειδωτικό, αναστολέας αγγειογένεσης και αναστολέας ανάπτυξης καρκινικών κυττάρων.

Οι φυτοστερόλες, (δηλαδή οι φυτικές στερόλες) αποτελούν βασικά συστατικά του κυττάρου και είναι παρόμοιες με τη χοληστερόλη. Η β-σιτοστερόλη φαίνεται να είναι η κυρίαρχη πηγή φυτοστερόλης (PS) στα φιστίκια με περιεκτικότητα 61 mg έως 114 mg / 100 g ψημένων φιστικιών.

Μελέτες έχουν αναφέρει ότι η κατανάλωση β-σιτοστερόλης μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη του καρκίνου και συμβάλει στην προστασία κατά της καρδιακής νόσου. Μεταξύ των καλλιεργειών φιστικιών, τα φιστίκια Βαλένθια (ωμά, ξηρά ή ψημένα) περιείχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα φυτοστερολών με το βούτυρο αραχίδας (144-157mg / 100g) και άλευρο φιστικιού (55-60mg / 100g) να περιέχουν σημαντικές ποσότητες φυτοστερολών. Το μη επεξεργασμένο αραχιδέλαιο έχει περιεκτικότητα περίπου 207mg φυτοστερολών/ 100g, που είναι κατά 38% υψηλότερη από την περιεκτικότητα φυτοστερολών στο ελαιόλαδο.

Μελέτες κατέληξαν επίσης στο συμπέρασμα ότι η περιεκτικότητα σε φυτοστερόλες

δεν επηρεάζεται μόνο από την ποικιλία, αλλά και από την ωρίμανση. Ενώ οι φυτοστερόλες είναι παρόμοιες με τη χοληστερόλη, έχουν ιδιαίτερα κακή απορρόφηση και επομένως κυκλοφορούν σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στο αίμα. Έχει επίσης τεκμηριωθεί ότι οι φυτοστερόλες μπορούν να αντικαταστήσουν διατροφικά την χοληστερόλη, μειώνοντας έτσι την πρόσληψη της και τα επίπεδα της στο αίμα.

Τα στιλβένια περιέχουν χημικά δύο βενζολικούς δακτυλίους οι οποίοι ενώνονται με μια γέφυρα δύο ανθράκων. Τα στιλβένια είναι μέλη μιας μεγάλης ομάδα πολυφαινόλων που απαντώνται στα φυτά. Όπως και τα ισοφλαβονοειδή ταξινομούνται ως φυτοιστρογόνα. Η ρεσβερατρόλη (3,5,40-τριυδροξυ-τρανς-στιλβένιο), το πιο μελετημένο στιλβένιο, είναι μια πολυφαινόλη της κατηγορίας των φυτοαλεξινών, που βρίσκεται κυρίως στο δέρμα των σταφυλιών. Πρόσφατα, η ρεσβερατρόλη έχει προσελκύσει τεράστιο επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω των πιθανών οφελών για την υγεία που σχετίζονται με το καρδιαγγειακό σύστημα, την χημειο-προστασία, την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας και τις αντιδιαβητικές και νευροπροστατευτικές ιδιότητες που παρουσιάζει.

Τα στιλβένια που βρίσκονται στην αραχίδα περιλαμβάνουν ρεσβερατρόλη, 3-ισοπενταδιενύλιο, ρεσβερατρόλη και διάφορες αραχιδίνες. Η ρεσβερατρόλη στα φιστίκια χρησιμεύει για την προστασία του φυτού από άλλα παθογόνα φυτά. Παρόλα αυτά ενώ τα φιστίκια είναι πηγή ρεσβερατρόλης, η περιεκτικότητά τους είναι χαμηλή συγκριτικά με αυτή των σταφυλιών. Ωστόσο, η περιεκτικότητά σε ρεσβερατρόλη είναι πολύ μεγαλύτερη στα φύλλα, τις ρίζες, και κελύφη των φιστικιών. Επίσης η περιεκτικότητά σε ρεσβερατρόλη εξαρτάται από τη συγκομιδή και την επεξεργασία μετά από αυτήν, με 45- έως 65-πλάσια αύξηση μετά από επεξεργασία 20 ωρών εμποτισμού / 66 ωρών ξήρανση. Φιστίκια μετά από διαδικασία βρασμού έχουν 10 φορές μεγαλύτερη περιεκτικότητά σε ρεσβερατρόλη σε σύγκριση με τα φιστίκια που δεν έχουν δειχτεί κάποια επεξεργασία μετά την συγκομιδή.

Τέλος σημειώνεται ότι η διατροφική ρεσβερατρόλη απορροφάται καλά διαμέσου του εντερικού βλεννογόνου. Ωστόσο, η βιοδιαθεσιμότητά της είναι χαμηλή λόγω του γρήγορου μεταβολισμού και της εξάλειψής του και μεταβολίζεται γρήγορα. [4]

2.5.1 Προσδιορισμός φαινολών και αντιοξειδωτικών στο αραχιδέλαιο

Βιβλιογραφικά υπάρχουν διάφοροι τρόποι προσδιορισμού αντιοξειδωτικών και φαινολών. Ενδεικτικά μερικοί από αυτούς είναι οι ακόλουθοι:

1. *Προσδιορισμός του αριθμού υπεροξειδίων:*

Βασίζεται στην αναγωγή των υδροϋπεροξειδίων σε όξινες συνθήκες και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος από το ιωδιούχο κάλιο. Το ιώδιο που ελευθερώνεται ογκομετρείται με διάλυμα θειοθειϊκού νατρίου (IUPAC, 1987). Ο αριθμός υπεροξειδίων εκφράζεται σε eq υπεροξειδικώς ενωμένου οξυγόνου ανά kg λιπαρής ύλης.

2. *Μέθοδος προσδιορισμού αντιοξειδωτικής δράσης-DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl):*

Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση του αντιοξειδωτικού με διάλυμα μεθανόλης της σταθερής 1,1-δифαινυλ-2-πικριλυδραζυλικής ρίζας, η οποία με την προσφορά υδρογόνου ανάγεται σε υδραζίνη με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό του διαλύματος. Το DPPH είναι μια ελεύθερη ρίζα που λόγω της παρουσίας του μονήρους ηλεκτρονίου, έχει υψηλή απορρόφηση σε διάλυμα αιθανόλης. Κατά την δέσμευση του ηλεκτρονίου, παρατηρείται μείωση της απορρόφησης. Το ποσοστό αποχρωματισμού του διαλύματος δηλώνει τον αριθμό των ηλεκτρονίων που έχουν δεσμευτεί με στοιχειομετρική αναλογία. [5]

3. *Προσδιορισμός του αριθμού θειο-βαρβιτουρικού οξέος*

4. *Προσδιορισμός του συνόλου των καρβονυλικών ενώσεων*

5. *Δοκιμή Kreis*

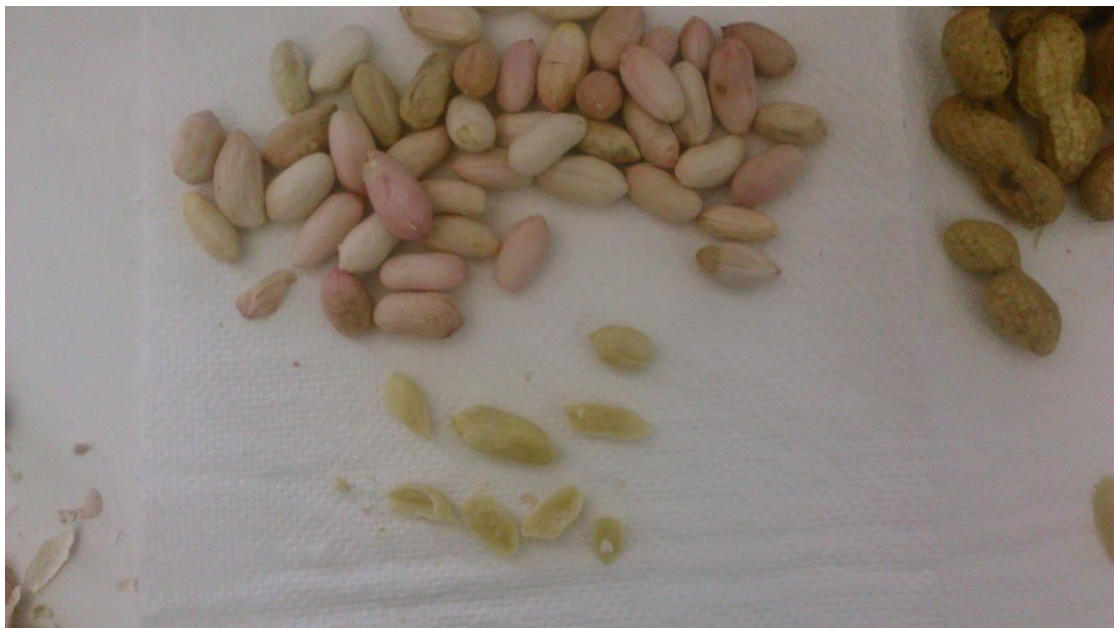
6. *Δοκιμή συζευγμένης οξείδωσης λινελαϊκού οξέος / β-καροτενίου*
7. *Χρωματογραφική ανάλυση πτητικών αέριων προϊόντων αποικοδόμησης των ακόρεστων ακυλολιπιδίων*
8. *Χρωματογραφική ανάλυση αερίων, με μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων*

Η αντιοξειδωτική δράση του αραχιδέλαιου, του κελύφους της αραχίδας και του ίδιου του καρπού καθορίζονται σύμφωνα με πηγές της βιβλιογραφίας κυρίως την μέθοδο προσδιορισμού αντιοξειδωτικής δράσης-DPPH και την μέθοδο προσδιορισμού αριθμού υπεροξειδίων.

3. Πειραματικό μέρος

3.1 Υλικά και όργανα

3.1.1 Δείγματα



Σχήμα-8 : Νωπό δείγμα καρπού αραχίδας



Σχήμα-9 : Ξηρό δείγμα καρπού αραχίδιας

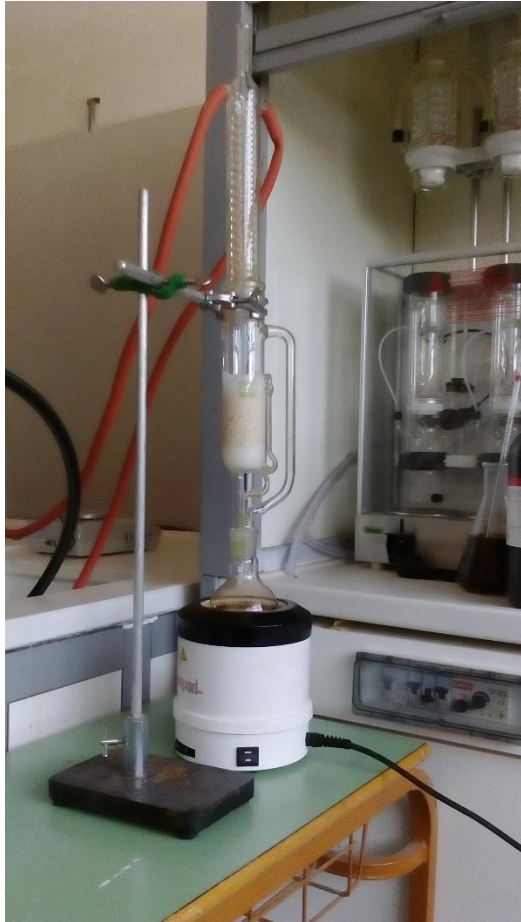
3.1.2 Αντιδραστήρια

Χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια:

- Για την μέθοδο προσδιορισμού φαινολών:
 1. Κατεχίνη
 2. Μεθανόλη 80% με 1% Hcl 37%
 3. Αντιδραστήριο Folin- Ciocalteu (Merck 09001)
 4. Κεκορεσμένο διάλυμα ανθρακικού νατρίου
 5. Απεσταγμένο νερό

- Για την διαδικασία της εκχύλισης:
 1. Πετρελαϊκός αιθέρας

3.1.3 Συσκευές και όργανα



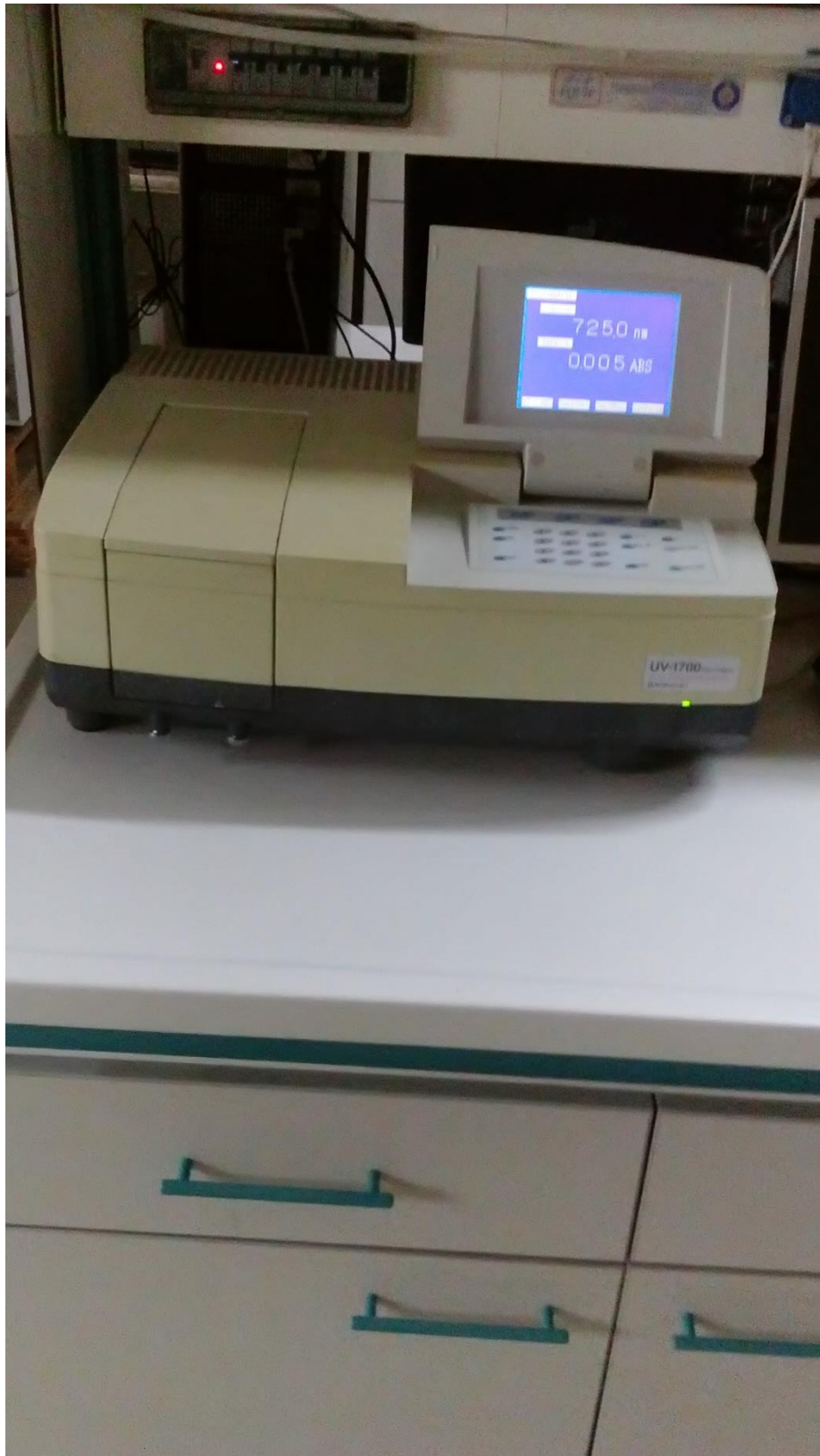
Σχήμα-10 : Συσκευή εκχύλισης Soxlet



Σχήμα-11 : Φυγόκεντρος



Σχήμα-12 : Φυγόκεντρος



Σχήμα- 13: Φασματοφωτόμετρο



Σχήμα- 14: Συσσκευή λυοφιλίωσης (freeze drier)



Σχήμα- 15: Αναλυτικός ζυγός

3.2 Μέθοδοι

3.2.1 Λυοφιλίωση

Η μέθοδος λυοφιλίωσης των τροφίμων είναι μία μέθοδος ξήρανσης, η οποία συνίσταται την κατάψυξη του υπό ξήρανση υλικού και κατόπιν την εξάχνωση του σχηματισθέντος πάγου μέσα στο κατεψυγμένο υλικό, ώστε να παραχθεί αφυδατωμένο προϊόν.

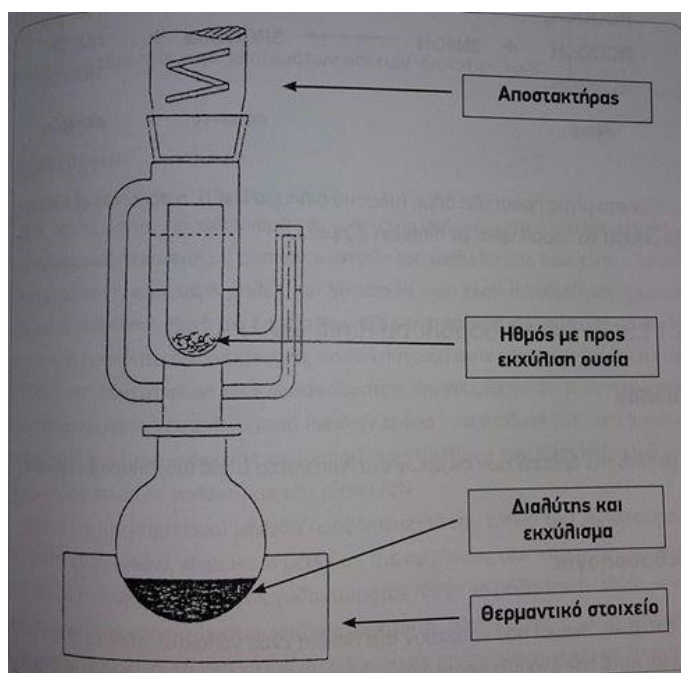
Η ξήρανση συντελείται σε τρία στάδια. Αρχικά, λόγω της κατάψυξης το νερό απομακρύνεται από τα ενυδατωμένα συστατικά του τροφίμου με τη δημιουργία παγοκρυστάλλων. Κατόπιν με εξάχνωση οι κρύσταλλοι απομακρύνονται από την μάζα του τροφίμου. Τέλος αφού όλο το νερό, υπό μορφή πάγου, απομακρυνθεί, η παραμένουσα ποσότητα δεσμευμένου νερού απομακρύνεται με εξάτμιση η οποία γίνεται με αύξηση της θερμοκρασίας του υλικού μέσα στον θάλαμο του λυοφιλοποιητή.

Η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του νερού με εξάχνωση, συντελεί στη δημιουργία προϊόντος με πορώδη υφή που συγχρόνως διατηρεί το σχήμα και το μέγεθος του αρχικού υλικού. Η συρρίκνωση του τροφίμου είναι αμελητέα και η αλλοίωση λόγω της θερμότητας είναι ελάχιστη. Η διατήρηση των πτητικών αρωματικών συστατικών είναι επίσης πολύ καλή και ο βαθμός επανυδάτωσης του προϊόντος πολύ υψηλός. [8]

3.2.2 Εκχύλιση (Μέθοδος Soxhlet)

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των λιπαρών ουσιών σε οποιοδήποτε δείγμα γίνεται με εκχύλιση του με έναν οργανικό διαλύτη. Για τα τρόφιμα η μέθοδος Soxhlet είναι ίσως η πιο διαδεδομένη μέθοδος υπολογισμού λίπους. Για να είναι αποτελεσματική η εκχύλιση θα πρέπει να έχει αφαιρεθεί πριν η υγρασία του δείγματος. Ενώ στη συνέχεια το δείγμα θα πρέπει να καταθρυμματιστεί. Ο θρυμματισμός του δείγματος

γίνεται διότι με αυτόν τον τρόπο ο διαλύτης διαποτίζει ευκολότερα τα τεμμαχίδια του υπό εκχύλιση δείγματος και συμπαρασύρει έτσι τις λιπαρές ουσίες. [8] Μετά τον θρυμματισμό το δείγμα μεταφέρεται σε ειδική πορώδη θήκη (χωάνη), ενώ από πάνω τοποθετείται υδρόφιλος βάμβακας οποίος διατηρεί το δείγμα σταθερό κατά τη διαδικασία της εκχύλισης και αποτρέπει την μεταφορά τεμμαχιδίων στην υγρή φάση. Στη συνέχεια ο διαλύτης θερμαίνεται και φτάνει στον ψυκτήρα υπό την μορφή ατμών, εκεί συμπυκνώνεται και πέφτει υπό μορφή σταγονιδίων πάνω στο δείγμα διαποτίζοντας το. Οι σταγόνες συσσωρεύονται γύρω από το δείγμα στον εκχυλιστήρα της συσκευής και παραμένουν εκεί μέχρις ότου σχηματίσουν ελαιοδιάλυμα, το ύψος του οποίου φτάνει στο ύψος του πλευρικού σωλήνα. Τότε γίνεται σιφωνισμός διαμέσω του οποίου το περιεχόμενο του εκχυλιστήρα μεταφέρεται στον υποδοχέα της συσκευής. [9] Η διεργασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς για περίπου μία ώρα. Ο διαλύτης στη συνέχεια απομακρύνεται με εξάτμιση με αποτέλεσμα την παραμονή υπολείμματος στη φιάλη, το οποίο αποτελείται από το λίπος που υπήρχε αρχικά στο τρόφιμο. [8]



Σχήμα- 16: Διάταξη για την εκχύλιση Soxlet

3.2.3 Μέθοδος προσδιορισμού φαινολών

Εκχύλιση φαινολικών ουσιών

1 g δείγματος εκχυλίζεται για δυο ώρες με 20ml διαλύματος 80% μεθανόλης που περιέχει 1% HCl υπό συνεχή ανάδευση (200 rpm) σε θερμοκρασία δωματίου. Το μείγμα φυγοκεντρείται στα 2000 rpm για 15 λεπτά και το υπερκείμενο διάλυμα μεταφέρεται σε δοκιμαστικό σωλήνα Falcon των 50ml. Το ίζημα της φυγοκέντρισης εκχυλίζεται με τον ίδιο τρόπο. Τα δύο υπερκείμενα διαλύματα μεταφέρονται σε δοκιμαστικό σωλήνα Falcon για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών.

Κατασκευή καμπύλης βαθμολογίας

50 ± 1 mg κατεχίνης διαλύονται με μεθανόλη σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml. 1 ml του διαλύματος μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 25 ml και αραιώνεται με απεσταγμένο νερό. Η συγκέντρωση του προτύπου αυτού διαλύματος είναι 40 µg/ml. Σε έξι ογκομετρικές φιάλες των 25 ml βάζουμε 10 ml απεσταγμένο νερό. Στις 5 από αυτές προσθέτουμε διαδοχικά 1, 2, 3, 4 και 5 ml προτύπου διαλύματος κατεχίνης τα οποία αντιστοιχούν σε 40, 80, 120, 160 και 200 µg κατεχίνης αντίστοιχα. Σε κάθε ογκομετρική φιάλη προσθέτουμε 0,5ml αντιδραστηρίου Folin- Ciocalteu και μετά από 3 min 1 ml κεκορεσμένου διαλύματος ανθρακικού νατρίου. Ανακινούμε καλά και αραιώνουμε μέχρι 25 ml με απεσταγμένο νερό. Μετά από μια ώρα παραμονής σε σκοτεινό χώρο μετράται η απορρόφηση στα 750nm έναντι του τυφλού (το τυφλό αντιστοιχεί στην ογκομετρική φιάλη που δεν περιέχει πρότυπο διάλυμα κατεχίνης).

Προετοιμασία δείγματος

Σε ογκομετρική φιάλη 25 ml προσθέτουμε 10ml απεσταγμένου νερού και 100µl του μεθανολικού εκχυλίσματος του φυτικού δείγματος. Στη συνέχεια προσθέτουμε 0,5ml αντιδραστηρίου Folin- Ciocalteu και μετά από 3 min 1 ml κορεσμένου διαλύματος ανθρακικού νατρίου. Ανακινούμε καλά και αραιώνουμε μέχρι 25 ml με απεσταγμένο νερό. Μετά από μια ώρα παραμονής σε σκοτεινό χώρο μετράται η απορρόφηση στα 750nm έναντι τυφλού.

Υπολογισμός

Ολικές φαινόλες (κατεχίνη ppm) = mV/vw

m = µg (+) - κατεχίνη που περιέχονται στον χρησιμοποιηθέντα όγκο για την μέτρηση

δηλ. 0,1 ml

V = ολικός όγκος του εκχυλίσματος (40ml)

v = όγκος του εκχυλίσματος που προστέθηκε στην ογκομετρική φιάλη (0,1 ml)

w = μάζα του δείγματος (1gr)

4. Αποτελέσματα-Συζήτηση

4.1 Προκαταρκτικά πειράματα

Για τα παλαιά δείγματα:

Τα νωπά δείγματα συλλέχθηκαν κατά την περίοδο συγκομιδής της αραχίδας κατά τον μήνα Οκτώβριο του έτους 2015 από αγρότοπο της περιοχής του δήμου Μεσσήνης του νομού Μεσσηνίας. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ψυγείο σε θερμοκρασία συντήρησης.

Τα ξερά δείγματα συλλέχθηκαν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και τα νωπά δείγματα, με την διαφορά ότι είχαν προηγουμένως υποστεί φυσική ξήρανση από τον ήλιο.

Για τα νέα δείγματα:

Τα προς ανάλυση δείγματα συλλέχθηκαν κατά την περίοδο συγκομιδής της αραχίδας κατά τον μήνα Οκτώβριο του έτους 2016 από αγρότοπο της περιοχής του δήμου Μεσσήνης του νομού Μεσσηνίας. Τοποθετήθηκαν σε ψυγείο σε θερμοκρασία συντήρησης μέχρι την περαιτέρω επεξεργασία τους.

4.2 Κύρια πειράματα

Λυοφιλίωση:

Έγινε μέτρηση του βάρους των δειγμάτων, χωρίς κέλυφος, και τοποθέτηση τους στις ειδικές υποδοχές της συσκευής λυοφιλίωσης. Στη συνέχεια, οι ειδικές υποδοχές τοποθετήθηκαν στη συσκευή η οποία τέθηκε σε λειτουργία υπό κενό στους -54°C για

24h. Μετά την εξαγωγή των δειγμάτων από τη συσκευή, έγινε μέτρηση του νέου βάρους των δειγμάτων.

Εκχύλιση soxlet:

Τα δείγματα που είχαν ήδη υποστεί λυοφιλίωση, ξεφλουδίζονται και θρυμματίζονται έτσι ώστε να μεγαλώσει η επιφάνεια τους. Τα δείγματα ζυγίζονται και τοποθετούνται στο ειδικό πορώδες υλικό της συσκευής εκχύλισης. Τέλος τοποθετείται βαμβάκι και στην πάνω πλευρά από το δείγμα για προστασία της συσκευής. Η συσκευή που αποτελείται από ένα θερμαντικό σώμα, μια φιάλη που περιέχει τον διαλύτη, τη χοάνη όπου τοποθετούμε το δείγμα και τον αποστακτήρα. Τα μέρη της συσκευής συνδέονται και ρυθμίζονται έτσι ώστε να παρέχουν 150 έως 180 σταγονισμούς ανά δευτερόλεπτο, για συνολικά 16 ώρες. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, γίνεται εξάτμιση του διαλύτη για την παραλαβή καθαρού ελαίου, το οποίο στη συνέχεια τοποθετείται σε περιέκτες και φυλάσσεται.

Στα πρώτα δείγματα (παλιά) ο διαλύτης που χρησιμοποιούταν ήταν εξάνιο, όμως λόγω του υψηλού σημείου βρασμού κατά την διαδικασία της εξάτμισης παρατηρήθηκε καταστροφή του δείγματος λόγω της υψηλής θερμοκρασίας. Γι'αυτό μετά από δοκιμή διάφορων διαλυτών επιλέχθηκε ο πετρελαϊκός αιθέρας, ο οποίος έχει χαμηλότερο σημείο βρασμού και δεν επηρέαζε το δείγμα.

4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων

Λυοφιλίωση νωπών δειγμάτων- Χωρίς κέλυφος 2015

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)
1	28,9	17,2
2	20,2	12,5
3	41,3	25,6
4	31,4	25,9
5	40,1	25,5
6	37,4	24,1

Λυοφιλίωση νωπών δειγμάτων- Χωρίς κέλυφος **2015**

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)
1	23,4	13,2
2	28,9	18,1
3	25,9	15,4
4	27,3	16,0

Λυοφιλίωση νωπών δειγμάτων- Με κέλυφος **2015**

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)
1	41,2	26,0
2	44,3	22,6
3	42,0	28,8

Παρατηρήσεις: Παρατηρείται ότι τα δείγματα με κέλυφος, ξεφλουδίζονται δύσκολα, έχουν χαρακτηριστική γεύση νωπού καρπού και χρώμα υποκίτρινο προς διαυγές όπως του ρυζιού. Στα δείγματα χωρίς κέλυφος εντοπίζεται πιο σκληρός καρπός, ίδια γεύση με τα δείγματα ελαφρώς πιο ασθενής από αυτά με κέλυφος και χρώμα λευκό.

Λυοφιλίωση ξερών δειγμάτων- Με κέλυφος **2015**

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)
1	38,9	37,1
2	36,4	34,8
3	41,0	39,3

Λυοφιλίωση νωπών δειγμάτων- Χωρίς κέλυφος **2015**

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)
1	26,3	25,5
2	25,3	23,4
3	34,3	33,3
4	32,1	29,7

Λυοφιλίωση ξερών δειγμάτων- Χωρίς κέλυφος **2016**

ΔΕΙΓΜΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ(g)
1	32,6	31,5
2	33,5	32,4
3	36,8	35,6
4	32,0	31,1
5	31,6	30,8
6	34,2	33,1

Παρατηρήσεις: Τα δείγματα με κέλυφος είναι αρκετά σκληρά, έχουν λευκό χρώμα και ξεφλουδίζονται δύσκολα. Δεν παρατηρείται έντονη γεύση. Τα δείγματα χωρίς κέλυφος είναι τραγανά, ξεφλουδίζονται επίσης δύσκολα, το χρώμα τους είναι υποκίτρινο και η γεύση τους κανονική ως ελαφρώς καβουρδισμένη.

Εκχύλιση Νωπών δειγμάτων 2015

Δείγμα	54,3g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	323,37g
Βάρος ξερού + Soxlet	306,44g
Περιέκτης 1	32,1g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	32,1g

Απόδοση:59,1%

Εκχύλιση Ξερών δειγμάτων 2015

Δείγμα	52,8g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	355,9g
Βάρος ξερού + Soxlet	300,2g
Περιέκτης 1	26,9g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	26,9g

Απόδοση:50,9%

Εκχύλιση Νοπών δειγμάτων 2016

Δείγμα	49,5g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	335,7g
Βάρος ξερού + Soxlet	293,1g
Περιέκτης 1	12,59g
Περιέκτης 2	8,49g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	21,08g

Απόδοση:42,6%

Εκχύλιση Ξερών δειγμάτων 2016

Δείγμα	42,9g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	321,6g
Βάρος ξερού + Soxlet	290,2g
Περιέκτης 1	14,3g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	14,3g

Απόδοση:33,3%

Εκχύλιση Νωπών δειγμάτων 2016

Δείγμα	58,0g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	337,2g
Βάρος ξερού + Soxlet	299,1g
Περιέκτης 1	13,72g
Περιέκτης 2	8,61g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	22,33g

Απόδοση:38,5%

Εκχύλιση Ξερών δειγμάτων 2016

Δείγμα	78,0g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	356,0g
Βάρος ξερού + Soxlet	314,3g
Περιέκτης 1	12,62g
Περιέκτης 2	15,21g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	27,83g

Απόδοση:35,7%

Εκχύλιση Νωπών δειγμάτων 2016

Δείγμα	54,8g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	338,8g
Βάρος ξερού + Soxlet	297,7g
Περιέκτης 1	12,5g
Περιέκτης 2	9,9g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	22,4g

Απόδοση:40,9%

Εκχύλιση Ξερών δειγμάτων 2016

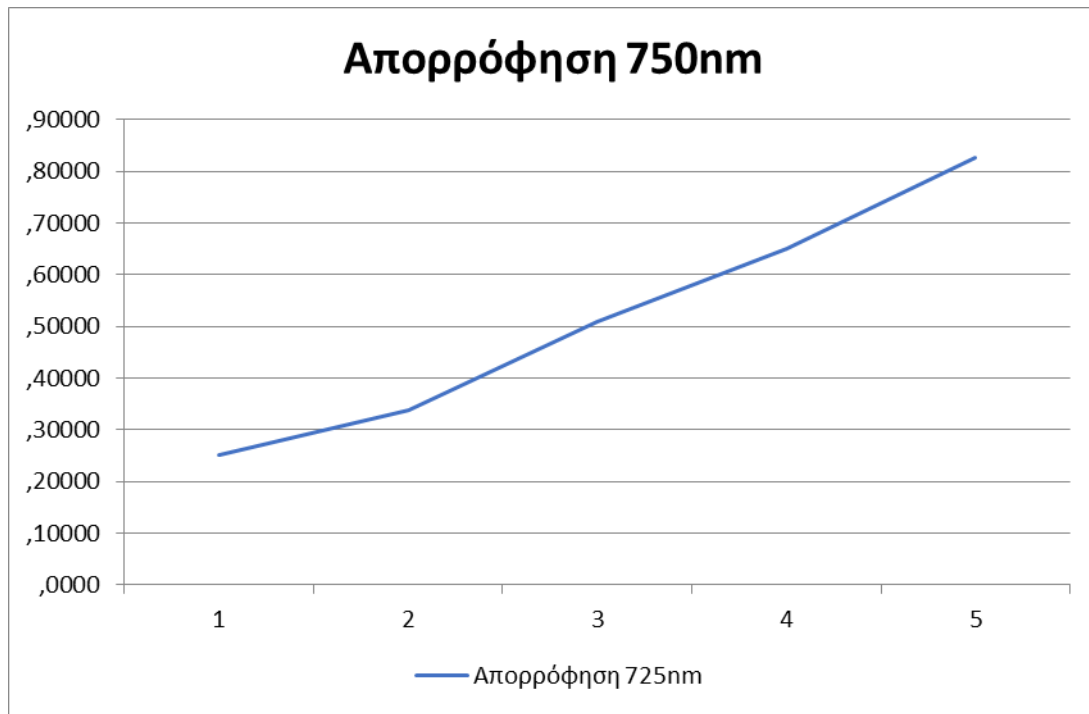
Δείγμα	77,1g
Διαλύτης (Εξάνιο)	250ml
Βάρος υγρού + Soxlet	357,9g
Βάρος ξερού + Soxlet	310,1g
Περιέκτης 1	16,1g
Περιέκτης 2	16,6g
Σύνολο παραγόμενου ελαίου	32,7g

Απόδοση:42,4%

Φωτομέτρηση δειγμάτων:

Δείγματα για την κατασκευή πρότυπης καμπύλης (725nm)

Ποσότητα δείγματος (ml)	Απορρόφηση
1ml	0,250
2ml	0,337
3ml	0,509
4ml	0,651
5ml	0,827



Σχήμα- 17: Πρότυπη καμπύλη αντιοξειδωτικής δραστηρότητας- μέτρηση φαινολών στο δείγμα.

Αποτελέσματα Δειγμάτων (725nm)

Δείγμα	Απορρόφηση
1 (Άραξος 15/11)	0,188
2 (Άραξος 16/11)	0,214
3 (Άραξος 26/11)	0,227
4 (Καλαμάτα 29/11)	0,197
5 (Καλαμάτα 6/12)	0,208

ΠΡΟΦΙΛ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΕ ΠΕΝΤΕ (5) ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΦΙΣΤΙΚΙΟΥ(<i>Arachis hypogea</i>)						
	C(16:0) /ΠΑΛΜΙΤΙΚΟ	C(18:0) /ΣΤΕΑΤΙΚΟ	C(18:1) /ΕΛΑΙΚΟ	C(18:2) /ΛΙΝΟΛΕΙΚΟ	C(18:3) /Α- ΛΙΝΟΛΕΝΙΚΟ	ΕΛΑΙΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ %
ΔΕΙΓΜΑ 1	9,6	1,5	45,3	32,9	0,46	40,3
ΔΕΙΓΜΑ 2	8,5	2,66	44,6	38	0,56	47,3
ΔΕΙΓΜΑ 3	10,4	3,1	47	42,1	1	53,5
ΔΕΙΓΜΑ 4	8,2	1,1	43,2	35,3	0,38	31,8
ΔΕΙΓΜΑ 5	9,3	1,9	46,7	36,8	0,42	39,9

5. Συμπεράσματα

Η τεχνολογική πρόοδος οδήγησε σε αυξημένη ζήτηση για αραχιδέλαιο, φυστικοβούτυρο και τα προϊόντα φιστικιών (φρυγμένα και αλατισμένα και γλυκίσματα). Οι επιστημονικές ανακαλύψεις του George Washington Carver, που αναγνώρισε πολυάριθμες χρήσεις για το φιστίκι και το φυτό, ενθάρρυνε την καλλιέργεια φιστικιών ως μια κερδοφόρα περιστροφική καλλιέργεια για το βαμβάκι, επειδή ανήκει στην κατηγορία των ψυχανθών και βοηθάει στην διατήρηση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους.

Σήμερα, τα φιστίκια είναι η 12η πιο πολύτιμη συγκομιδή που καλλιεργείται στις Ηνωμένες Πολιτείες με εκτιμώμενη αξία εκμετάλλευσης πάνω από ένα δισεκατομμύριο δολάρια (American Peanut Council, 2017). Οι αμερικανοί τρώνε περισσότερα από έξι κιλά προϊόντων φιστικιού ετησίως, τα οποία αποτιμώνται σε περισσότερα από 2 δισεκατομμύρια δολάρια λιανικής πώλησης, με λογιστικά στοιχεία.

Το φυστικοβούτυρο είναι εξαιρετικά δημοφιλές στις ΗΠΑ, θρεπτικό, και οικονομικό. Όπως και με πολλά άλλα είδη τροφίμων, το ενδιαφέρον για τη διατροφική σύνθεση και τη χημεία είναι αποτέλεσμα της χρήσης τους στην ανθρώπινη τροφή. Με τα χρόνια, μελέτες για τη διατροφή των φιστικιών έχουν αποδείξει αυτό η συνηθισμένη κατανάλωση φιστικιών έχει συνδεθεί με μειωμένη εμφάνιση ορισμένων τύπων καρκίνου, καλή υγεία της καρδιάς και βελτιωμένη διαχείριση βάρους. Επιπλέον, έχουν εντοπιστεί άλλες μελέτες όπου η αξία στη φυτοθρεπτική σύνθεση των φιστικιών, μπορεί να βελτιώσει τη γενική υγεία και ευεξία του ανθρώπου.

Η καλύτερη κατανόηση της χημείας των φιστικιών μας επιτρέπει να αξιοποιήσουμε καλύτερα τη δύναμη αυτών των θρεπτικών ουσιών στα βελτιωμένα προϊόντα φιστικιών στο πλαίσιο της βιομηχανίας τροφίμων. Επιπλέον, η καλύτερη κατανόηση της διατροφικής χημείας των φιστικιών μπορεί να βοηθήσει στην χρήση των

φιστικιών ή / και των συστατικών τους αποτελεσματικότερα, στην βιομηχανία ζωοτροφών για τη βελτίωση της υγείας, της ανάπτυξης, και την απόδοση των ζώων παραγωγής.

Η ολοκληρωμένη κατανόηση της χημείας των φιστικιών μας δίνει τη δυνατότητα όχι μόνο να αντιμετωπιστούν θέματα σχετικά με τη διατροφή και την πείνα σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά επίσης, να βελτιωθεί η υγεία και η ευεξία των καταναλωτών μέσω της γνώσης των λειτουργικών συστατικών που βρίσκονται στα φιστίκια. Ως εκ τούτου, στο φάσμα των νέων και αναδυόμενων διατροφικών συνηθειών, σχετικές ερευνητικές μελέτες συνεχίζουν να επεκτείνονται σε μεγάλο βαθμό.

Όπως φαίνεται από τα βιβλιογραφικά αποτελέσματα, τα πιο διαδεδομένα λιπαρά οξέα στο αραχιδέλαιο και στα προϊόντα που προέρχονται από την αραχίδα, είναι το παλμιτικό (16: 0) και το ελαϊκό (18: 1). Τα κύρια λιπαρά οξέα που υπάρχουν ως ακυλγλυκερόλες στα έλαια φιστικιών είναι παλμιτικό (16: 0), ελαϊκό (18: 1), και λινολεϊκό (18: 2). Κανονικά, το στεατικό (18: 0), αραχιδικό (20: 0), εικοσενοϊκό (20: 1), βεχενικό (22: 0) και λιγνοκεραμικό (24: 0) οξύ παρουσιάζονται σε μικρές αναλογίες, ενώ εμφανίζεται ίχνος λινολενικού λιπαρού οξέος (18: 3).

Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) έχουν γενικά χαρακτηριστεί ως αιτία καρκίνου και στεφανιαίας νόσου και πρέπει να καταναλώνονται με φειδώ. Ο μέση αναλογία πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) προς κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA), που συνιστάται από το Υπουργείο Υγείας είναι περισσότερο από 0,45, ενώ οι εμπειρογνώμονες του Παγκόσμιου οργανισμού υγείας WHO/ FAO έχουν αναφέρει κατευθυντήριες γραμμές για μια "ισορροπημένη διατροφή" στην οποία προτείνεται η αναλογία PUFA / SFA να είναι πάνω από 0,4.

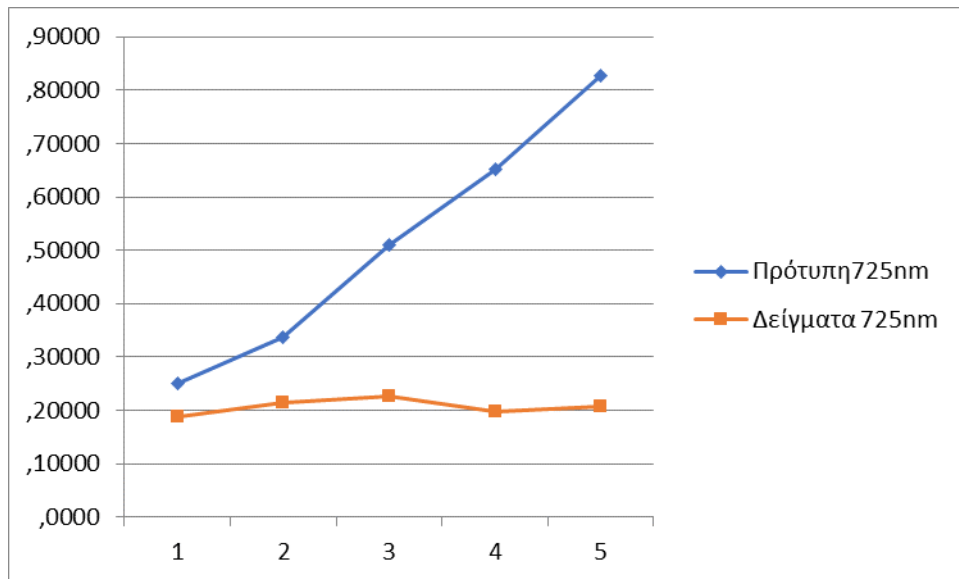
Έχει εκτιμηθεί ότι η παρούσα δυτική διατροφή είναι ανεπαρκής σε πρόσληψη $\omega 3$ λιπαρών οξέων, με αναλογία $\omega 6$ προς $\omega 3$ 15 - 20/1, αντί για 1/1 όπως θα έπρεπε να είναι πιθανώς ανθρώπινα όντα (Σιμόπουλος, 2008). Ο χαμηλότερος λόγος $\omega 6$ / $\omega 3$ στο αραχιδέλαιο δεν αποτελεί τον κανόνα στην πράξη, και θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα διαφορετικού τύπου αραχίδα, στη συγκεκριμένη περίπτωση. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αραχίδα ως μόνη πηγή λιπαρών οξέων στην

ανθρώπινη διατροφή (πιθανώς να ισχύει το ίδιο και στην διατροφή των ζώων) και πρέπει να συνδυαστούν με άλλες τροφές πλούσιες σε ω3 λιπαρά οξέα.

Όπως αναφέρθηκε και στο κύριο κείμενο της εργασίας η σύνθεση των λιπαρών οξέων του αραχιδέλαιου ποικίλλει ανάλογα με τον γονότυπο, την ωριμότητα των σπόρων, τις κλιματολογικές συνθήκες, τη θέση ανάπτυξης και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των παραγόντων. Χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξη των σπόρων κανονικά συνδέεται με λάδι πιο πλούσιο σε ακόρεστα λιπαρά οξέα. Γενικά, έχει αναφερθεί ότι το ελαϊκό οξύ αυξάνεται και το λινελαϊκό οξύ μειώνεται με την ωριμότητα των σπόρων.

Η ελαιοπεριεκτικότητα των δειγμάτων που μελετήθηκαν ήταν μέσα στα πλαίσια τιμών που ορίζονται. Εν συνεχεία, βάση του πίνακα προφίλ λιπαρών οξέων σε 5 δείγματα, που υπάρχει στην παράγραφο 4.3, παρατηρούμε ότι οι τιμές του παλμιτικού οξέος (16:0) είναι σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές που παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία. Για το στεατικό οξύ βρίσκονται και μεγαλύτερες και μικρότερες τιμές, ενώ για το ελαϊκό οξύ (18:0) οι πειραματικές τιμές είναι σημαντικά μεγαλύτερες, τετραπλάσιες, από τις συγκρινόμενες βιβλιογραφικά. Ενώ για το λινολεϊκό οξύ (18:2-ω6) έχουμε συγκρίσιμα με την βιβλιογραφία αποτελέσματα, με κάποιες τιμές λίγο μεγαλύτερες και κάποιες λίγο μικρότερες. Τέλος το λινολενικό (18:3-ω3) είναι σημαντικά λιγότερο αφού οι τιμές είναι υποδιπλάσιες.

Η συνολική περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα υποδηλώνει την παρουσία ορισμένων ενώσεων όπως οι φαινολικές ενώσεις που εμφανίζουν αντιοξειδωτική δράση στα προϊόντα αραχίδων. Οι τοκοφερόλες είναι από αυτές τις ενώσεις που αναφέρθηκαν ότι υπάρχουν στο αραχιδέλαιο και έχουν αντιοξειδωτική δράση. Δεδομένου ότι το λάδι της κάθε ποικιλίας αραχίδων μπορεί να περιέχει μια συγκρίσιμη ποσότητα φαινολικών ενώσεων, η παραλλαγή στο φαινολικό περιεχόμενο μεταξύ των ποικιλιών μπορεί να αποδοθεί στις διάφορες άλλες αντιοξειδωτικές ενώσεις που εμφανίζονται στα αραχιδέλαια. Η υψηλότερη τιμή των αντιοξειδωτικών είναι η απόδειξη της καλής σταθερότητας και της καλύτερης διάρκειας ζωής του αραχιδέλαιου.



Σχήμα-18: Διάγραμμα φαινολικών χαρακτηριστικών δείγματος.

Συνεπώς το συμπέρασμα που μπορεί να προκύψει είναι ότι ο καρπός αραχίδας που μελετήθηκε είχε παραμείνει στο έδαφος αρκετά πριν την συγκομιδή του με αποτέλεσμα να ωριμάσει, και να περιέχει μεγάλη συγκέντρωση ελαϊκού οξέως, ενώ είναι το αραχιδέλαιο που μελετήθηκε έχει τόσο υψηλή συγκέντρωση λινολεϊκό οξέος ($\omega 6$) λιπαρών και τόσο χαμηλές τιμές λινολεϊκού ($\omega 3$). Καθώς και οι τιμές περιεκτικότητας φαινολικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν στα δείγματα είναι σαφώς μικρότερες από αυτές της πρότυπης καμπύλης, το αραχιδέλαιο για το οποίο έγινε η μελέτη μπορεί να χαρακτηριστεί πτωχό θρεπτικά με πολύ χαμηλή αντιοξειδωτική δραστηριότητα, κακή σταθερότητα και χαμηλή διάρκεια ζωής.

6. Βιβλιογραφία

[1] National Peanut Board, 2015

[2] American Peanut Council. (2014). The Peanut Industry. <https://www.peanutsusa.com/about-peanuts/the-peanut-industry3/9-peanut-typesand-production.html>. Accessed Date Νοέμβριος 19, 2017.

[3] American Peanut Council. (2014). The Peanut Industry. <http://www.peanutsusa.com/about-peanuts/the-peanut-industry3/7-peanuts-a-brief-history.html> Accessed Date Νοέμβριος 20, 2017.

[4] Ondulla T. Toomer, (2017), *Nutritional chemistry of the peanut (Arachis hypogaea)*, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, pp. 1040-8398.

[5] S.H. Nile, S.W. Park, (2013), *Fatty Acid Composition and Antioxidant Activity of Groundnut (Arachis hypogaea L.) Products*, *Food Sci. Technol. Res.*, **19** (6), pp. 957 – 962

[6] Δ. Μπόσκου, (2004), *Τεχνολογία Τροφίμων*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ.123-161, 235-239.

[7] Β. Ιγνατιάδου-Ραγκούση (2009), *Χημεία φυσικών προϊόντων*, 1^η έκδοση, Εκδόσεις Αθανασόπουλος και Σια.

[8] Κ. Σ. Σφλώμος, (2011), *Χημεία τροφίμων με στοιχεία διατροφής*. Τόμος Ι. Β έκδοση. Αθήνα: nota. Σελ.302-303, 437-438.

[9] Βαρζάκας Θ., *Σημειώσεις εργαστηρίου Επεξεργασίας 2*, ΤΕΙ Πελοποννήσου. Σελ.17-33 και 83-90.