



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ : «*Capparis spinosa* (κάππαρις η ακανθώδης): Ανασκόπηση στη φυτοχημική σύσταση, στην αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή δράση του φυτού»



ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ: ΠΑΝΟΥΣΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

A.M: 71615074

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΤΡΑΤΗ ΕΙΡΗΝΗ, ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

SENIOR THESIS

TITLE: «Capparis spinosa: Review of the phytochemical composition, antioxidant and antibacterial activity of the plant»



WRITER: PANOUSOPOULOU KONSTANTINA

REGISTRATION NUMBER: 71615074

**SUPERVISOR: STRATI EIRINI, ASSISTANT PROFESSOR OF
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY**

ATHENS, MARCH 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Τίτλος εργασίας: «*Capparis spinosa* (κάππαρις η ακανθώδης): Ανασκόπηση στη φυτοχημική σύσταση, στην αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή δράση του φυτού»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	ΣΤΡΑΤΗ ΕΙΡΗΝΗ	Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	
	ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΡΟΥ ΜΑΡΙΑ	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	
	ΤΡΙΑΝΤΗ ΜΥΡΤΩ	Ακαδημαϊκός Υπότροφος του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

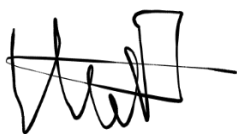
Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΠΑΝΟΥΣΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ του ΘΕΟΦΑΝΗ , με αριθμό μητρώου 71615074 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα,

ΠΑΝΟΥΣΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την έλευση της βέλτιστης διατροφής και με την αύξηση της συνείδησης για την υγεία, οι άνθρωποι επανεξετάζουν τη χρήση των φυτών ως πηγή τροφής και φαρμάκων. Τα προϊόντα που παράγονται από πολλά βότανα και φυτά, όντας πηγή πολυλειτουργικών θεραπευτικών παραγόντων και βιοδραστικών, θεωρούνται σχετικά ασφαλέστερα τόσο για τα ανθρώπινα όντα όσο και για το περιβάλλον. Το φυτό κάπαρη που το συναντάμε σε ολόκληρη τη λεκάνη της μεσογείου έχει μελετηθεί εκτενώς για τις ευεργετικές του ιδιότητες. Το είδος περιέχει μια πολύ πλούσια πηγή βιοδραστικών συστατικών με φαρμακευτική και αντιοξειδωτική δράση και χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια έως σήμερα ως τροφοφάρμακο, λόγω των αντηβακτηριακών και ηπατοπροστατευτικών ιδιοτήτων του. Το εκχύλισμα των ριζών και των στελεχών του φυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή φαρμάκων.

Αυτή η ανασκόπηση αναδεικνύει την ευεργετική δράση και τα οφέλη που παρέχει η κάπαρη στον οργανισμό του ανθρώπου, τη σημασία του φυτού στον κλάδο της ιατρικής και της τεχνολογίας τροφίμων. Επίσης αναλύεται η φυτοχημική σύσταση του φυτού με βάση τον προσδιορισμό των αντιοξειδωτικών και αντιβακτηριακών ενώσεων.

ABSTRACT

With the advent of optimal nutrition and the rise of health awareness, people are rethinking the use of plants as a source of food and medicines. Products that are made from many herbs and plants, being a source of multifunctional therapeutic agents and bioactives, are considered relatively safer for both humans and the environment. The caper plant that is found throughout the Mediterranean basin has been extensively studied for its beneficial properties. The species contain a very rich source of bioactive ingredients with medicinal and antioxidant activity and has been used since ancient times as a food medicine, due to its antibacterial and hepatoprotective properties. The extract of the roots and stems of the plant can be used to make medicines.

This review highlights the beneficial action that *Capparis spinosa* provides to the human body, the importance of the plant in the field of medicine and food technology. The phytochemical composition of the plant is also analyzed based on the determination of antioxidant and antibacterial compounds.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
Κεφάλαιο 1	10
Το φυτό <i>Capparis spinosa</i>	10
1.1 Ιστορική Αναφορά	10
1.2 Βοτανική περιγραφή.....	10
1.3 Η προέλευση του φυτού.....	11
1.4 Συνθήκες καλλιέργειας της κάπαρης	12
1.5 Διάθεση στην αγορά.....	13
Κεφάλαιο 2	15
Φυτοχημική σύσταση και διατροφική αξία του φυτού	15
2.1 Φυτοχημική σύσταση	15
2.1.1 Αλκαλοειδή.....	15
2.1.2 Φυτοστερόλες.....	15
2.1.3 Φλαβονοειδή και Φαινολικά οξέα.....	16
2.2 Διατροφική αξία	18
2.2.1 Πρωτεΐνες	19
2.2.2 Λιπαρά οξέα.....	20
2.3 Η ζύμωση της κάπαρης	22
2.3.1 Η επίδραση της ζύμωσης στη φυτοχημική σύσταση.....	23
2.3.2 Το γευστικό προφίλ της ζυμωμένης κάπαρης	24
Κεφάλαιο 3	26
Χρήσεις του φυτού της κάπαρης	26
3.1 Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων και βιοδραστικών.....	26
3.1.2 Απόσταξη με νερό	27
3.1.3 Απόσταξη με συνδυασμό ατμού και νερού	27
3.1.4 Απόσταξη με υδρατμούς.....	28
3.2 Εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες	28
3.2.1 Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες	28
3.2.2 Εκχύλιση με ψυχρό λίπος.....	29
3.2.3 Εκχύλιση με θερμό λίπος.....	29
3.2.4 Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες	29
3.3 Εκχύλιση με τεχνικές Υψηλής Ενέργειας	30

3.3.1 Εκχύλιση με μικροκύματα (Microwave-assisted Extraction)	30
3.3.2 Εκχύλιση με υπερήχους	30
3.4 Παραλαβή αιθέριου έλαιου από το φυτό <i>Capparis spinosa</i>	31
3.5 Εφαρμογές του φυτού στη βιομηχανία	32
3.5.2 Παραγωγή τροφίμων από πρωτεάση κάπαρης	32
Κεφάλαιο 4	36
Συνεισφορά της κάπαρης στην υγεία	36
4.1 Αντιμικροβιακές ιδιότητες	37
4.2 Αντιοξειδωτική δράση	39
4.3 Δράση κατά της πλάκας	40
4.4 Ηπατοπροστατευτική δράση	40
4.5 Αντικαρκινική δράση	42
4.6 Αντιδιαβητική δράση	43
4.7 Αντιαλλεργική και ανισταμινική δράση	44
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	47
Αναφορές σε άρθρα/ βιβλία/ ανασκοπήσεις	47
Αναφορές σε εικόνες/ιστοσελίδες:	49

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φυτά χρησιμοποιούνται από τα αρχαία χρόνια ως πηγή τροφής και φαρμάκων. Στη σύγχρονη εποχή τα φαρμακευτικά φυτά αποκτούν όλο και πιο σημαντικό ρόλο στη φαρμακευτική βιομηχανία, λόγω της παρουσίας φυσικών δραστικών φυτοχημικών, ικανών να προσφέρουν διάφορα οφέλη στην υγεία. Η κάπαρη ή ακανθώδης είναι ένας κοινός πολυετής θάμνος ο οποίος ανήκει στην οικογένεια των καππαροειδών και ευδοκίμει σε βραχώδη και άνυδρα εδάφη. Συναντάται σε άγρια κατάσταση στη Μεσόγειο και τη Μέση Ανατολή. Το φυτό έχει πικάντικη και πικρή γεύση και συχνά χρησιμοποιείται στην μαγειρική ως καρύκευμα. Άλλες χρήσεις του φυτού είναι στην παρασκευή φαρμάκων και καλλυντικών. Το φυτό έχει ιδιαίτερα υψηλή διατροφική αξία καθώς περιέχει υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, φυσικά αντιοξειδωτικά, φυσικά σάκχαρα, αλκαλοειδή, τερπενοειδή, βιταμίνες, ανόργανα άλατα και αντιμικροβιακούς παράγοντες.



Εικόνες 1 και 2. Καπαρόμηλα και φύλλα κάπαρης τουρσί

Σκοπός αυτής της πτυχιακής είναι η καταγραφή και η αξιολόγηση των φυτοχημικών ιδιοτήτων του φυτού της κάπαρης. Αναλύονται τα διάφορα είδη κάπαρης, η διατροφική αξία, οι αντιοξειδωτικές και αντιβακτηριακές ιδιότητες του φυτού καθώς και η συμβολή του φυτού στην ανθρώπινη υγεία και η αξιοσημείωτη συνεισφορά των εκχυλισμάτων του στην παραγωγή φαρμάκων.

Κεφάλαιο 1

Το φυτό *Capparis spinosa*

1.1 Ιστορική Αναφορά

Η κάππαρις η ακανθώδης αναφέρεται ως ένα φυτό με ευρεία κατανομή στον αρχαίο κόσμο από την Νότια Ευρώπη, Βόρεια και Ανατολική Αφρική, Μαδαγασκάρη, Κεντροδυτική και Κεντρική Ασία έως την Αυστραλία και την Ωκεανία ((Masset Claude. J. M. Renfrew, 1973); Fici, 2004). Η σχέση μεταξύ της κάπαρης και του ανθρώπου εντοπίζεται πίσω στην εποχή του λίθου. Η πρώτη καταγεγραμμένη χρήση της *C. spinosa* ήταν για ιατρικούς σκοπούς το 2000 π.Χ. από τους Σουμέριους. Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν επίσης το φυτό για τους ίδιους σκοπούς. Η κάππαρη έχει μεγάλη ιστορία ως αρχαίοφυτο, τα μπουμπούκια ανθών, οι καρποί, οι σπόροι, οι βλαστοί και ο φλοιός των ριζών παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν για φαρμακευτικούς σκοπούς, ιδίως για τον ρευματισμό (Aytaç, Kinaci and Ceylan, 1984)(Renfrew, 1973);; Rivera et al., 2003). Υπολείμματα του φυτού έχουν ανακαλυφθεί κατά καιρούς σε πολλούς αρχαιολογικούς χώρους ήδη από την κατώτερη Μεσολιθική εποχή (9500–9000 π.Χ.)

Σύμφωνα με τον Διοσκουρίδη στην αρχαία Ελλάδα, ο καρπός και ο φλοιός της ρίζας του φυτού χρησιμοποιούνταν για την θεραπεία των ασθενειών της σπλήνας και για προβλήματα του ουροποιητικού και του πεπτικού συστήματος. Επίσης αναφέρει ότι οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν το φυτό ως αναλγητικό για τον πονόδοντο και τον πόνο των αυτιών. Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος αναφέρει επιπλέον πως ο φλοιός των ριζών χρησιμοποιούνταν για την αφαίρεση των λευκών κηλίδων που προκαλούνται από τη λεύκη.

Εκτός από την αρχαία Ελλάδα υπάρχουν αναφορές για χρήση του φυτού ως φάρμακο σε πολλές μέρη του κόσμου, όπως η αρχαία Αίγυπτος, η αρχαία Αραβία και η αρχαία Κίνα (Jiang et al., 2007).

1.2 Βοτανική περιγραφή

Η κάππαρις η ακανθώδης ανήκει σε μια από τις πιο σημαντικές οικογένειες φυτών, αυτή των καππαροειδών και είναι στενά συνδεδεμένη με την οικογένεια των κραμβοειδών (Hall, Sytsma and Iltis, 2002). Το γένος κάπαρη περιλαμβάνει περίπου 250 είδη τα οποία κατανέμονται στις περιοχές της Μεσογείου, στις ακτές του Ατλαντικού, στα εδάφη της Μαύρης Θάλασσας και στην Κασπία Θάλασσα. Η κάπαρη συναντάται με τη μορφή βοτάνων ή θάμνων και σπανιότερα ως μικρά δέντρα και το ύψος τους κυμαίνεται στα 30-100 cm. Η ταξινόμηση των διαφορετικών ειδών βασίζεται κυρίως σε ποσοτικά και ποιοτικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως το σχήμα των φύλλων και η παρουσία ή η απουσία αγκαθιών (Givianrad et al., 2011).

Το γένος κάππαρις η ακανθώδης έχει αβέβαιη ταξινομική θέση. Σύμφωνα με μία έρευνα που έγινε στα είδη κάπαρης με βάση το αποτύπωμα DNA, διαπιστώθηκε ότι το

γένος κάππαρις η ακανθώδης δεν είναι πραγματικό είδος αλλά ότι είναι ένα υβρίδιο των *Capparis orientalis* και *Capparis sicula* (Argentieri *et al.*, 2012). Η κάππαρις η ακανθώδης αποτελείται από ένα μόνο είδος το *C. spinosa* και αντιπροσωπεύεται από τέσσερα είδη: *C. spinosa subsp. spinosa*, *C. spinosa subsp. rupestris*, *C. spinosa subsp. cordifolia*, *C. spinosa subsp. himalayensis* (Fici, 2014).

Το φυτό αυτό είναι ένας πολυετής χειμωνιάτικος – φυλλοβόλος θάμνος. Μπορεί να είναι όρθιο, επικλινές με διακλαδώσεις ή χωρίς. Τα χρώματα των κλαδιών μπορεί να είναι διάφορα , όπως πράσινα, κίτρινα ή κόκκινα και είναι είτε ίσια είτε ελικοειδή. Οι ράβδοι των φύλλων φτάνουν τα 6 mm και κάποιες φορές μπορεί να μορφοποιηθούν σε αγκάθια, εξ ου και η ονομασία *spinosa*. Τέλος οι καρποί του φυτού μπορεί να είναι ελλειψοειδείς, ωοειδείς ή επιμήκεις (Chedraoui *et al.*, 2017).



Εκόνα 3. *Capparis spinosa*

1.3 Η προέλευση του φυτού

Η κάππαρις η ακανθώδης είναι είδος υψηλής αντοχής στην ξηρασία, υπήρχε από πάντα ως γηγενές φυτό στη Δυτική και Κεντρική Ασία, αλλά τελευταία καλλιεργείται εκτενώς στην Αλγερία το Μαρόκο και σε μεσογειακές χώρες όπως η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία. Σε αυτές τις χώρες, βρίσκεται όχι μόνο σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, αλλά και σε αρχαιολογικούς χώρους, κάτι το οποίο αποδεικνύει την παραδοσιακή του σημασία ως άγριο φάρμακευτικό φυτό (Gull *et al.*, 2015).

Υπολείμματα κάπαρης έχουν βρεθεί σε αρχαιολογικούς χώρους ήδη από την κατώτερη μεσολιθική εποχή. Στην Συρία στην περιοχή Sweyhat έχουν βρεθεί βάζα με μπουμπούκια ανθών και άγουρων καρπών τα οποία υπολογίζονται πως ανήκουν χρονολογικά στο 2400-1400 π.Χ. και πιθανόν έχουν αποθηκευτεί για χρήση ως καρύκευμα. Στη Μέση Ανατολή, σύμφωνα με τον Zohary η κάπαρη θεωρείται ως ιθαγενής γλωρίδα που κατανέμεται στην Αφρική και τη νοτιοδυτική Ασία ενώ ο Jacobs έχει προτείνει ότι η *C. spinosa* της Μαλαισίας και της Αυστραλίας εισήχθη από τον άνθρωπο (Chedraoui *et al.*, 2017).

Σύμφωνα με κάποια ευρήματα σε μία παλαιολιθική τοποθεσία στην Αίγυπτο, υποστηρίζεται πως η κατανάλωση κάπαρης χρονολογείται 17.000 χρόνια πριν (Masset and Renfrew, 1973). Τέλος, σπόροι του φυτού έχουν βρεθεί σε διάφορες περιοχές του αρχαίου κόσμου όπως στο Tell es-Sawwan στο Ιράκ το 5800 π.Χ. και στους τάφους Yanghai στην Κίνα το 2800 π.Χ. (Jiang *et al.*, 2007).

1.4 Συνθήκες καλλιέργειας της κάπαρης

Η καλλιέργεια αυτού του φυτού είναι περιορισμένη και οι περισσότερες από τις παραδοσιακές και εμπορικές χρήσεις της κάπαρης εξαρτώνται αποκλειστικά από τη συγκομιδή των άγριων φυτών.

Η κάπαρη προσαρμόζεται σε φτωχά εδάφη και είναι ευρέως διαδεδομένη σε βραχώδεις περιοχές, βουνά και αναπτύσσεται σε πολλούς τύπους εδάφους. Παρουσιάζει καλή ανάπτυξη σε ηφαιστειακά ή αλκαλικά εδάφη και ευδοκίμει σε έδαφος με pH από 6,1 έως 8,5. Το φυτό αναπτύσσεται ευρέως αμέσως μετά τις βροχερές περιόδους (Απρίλιος–Μάιος) και αρχίζει να εξαφανίζεται στις αρχές του κρύου καιρού (Σεπτέμβριος–Οκτώβριος) (Tlili *et al.*, 2011). Επιπρόσθετα, το φυτό μπορεί να αλλάξει τη δομή των φύλλων, του μίσχου και της ρίζας του σε συνθήκες έντονης ξηρασίας. Τα συστήματα ξυλώματος και ινωδών αγγείων αυξάνονται και η περιοχή διέλευσης μεταξύ της ρίζας και του στελέχους διευρύνεται προκειμένου να ενισχυθεί η απορρόφηση νερού και η ικανότητα αποθήκευσης (Gan *et al.*, 2013).

Η καλλιέργεια της κάπαρης ξεκίνησε γύρω στο 1970 στην Ισπανία και την Ιταλία και αργότερα στο Μαρόκο. Οι σημαντικές χώρες που παράγουν κάπαρη είναι η Τουρκία, το Μαρόκο, η Ισπανία, η Ελλάδα, η Γαλλία και η Ιταλία. Η μέση ετήσια παραγωγή εκτιμάται ότι είναι περίπου 10.000 τόνοι: 3500–4500 τόνοι παράγονται στην Τουρκία, 3000 τόνοι στο Μαρόκο, 500–1000 τόνοι στην Ισπανία και 1000–2000 τόνοι σε άλλες χώρες (Tlili *et al.*, 2011).

Η κάπαρη φυτεύεται με σπόρο ή μόσχευμα. Σε πολλά μέρη φυτρώνει από μόνη της σε μέρη που δεν το περιμένουμε. Παρόλα αυτά οι τρόποι πολλαπλασιασμού του φυτού έχουν πολλές πρακτικές δυσκολίες. Στην πρώτη περίπτωση, η δυσκολία φύτευσης οφείλεται σε ένα σκληρό εξωτερικό περίβλημα του σπόρου το οποίο καθιστά δύσκολη την ενυδάτωση και στη συνέχεια τη βλάστηση του εμβρύου. Στη συνέχεια αφού ο σπόρος βλαστήσει, οι πιθανότητες να επιζήσει το φυτό είναι της τάξης του 25%. Για αυτό το λόγο τα περισσότερα φυτά κάπαρης καλλιεργούνται *in vitro* από ιστούς του φυτού.

Η κάπαρη καλλιεργείται για τα μπουμπούκια των ανθέων της, τα οποία συλλέγονται όταν έχουν μέγεθος από 7-15 mm. Οι βλαστοί της κάπαρης δε συλλέγονται τον 1ο χρόνο, ενώ η κάπαρη φθάνει στην πλήρη παραγωγή της τον 3ο χρόνο. Καλό είναι οι κάπαρες να συλλέγονται καθημερινά, δεδομένου ότι οι νεώτεροι οφθαλμοί ανθέων έχουν καλύτερη ποιότητα. Οι κάπαρες αξιολογούνται ανάλογα με το πόσο μικρό είναι το μέγεθός τους.

Στην Ινδία και στο Πακιστάν, η ανθοφορία ξεκινά τον Μάρτιο και τελειώνει τον Μάιο ενώ στη λεκάνη της Μεσογείου είναι από τον Ιούλιο έως τον Αύγουστο. Είναι ενδιαφέρον ότι σε ορισμένες περιοχές του Πακιστάν παρουσιάζει δύο εποχές ανθοφορίας. Η μία ξεκινάει τον Μάρτιο και τελειώνει το Μάιο και η δεύτερη ξεκινάει τον Σεπτέμβριο και ολοκληρώνεται τις αρχές Νοεμβρίου. Τα άνθη με πέταλα ροζ-κόκκινο είναι νυχτερινά, δηλαδή ανοίγουν το σούρουπο ή τη νύχτα, επεκτείνονται πλήρως μόνο για μία ώρα και στη συνέχεια πέφτουν (Levizou, Drilias and Kyparissis, 2004).

Το γένος αυτό μπορεί εύκολα να καλλιεργηθεί υπό ξηρές κλιματολογικές συνθήκες, ιδιαίτερα σε χώρες του Τρίτου Κόσμου, λόγω της υψηλής προσαρμοστικότητάς τους στις συνθήκες ξηρασίας. Επιπλέον, αυτά τα είδη μπορούν να αυξήσουν το εισόδημα και τη διαβίωση των καλλιεργητών.

1.5 Διάθεση στην αγορά

Η κάππαρη που βρίσκουμε στο εμπόριο για κατανάλωση ως τρόφιμο είναι συνήθως το είδος *Capparis spinosa*, η οποία συναντάται ευρύτατα στην περιφέρεια της Μεσογείου και στην κεντρική Ασία. Αυτά τα προϊόντα έχουν εκτιμηθεί κυρίως για την πικάντικη και πικρή τους γεύση. Το τουρσί από μπουμπούκια ανθών είναι το πιο δημοφιλές προϊόν. Η συγκομιδή γίνεται όσο είναι ακόμα κλειστοί οι ανθοί. Οι καρποί όσο είναι νωποί είναι πικροί, η πικράδα αυτή μετριάζεται μαρινάροντάς τα σε άλμη με αλάτι και ξύδι. Η πικάντικη γεύση της κάπαρης οφείλεται στο σιναπέλαιο (γλυκοκαππαρίνη), που υπάρχει στους ιστούς του φυτού. Η ευχάριστη έντονη γεύση της, γίνεται αντιληπτή, αφού γίνει τουρσί, γιατί η άλμη βοηθά στον σχηματισμό του καπρικού οξέος, που την αναδεικνύει.

Ο διαχωρισμός γίνεται με βάση το μέγεθος, με τα μικρότερα να έχουν την μεγαλύτερη ζήτηση στην αγορά.

Η κατηγοριοποίηση της κάπαρης γίνεται ως εξής:

- non-pareil (έως 7 mm)
- surfines (7–8 mm)
- capucines (8–9 mm)
- capotes (9–11 mm)
- fines (11–13 mm)
- grusas (14+ mm)

Εάν δεν γίνει συλλογή ο ανθοφόρος οφθαλμός, ανθίζει και παράγει το μούρο κάπαρης.



Εικόνα 4. Διαφορετικά μεγέθη φρούτων κάππαρης

Η κάππαρη διατίθεται συνήθως σε πολλές χώρες της Μεσογείου, με σημαντικότερες να είναι η Τουρκία, Ελλάδα, Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία και Μαρόκο και εξάγονται κυρίως σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, στις ΗΠΑ και στο Ηνωμένο Βασίλειο, ως προϊόν ντελικατέσεν.

Η υφιστάμενη εθνική και διεθνής νομοθεσία για τα τρόφιμα αναφέρει ότι κάππαρη είναι τα μπουμπούκια του *Capparis spinosa*, αλλά υπάρχουν ενδείξεις ότι χρησιμοποιούνται και άλλα είδη. Έτσι τεχνικές για την ταυτοποίηση του είδους που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο, θα μπορούσαν να είναι πολύ χρήσιμες για τον ποιοτικό έλεγχο του προϊόντος.

Με σκοπό τον προσδιορισμό του είδους η έρευνα DNA έχει επίσης αναπτυχθεί και είναι πολύ χρήσιμη για τη διάκριση του είδους. Παρόλα αυτά τέτοιες μοριακές τεχνικές είναι αρκετά ακριβές και πολύ χρονοβόρες, οπότε καθίστανται ακατάλληλες για έλεγχο ποιότητας. Από την άλλη πλευρά, η μακρομορφολογική μελέτη του έμβριου υλικού στην κάππαρη έδειξε υψηλή ποικιλομορφία σε διαφορετικά χαρακτηριστικά, ειδικά στους ανθήρες και στο νέκταρ. Η χρήση αυτής της ποικιλομορφίας για τον καθορισμό της προέλευσης των εμπορικής κάππαρης φαίνεται υποσχόμενη.



Εικόνα 5. Υπαίθρια αγορά κάππαρης στο Μαρόκο (Photograph by C. Inocencio).

Κεφάλαιο 2

Φυτοχημική σύσταση και διατροφική αξία του φυτού

2.1 Φυτοχημική σύσταση

Τα είδη της κάππαρης έχουν διερευνηθεί ως πολύτιμη πηγή συστατικών υψηλής αξίας και βιολογικά δραστικών ουσιών. Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των φυτοχημικών καθορίζουν τις φαρμακευτικές, διατροφικές και βιολογικές ιδιότητες του φυτού. Η κάππαρη παρουσιάζει μία πολύπλοκη φυτοχημική σύνθεση. Περιλαμβάνει φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή, φυτοστερόλες και γλυκοσινολάτες.

2.1.1 Αλκαλοειδή

Από τις ρίζες του φυτού της κάππαρης έχουν απομονωθεί τα αλκαλοειδή σπερμιδίνη, ισοκοδονοκαρπίνη, καπαρισίνη, καπαριδισίνη, καπαρίνη και καπαρινίνη. Από αυτές τις ενώσεις, η σπερμιδίνη, η ισοκοδονοκαρπίνη, η καπαρίνη και η καπαρινίνη, καθώς και η κοδονοκαρπίνη, η καπαρισίνη, η καδαβακίνη-26-O-β-d-γλυκοσίδη και η καπαρίνη-26-O-β-d-γλυκοσίδη απομονώθηκαν από φλοιό ξηράς ρίζας του φυτού *C. decidua*. Δύο αλκαλοειδή σπερμιδίνης, η καπαρισίνη-26-O-β-d-γλυκοσίδη και η καδαβακίνη-26-O-β-d-γλυκοσίδη βρέθηκαν σε ρίζες του *C. spinosa*, ενώ άλλα αλκαλοειδή, όπως τα N-ακετυλιωμένα αλκαλοειδή της σπερμιδίνης, 15-N-ακετυλοκαπαρισίνη και 14-N-ακετυλο ισοκοδονοκαρπίνη διερευνήθηκαν επίσης από τον ριζικό φλοιό του *C. decidua*. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ρίζες των διαφόρων ειδών κάππαρης είναι πλούσιες σε αλκαλοειδείς ενώσεις σπερμιδίνης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσική πηγή απομόνωσης αυτών των πολυαμινοαλκαλοειδών για ανάπτυξη σχετικών φυτοϊατρικών.

Τον τελευταίο καιρό, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την έρευνα αυτών των φυσικών ενώσεων πολυαμίνης, λόγω των πολλαπλών βιολογικών λειτουργιών τους και των πιθανών θεραπευτικών αποτελεσμάτων. Οι πολυαμίνες σπερμιδίνη και σπερμίνη αναφέρονται ότι παίζουν ουσιαστικό ρόλο στον πολλαπλασιασμό, την ανάπτυξη και την εξέλιξη των κυττάρων των θηλαστικών. Επιπλέον, αυτές οι πολυαμίνες έχουν αποδειχθεί ότι παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές και αντιαλλεργικές δράσεις και καταστολή της διαδικασίας της γλυκοζυλίωσης. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτές οι πολυαμίνες έχουν βρεθεί ότι προλαμβάνουν την αρτηριοσκλήρωση και προάγουν την υγιή ανάπτυξη των μαλλιών που αποδίδεται στις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές τους και τις πολλαπλασιαστικές τους ιδιότητες.

2.1.2 Φυτοστερόλες

Οι στερόλες είναι παράγωγα του σκουαλενίου, πρόκειται δηλαδή για στερεές αλκοόλες ελεύθερες ή με τη μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα. Οι φυτοστερόλες είναι πρόδρομες

ενώσεις της βιταμίνης D, δρουν αντιοξειδωτικά και έχουν αντιφλεγμονώδεις και αντιπυρετικές ιδιότητες.

Το έλαιο από το φυτό της κάππαρης περιέχει χολιστερόλη, βρασικαστερόλη, καμπεστερόλη, στιγμαστερόλη και β-σιτεστερόλη.

Εκτός από αυτό, πρόσφατες εκθέσεις αποκαλύπτουν επίσης την απομόνωση ισοκοδονοκαρπίνης, χολιστερόλης, βρασικαστερόλης, καμπεστερόλης, στιγμαστερόλης και β-σιτοστερόλης, γουανοσίνης και της καπαρίνης A και B από το είδος *C. spinosa*. Η β-σιτοστερόλη είναι μια κύρια φυτοστερόλη που υπάρχει σε διάφορα φυτικά υλικά και έχει μερικό αντιμικροβιακό αποτέλεσμα μέσω της αναστολής της κυκλοοξυγενάσης και της 5-λιποξυγενάσης (Givianrad et al., 2011).

Συστατικό	Περιεκτικότητα %	Συστατικό	Περιεκτικότητα %
Χοληστερόλη	0.35 ± 0.03	Δ ⁵ -Αβεναστερόλη	7.06 ± 0.04
Βρασικαστερόλη	0.58 ± 0.02	Δ ⁷ -Στιγμαστερόλη	0.30 ± 0.01
Καμπεστερόλη	13.22 ± 0.03	Δ ⁷ -Αβεναστερόλη	1.77 ± 0.04
Στιγμαστερόλη	9.60 ± 0.06	Άλλα	16.32
β-Σιτοστερόλη	50.80 ± 17	Συνολικές στερόλες ,mg/kg	2702.61

Πίνακας 1. Επίπεδα στερολών σε έλαιο *C.spinosa*, %

2.1.3 Φλαβονοειδή και Φαινολικά οξέα

Οι πιο συνηθισμένοι δευτερογενείς μεταβολίτες που βρίσκονται στα φυτά είναι φαινολικές ενώσεις που περιλαμβάνουν τα φλαβονοειδή, τις τανίνες και τα φαινολικά οξέα. Τα φλαβονοειδή είναι γνωστό ότι είναι οι πιο άφθονες φυτικές ενώσεις στην ανθρώπινη διατροφή και περίπου 6500 από αυτές τις ενώσεις έχουν ταυτοποιηθεί στο φυτικό βασίλειο. Τα φλαβονοειδή βρίσκονται κυρίως σε κενοτόπια στα εξωτερικά χρωματιστά μέρη των λουλουδιών, των φρούτων και των φύλλων και λειτουργούν ως ασπίδα ενάντια στις επιπτώσεις του στρες στα φυτά. Αυτά ταξινομούνται κυρίως σε φλαβονόλες, φλαβόνες και ανθοκυανίνες ανάλογα με τον βαθμό κορεσμού και υδροξυλίωσης του δακτυλίου φλαβίνης. Οι καθιερωμένες αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φαινολικών οξέων και των φλαβονοειδών έχουν αποδοθεί στις οξειδοαναγωγικές τους ιδιότητες, την χηλική δραστηριότητα τους και στην ικανότητα τους να κατάπολεμούν τις ελεύθερες ρίζες.

Τα είδη της κάππαρης είναι πλούσια πηγή φλαβονοειδών. Αρκετές φαινολικές ενώσεις και φλαβονοειδή, όπως καφεϊκό οξύ, κατεχίνη, χλωρογενικό οξύ, κουμαρίνη, φερούλικό οξύ, καμπεφρόλη (Εικόνα 6), λουτεολίνη, κερσετίνη, ρεσβερατρόλη, ρουτίνη, συριγγικό οξύ και βανιλικό οξύ έχουν βρεθεί στα φύλλα και στους καρπούς κάππαρης.

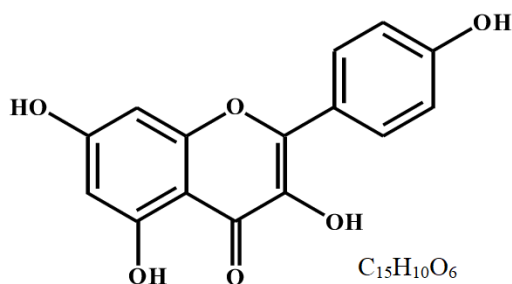
Τα είδη της κάππαρης και ιδιαίτερα το είδος *C.spinosa* φαίνεται να είναι μία οικονομική πηγή ρουτίνης (Εικόνα 7) και κερσετίνης (Εικόνα 8). Η συγκέντρωση ρουτίνης αλλάζει ανάλογα με το φως της ημέρας στα διάφορα μέρη του φυτού. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση ρουτίνης στα λουλούδια και στα φύλλα από δείγματα *C. spinosa* βρέθηκαν κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, ενώ τα άνθη μπουμπουκιών έδωσαν μεγαλύτερη συγκέντρωση κατά τις πρωινές ώρες. Αυτές οι αλλαγές στο ποσοστό ρουτίνης ενδέχεται να οφείλονται στις αλλαγές της θερμοκρασίας και της έντασης του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, επειδή επηρεάζεται η ανάπτυξη και η φυσιολογία των φυτών λόγω αυτών των παραγόντων.

Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι η κάππαρη είναι πλουσιότερη πηγή κουερσετίνης σε σχέση με κάποια άλλα φυτά, όπως το *Hypericum maculatum*, τα μύρτιλα, ή την αρώνια, καθιστώντας το φυτό κατάλληλο για απομόνωση πολύτιμων βιοδραστικών ουσιών για χρήση σε λειτουργικά τρόφιμα και φαρμακευτικές εφαρμογές. Η ρουτίνη και η κουερσετίνη βοηθούν συνολικά στην ομαλή κυκλοφορία του αίματος, καθώς η ρουτίνη βοηθάει στην ενδυνάμωση των τριχοειδών αγγείων.

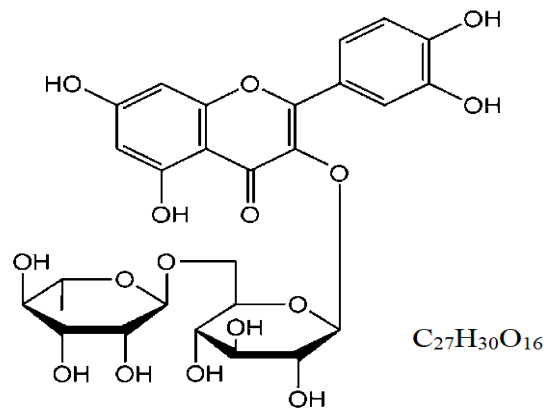
Το είδος *C. spinosa* έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε κουερσετίνη (180 mg/100 g) και ρουτίνη (160 mg/100g) μεταξύ άλλων φυτών κάππαρης. Και οι δύο αυτές φλαβονοειδείς ενώσεις έχουν πολλαπλές βιολογικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν αντιβακτηριακές, αντικαρκινογόνες και αναλγητικές ιδιότητες.

Οι συγκεντρώσεις των φαινολικών και των φλαβονοειδών στην κάππαρη ποικίλλουν ανάλογα με τις μεθόδους εξαγωγής, τους γενετικούς παράγοντες, τις συνθήκες ανάπτυξης και τις κλιματολογικές συνθήκες των διαφορετικών περιοχών.

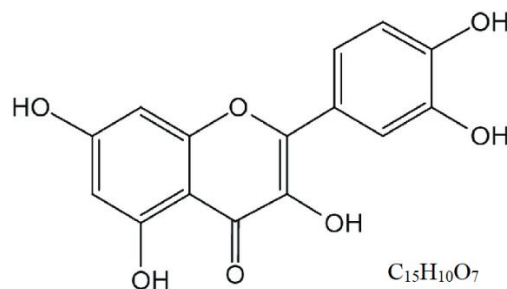
Τέλος το φυτό *C. spinosa* περιέχει επίσης άφθονη ποσότητα γλυκονολικών λιπιδίων. Τα γλυκοινολικά είναι μια ομάδα φυτοχημικών ουσιών που περιλαμβάνουν γλυκόζη και παράγωγα αμινοξέων. Είναι υπεύθυνα για τις συγκεκριμένες οσμές των φυτών. Τα κυρίαρχα γλυκονολικά στην κάππαρη είναι η γλυκοκαπερίνη, ο ισοθειοκυανικός βουτυλεστέρας, ο ισοθειοκυανικός ισοπροπυλεστέρας, η γλυκοβρασικίνη και η γλυκοϊμπερίνη.



Εικόνα 6. Δομή καμπεφρόλης



Εικόνα 7. Δομή ρουτίνης



Εικόνα 8. Δομή κερσετίνης

2.2 Διατροφική αξία

Πολλά φυτά ή τα μέρη τους συνιστώνται ως πηγές τροφίμων μετά από άμεσες αναλύσεις με βάση την παρουσία ακατέργαστης πρωτεΐνης, ακατέργαστων ινών, υδατάνθρακων και άλλων μεταλλικών στοιχείων. Φυτά με υψηλές ποσότητες πρωτεϊνών, ινών και βασικών μετάλλων είναι πολύτιμα για τη διατροφή του ανθρώπου. Τα είδη κάππαρης έχουν αξιοσημείωτη ποσότητα μετάλλων και βιοδραστικών συστατικών, ειδικά στα μπουμπούκια και τα φρούτα που χρησιμοποιούνται ως λαχανικά και τουρσί. Τα μπουμπούκια και τα φρούτα είναι επίσης γνωστό ότι είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών, υδατανθράκων, λιπαρών οξέων και βιταμινών και ιχνοστοιχείων.

Λόγω της παρουσίας ικανής ποσότητας μετάλλων και άλλων υγιεινών θρεπτικών συστατικών, διάφορα μέρη της κάππαρης έχουν διατροφική σημασία για τον άνθρωπο. Η παρουσία γλυκοζιτών, μειωμένων σακχάρων, λιπών, βιταμίνης C, αντιοξειδωτικών, αλκαλοειδών, και β-καροτένιου την καθιστούν σημαντικό συμπλήρωμα διατροφής. Επίσης εκχυλίσματα από μπουμπούκια και ώριμα φρούτα κάππαρης χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων ως παράγοντες γεύσης.

Λαμβάνοντας υπόψιν το πλούσιο προφίλ των κοντινών παραμέτρων, η κάππαρη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πιθανή πηγή πολύτιμων θρεπτικών συστατικών για την διατροφή του ανθρώπου.

Κάππαρη η ακανθώδης διατροφικά στοιχεία	
Κάππαρη, παρασκευασμένη, κονσερβοποιημένη (ανά 100 γραμμάρια)	
Θεωρητική ενεργειακή απόδοση 96 kJ (23 kcal)	
Μακροθρεπτικά συστατικά	
Λίπη	0,9 g
Υδατάνθρακες	5 g
Σάκχαρα	0,4 g
Φυτικές ίνες	3 g
Πρωτεΐνες	2,36 g.
Ιχνοστοιχεία	
Μέταλλα	
Ασβέστιο	40 mg (4%)
Σίδηρος	1,7 mg (13%)
Μαγνήσιο	33 mg (??%)
Φώσφορος	10 mg (??%)
Κάλιο	40 mg (??%)
Ψευδάργυρος	0,32 mg (??%)
Χαλκός	0,374 mg (??%)
Μαγγάνιο	0,078 mg (??%)
Νάτριο	2348 mg (197%)
Σελήνιο	1,2 µg

Βιταμίνες	
Λιποδιαλυτές	
Βιταμίνη Α	138 I.U.
Βιταμίνη Ε	0,88 mg (6%)
Βιταμίνη Κ	24,6 mg (23%)
Υδατοδιαλυτές	
Βιταμίνη Β1 (θειαμίνη)	0,018 mg (2%)
Βιταμίνη Β2 (ριβοφλαβίνη)	0,139 mg (12%)
Βιταμίνη Β3 (νιασίνη)	0,652 mg (4%)
Βιταμίνη Β5 (παντοθενικό οξύ)	0,027 mg (1%)
Βιταμίνη Β6	0,023 mg (2%)
Βιταμίνη Β9 (φολικό οξύ)	23 mg (6%)
Βιταμίνη C	4 mg (5%)
Φλαβονόλες	
Καμπερόλη	131,3 mg
Κερκετίνη	172,6 mg
Άλλα	
Νερό	83,8 g
Τέφρα	8,04 g
* με το σύμβολο ~ δηλώνεται έλλειψη στοιχείων στην εγκυκλοπαίδεια πηγή άντλησης πληροφοριών: [3][5]	

Πίνακας 2 και 3. Διατροφική αξία *Capparis spinosa*

2.2.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι πολυμερείς ενώσεις των αμινοξέων που στην πλειοψηφία τους έχουν δομή του τύπου $H_2NCHRCOOH$. Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στα τρόφιμα, προσφέρουν τα απαραίτητα αμινοξέα που χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός για να σχηματίσει τις δικές του πρωτεΐνες. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία των κυττάρων, των ιστών και κατ' επέκταση ολόκληρου του οργανισμού. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως μια ισορροπημένη διατροφή πλούσια σε αμινοξέα είναι πολύ σημαντική.

Έχει τεκμηριωθεί η σύσταση της κάππαρης στα αμινοξέα αργινίνη και ασπαρτικό οξύ. Η αργινίνη εκτελεί τη λειτουργία της ως ελεύθερο αμινοξύ, που χρησιμεύει ως υπόστρωμα για διαφορετικές ενώσεις που δεν περιέχουν πρωτεΐνες και άζωτο, ως αναπόσπαστο μέρος των πρωτεϊνών των θηλαστικών. Η αργινίνη παίζει επίσης ρόλο, αν και έμμεσα, στην ταχεία αναγέννηση τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP), στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων, στην αγγειοδιαστολή, στη νευροδιαβίβαση, στην απελευθέρωση ασβεστίου και τελικά προσδίδει ανοσία. Μια άλλη λειτουργία της αργινίνης είναι η σύνθεση πρωτεϊνών. Η αργινίνη μετατρέπεται σε προλίνη, γλουταμινικό και γλουταμίνη, τα οποία είναι επίσης αμινοξέα που βρίσκονται συνήθως στις περισσότερες πρωτεΐνες. Αν και η αργινίνη συντίθεται από το ανθρώπινο σώμα, δεν παράγεται σε αρκετή ποσότητα ώστε να ικανοποιήσει τις ανθρώπινες απαιτήσεις σε συνθήκες άγχους, καθιστώντας απαραίτητη την πρόσληψη από εξωτερικές πηγές. Από αυτή την άποψη, η κάππαρη μπορεί να είναι μια καλή πηγή αργινίνης (Gull et al., 2015).

2.2.2 Λιπαρά οξέα

Τα λιπαρά οξέα είναι μονοκαρβοξυλικά οξέα με μακριά ανθρακική αλυσίδα. Λόγω του μηχανισμού βιοσύνθεσής τους έχουν συνήθως άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα. Υπάρχουν δύο ειδών λιπαρών οξέα, τα κορεσμένα και τα ακόρεστα.

Το έλαιο που εκχυλίστηκε από σπόρους *C. spinosa* αναλύθηκε για τον προσδιορισμό της χημικής του σύστασης με τις μεθόδους NMR, GC και GC-MS. Το έλαιο που απομονώθηκε αποτελείται από τριακυλογλυκερόλες. Επιπλέον προσδιορίστηκε η παρουσία ω-6, ω-7 και ω-9 λιπαρών οξέων.

Οι αναλύσεις GC και GC-MS των λιπαρών που ελήφθησαν με παραγωγοποίηση του ελαίου έδειξαν ότι αποτελείται κυρίως από ακόρεστα λιπαρά οξέα, που ανέρχονται περίπου σε 72%. Κυρίαρχα συστατικά είναι το λινολεϊκό 28,02%, το ελαϊκό 26,11%, και το *cis*-βαξενικό οξύ 12,28%. Τέλος το παλμιτικό οξύ αντιπροσωπεύει το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ σε ποσοστό 14,46% (Argentieri et al., 2012).

Βρέθηκε επίσης ότι περιέχονται γλυκολιπίδια (26.4%) και φωσφολιπίδια (21.2%). Άλλα οξέα τα οποία βρέθηκαν σε υπολογίσιμες ποσότητες ήταν το παλμιτικό, παλμιτελαϊκό, στεατικό, λινολεϊκό, λινολενικό και μυριστικό (Gull et al., 2015)

Λιπαρά Οξέα	FABE	Μέθοδοι Ταυτοποίησης
Λαυρικό	0.36	GC; GC-MS
Μυριστικό	0.68	GC; GC-MS
Παλμιτικό	14.46	GC; GC-MS
Παλμιτολεϊκό	4.23	GC; GC-MS
Στεαρικό	9.31	GC; GC-MS
Ολεϊκό	26.11	GC; GC-MS
<i>cis</i> -Βαξενικό	12.28	GC; GC-MS
Λινολεϊκό	28.02	GC; GC-MS
Λινολενικό	0.84	GC; GC-MS
Απόδοση %	96.29	

Πίνακας 5. Σύνθεση λιπαρών οξέων (%) των ακυλογλυκερολών από *C. spinosa*.

Τα κύρια λιπαρά οξέα σε αυτές τις μελέτες ήταν το ελαϊκό και το λινολεϊκό οξύ. Το έλαιο των σπόρων *C. spinosa* θεωρείται πλούσιο σε ελαϊκό και λινολεϊκό οξύ και η σύνθεση του σε λιπαρά οξέα είναι συγκρίσιμη με τα σησαμέλαια και τα φυστικέλαια. Η μη σαπωνοποιήσιμη ύλη του ελαίου της κάππαρης ήταν 2,36% και είναι υψηλότερη από την ποσότητα της μη σαπωνοποιήσιμης ουσίας στο σησαμέλαιο που είναι >2%, και στο φυστικέλαιο που ήταν >1% (Givianrad et al., 2011)

Το *cis*-βαξενικό οξύ, σε αντίθεση με το πιο κοινό ελαϊκό και λινολεϊκό οξύ, υπάρχει γενικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε φυτικά έλαια από ανώτερα φυτά και θεωρείται ότι είναι ένα σπάνιο λιπίδιο. Ως εκ τούτου, η υψηλή εμφάνισή του σε ορισμένα φυτικά έλαια έχει χρησιμοποιηθεί ως χημικός δείκτης για αυτό το φυτό (Argentieri et al., 2012).

Με βάση αυτά τα ευρήματα, συμπεραίνουμε ότι το έλαιο του σπόρου κάππαρης είναι μια υγιεινή πηγή λιπαρών οξέων και έτσι μπορεί να χρησιμοποιείται για διατροφικούς σκοπούς.

Εκτός από το είδος *Capparis spinosa*, το είδος *Capparis scabrida* είναι πλούσια πηγή λιπαρών οξέων και εν δυνάμει πηγή εικοσιπεντανοϊκού οξέος. Τα θρεπτικά στοιχεία του ελαίου προσδιορίστηκαν με σκοπό την αξιολόγηση του ως ένα καινοτόμο φυτικό έλαιο. Το ποσοστό των λιπιδίων των σπόρων ήταν παρόμοιο με αυτό των σπόρων των φυτών *Ficus carica* και *Ribes nigrum*. Η απόδοση ελαίου των σπόρων όμως, ήταν υψηλότερη από αυτή του ελαίου σόγιας και του καρθαμέλαιου.

Η πυκνότητα του ελαίου η οποία μετρήθηκε με τη βοήθεια του πυκνόμετρου στους 20°C βρέθηκε 0,87 g/ml, τιμή η οποία είναι λίγο πιο χαμηλή σε σχέση με την πυκνότητα των κοινών λαδιών που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Παρόλα αυτά όμως η χαμηλή πυκνότητα δεν δρα ως ανασταλτικός παράγοντας για την εισαγωγή του ελαίου στην βιομηχανική- παραγωγική διαδικασία, αφού τα έλαια με λιγότερο λιπαρή υφή προτιμώνται περισσότερο από τους καταναλωτές.

Η οξύτητα του ελαίου ήταν χαμηλότερη από αυτήν που προτείνεται για τα εξευγενισμένα έλαια, το οποίο δείχνει σταθερότητα στο έλαιο και ικανότητα αποθήκευσης για αρκετό χρονικό διάστημα. Σε συνδυασμό και με την χαμηλή τιμή των υπεροξειδίων, η οποία είναι δείκτης της φθοράς και της τάγγισης του ελαίου, συμπεραίνουμε ότι το έλαιο σπόρων από το φυτό *Capparis scabrida* έχει καλή οξειδωτική σταθερότητα.

Τα συνολικά λιπαρά οξέα που ανιχνεύθηκαν στο έλαιο της *Capparis scabrida* ήταν 8, με κυριότερα το ελαϊκό, το παλμιτικό και το παλμιτολεϊκό. Επίσης βρέθηκε στεαρικό και λινολεϊκό οξύ αλλά σε μικρότερες ποσότητες. Και τέλος τα τρία οξέα που υπήρχαν αν και σε πολύ μικρές ποσότητες (<4%) ήταν το α-λινολεϊκό (ALA), το εικοσενοϊκό και το εικοσαπεντανοϊκό (EPA). Αξιοσημείωτο είναι πως ενώ το ALA μπορεί να βρεθεί σε πράσινα φυλλώδη λαχανικά, στον λιναρόσπορο, στα καρύδια και στην ελαιοκράμβη, το EPA δεν συνηθίζεται να ανιχνεύεται στα φυτά.

Το έλαιο ομαδοποιήθηκε ως προς τη σύστασή του σε λιπαρά οξέα με τα έλαια μακαντάμια, κακάο, γουαναμπάνα, ελιάς, αμυγδάλου και φουντουκιού.

Τέλος λόγω των θρεπτικών συστατικών, της σύνθεσης του σε λιπαρά οξέα και της αντιοξειδωτικής δράσης του, το έλαιο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά στη βιομηχανία καλλυντικών, φαρμάκων και τροφίμων (Abreu-Naranjo et al., 2020).

2.3 Η ζύμωση της κάπαρης

Αρχικά οι καρποί συλλέγονται κατά τη διάρκεια του Ιουνίου και του Ιουλίου. Τα φρούτα πριν μπουν στους ζυμωτήρες ξεπλένονται και αφαιρούνται οι στήμονες. Στη συνέχεια τα φρούτα της κάπαρης τοποθετούνται στους ζυμωτήρες με άλμη σε αναλογία 2:1 (άλμη/φρούτα). Οι συγκεντρώσεις της άλμης είναι συνήθως περιεκτικότητας 5 % ή 10 % σε NaCl. Μετά από 5 μέρες ελέγχεται η συγκέντρωση του άλατος και προστίθεται επιπλέον, ώστε η συγκέντρωση να είναι ίση με την αρχική. Συνήθως η συγκέντρωση της κάπαρης και της άλμης φτάνει σε ισορροπία στις 15 μέρες. Η ζύμωση πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες 23-43°C και διαρκεί συνολικά περίπου 25 μέρες.

Η ζύμωση της κάπαρης όπως και η ζύμωση άλλων λαχανικών, είναι μία αυθόρμητη γαλακτική ζύμωση η οποία βασίζεται σε εμπειρική διαδικασία η οποία στηρίζεται στους μικροοργανισμούς που υπάρχουν φυσικά στην πρώτη ύλη και στο περιβάλλον επεξεργασίας.

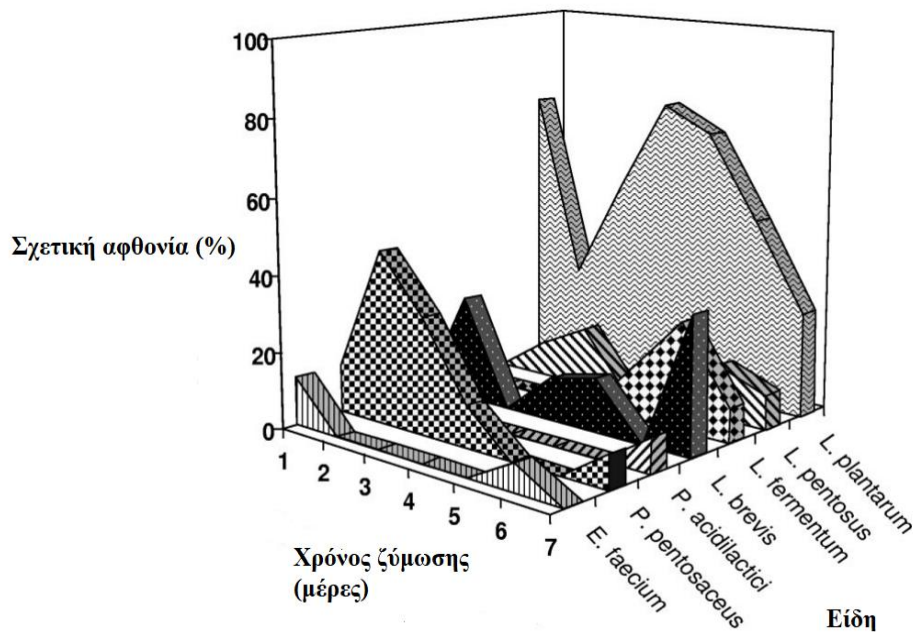
Οι γνώσεις μας όσον αφορά τους διαφορετικούς μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στη ζύμωση βασίζεται σε μικροβιολογικές μετρήσεις των οξυγαλακτικών βακτηρίων, των συνολικών βακτηρίων, κολοβακτηριδίων και των ζυμών.

Στην έρευνα των Pérez Pulido *et al.* (2005) η μικροβιακή κοινότητα της ζύμωσης κάπαρης αναλύθηκε με συνδυασμό τόσο κλασσικών όσο και μοριακών τεχνικών. Οι μικροοργανισμοί που ανιχνεύθηκαν ήταν κυρίως λακτοβάκιλλοι, ενώ ανιχνεύθηκαν και εντεροβακτήρια, τα οποία όμως εξαφανίστηκαν στην 1^η μέρα ζύμωσης.

Η τιμή του pH μεταβλήθηκε από 7,5 στο 4,37 κατά την 1^η μέρα ζύμωσης και με τη διαρκή οξίνιση της άλμης το τελικό pH στο τέλος της ζύμωσης ήταν 3,55. Αυτή η τιμή καθιστά το προϊόν ασφαλές.

Στην ταυτοποίηση των μικροοργανισμών ταυτοποιήθηκαν 58 βάκιλλοι και 17 κόκκοι, ενώ οι κυριότεροι ήταν οι *L.plantarum*, *L.paraplantarum*, *L.pentosus*, *L.brevis*, *L.fermentum*, *P.pentosaceus*, *P.acidilactici*, *E.faecium*. Το 49% των απομονώσεων ανήκε στο είδος *L.plantarum*.

Ενώ η ζύμωση της κάπαρης έχει πολλά κοινά σε σχέση με ζυμώσεις άλλων λαχανικών όπου κυριαρχεί ο *L.plantarum* εξαιτίας της αντοχής του σε όξινο περιβάλλον, δεν εντοπίζεται το είδος *Leuconostoc*. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην απότομη πτώση του pH κατά την 1^η μέρα της ζύμωσης, η οποία εμποδίζει την ανάπτυξη του μικροοργανισμού που δεν αντέχει σε pH μικρότερο του 4,5. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι τα είδη *Leuconostoc* ευνοούνται σε περιβάλλον 8-29°C ενώ η ζύμωση της κάπαρης πραγματοποιείται σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες (Francesca *et al.*, 2016).



Πίνακας 6. Σχετική αφθονία των οξυγαλακτικών βακτηρίων κατά τη ζύμωση κάππαρης

2.3.1 Η επίδραση της ζύμωσης στη φυτοχημική σύσταση

Σύμφωνα με την έρευνα των (Francesca *et al.*, 2016) με τη βοήθεια της εκχύλισης η οποία επέτρεψε την υψηλή ανάκτηση των φαινολικών ενώσεων και σε συνδυασμό με την αναλυτική μέθοδο HPLC-MS, ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν οι φαινολικές ενώσεις σε φρέσκα και ζυμωμένα φρούτα κάππαρης. Με βάση αυτές τις αναλύσεις βρέθηκαν φαινολικά οξέα (βανιλικό οξύ) και φλαβονοειδή (ρουτίνη, κερσετίνη, επικατεχίνη, μυρισετίνη). Ταυτοποιήθηκαν 5 ενώσεις πολυφαινολών στη μη ζυμωμένη κάππαρη, όπως επίσης και στην άρμη στη 15^η μέρα της ζύμωσης. Στο τέλος της ζύμωσης και στις δύο δοκιμές βρέθηκαν πολυφαινόλες. Η επικατεχίνη βρέθηκε μόνο στα φρέσκα φρούτα κάππαρης, το βανιλικό οξύ υπήρχε σε όλα τα δείγματα, όμως κάτω του ορίου ποσοτικοποίησης (LOQ), η μυρικετίνη βρέθηκε 5,2% στη μη ζυμωμένη κάππαρη αλλά κάτω του LOQ στα υπόλοιπα δείγματα. Όλα τα δείγματα περιείχαν υψηλές συγκεντρώσεις ρουτίνης από 63% έως 100%, ενώ η κερσετίνη ανιχνεύθηκε μόνο κατά την 48^η μέρα της ζύμωσης (37%), την 15^η μέρα σε ποσοστό (7,7%) και την 45^η μέρα (19%).

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν πως η ζυμωμένη κάππαρη χαρακτηρίζεται από ένα πολύπλοκο φαινολικό προφίλ, διαφορετικό από αυτό της φρέσκιας κάππαρης. Εφόσον η κερσετίνη δεν ανιχνεύθηκε στη φρέσκια κάππαρη, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αυτή η ένωση δημιουργήθηκε στην πορεία της ζύμωσης κατά την υδρόλυση της ρουτίνης. Αυτό συμβαίνει γιατί η ρουτίνη μπορεί να υδρολυθεί από την α-ραμνοσιδάση για την παραγωγή γλυκοζίτη-3-κερκετίνης και στη συνέχεια υδρολύεται περαιτέρω από β-γλυκοσιδάση για την παραγωγή κερσετίνης. Παρόλα

αυτά, η ρουτίνη μπορεί επίσης να υδρολυθεί απευθείας από εσπεριδινάση για την παραγωγή κερκετίνης την 5^η μέρα ζύμωσης.

Ενωση	Ανάκτηση (%)	Ο.Α.	Ο.Π.	r ²	Μη ζυμωμένη Κάππαρη	15 ^η μέρα ζύμωσης		45 ^η μέρα ζύμωσης	
						Δοκιμή S	Δοκιμή C	Δοκιμή S	Δοκιμή C
Επικατεχίνη	98.4	0.016	0.04	0.9971	1.04 ± 0.06	δ.π.	δ.π.	δ.π.	δ.π.
Βανιλικό Οξύ	97.1	0.017	0.04	0.9982	<Ο.Π.	<Ο.Α.	<Ο.Π.	<Ο.Π.	<Ο.Π.
Ρουτίνη	102.3	0.014	0.03	0.9983	21.08 ± 0.26	61.27 ± 4.18	23.35 ± 0.25	33.27 ± 2.30	1.60 ± 0.11
Μυρισετίνη	97.6	0.014	0.04	0.9945	1.20 ± 0.11	<Ο.Α.	<Ο.Π.	<Ο.Π.	<Ο.Π.
Κερσετίνη	104.8	0.027	0.05	0.9981	δ.π.	5.15 ± 0.68	δ.π.	7.82 ± 0.23	0.93 ± 0.01

Συντομογραφίες: Ο.Α.: Όριο ανίχνευσης; Ο.Π.: Όριο ποσοτικοποίησης; δ.π.: δεν προσδιορίστηκε

Πίνακας 7. Αναλυτικές παράμετροι για την εκχύλιση πολυφαινολών και τη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων (lg/g) σε μούρα κάππαρης.

2.3.2 Το γευστικό προφίλ της ζυμωμένης κάππαρης

Σε έρευνα που έγινε για το γευστικό προφίλ της κάππαρης από τη Σαλίνα της Ιταλίας από τους (Romeo *et al.*, 2007), ταυτοποιήθηκαν 145 πτητικές ενώσεις με την ανάλυση HS-SPME/GC-MS. Βρέθηκαν σε αφθονία οξέα, αλδεΐδες, εστέρες, κετόνες, αλκοόλες, τερπένια, ενώσεις του θείου και υδατάνθρακες.

Οι κυριότερες αλδεΐδες που εντοπίστηκαν ήταν η σιναμαλδεΐδη και η βενζαλδεΐδη, ενώ το συνολικό ποσοστό των αλδεϋδών ανερχόταν στο 22,2%. Η σιναμαλδεΐδη συχνά χρησιμοποιείται σε αρώματα γιατί προσδίδει γλυκιά και φρουτώδη οσμή. Όσον αφορά τους εστέρες οι οποίοι υπολογίστηκαν σε ποσοστό 21%, σε υψηλότερη συγκέντρωση βρέθηκαν ο εξαδεκανοϊκός αιθυλεστέρας, ο οκτανοϊκός βουτυλεστέρας, και ο οκτανοϊκός αιθυλεστέρας. Το ελεύθερο οκτανοϊκό οξύ ήταν η κύρια ένωση μεταξύ των ελεύθερων οξέων, τα οποία συνολικά αντιπροσώπευαν το 15% των ταυτοποιημένων χημικών ενώσεων. Τα τερπένια αποτελούσαν το 5,8% του αρώματος, πέντε σесκιτερπένια και δέκα μονοτερπένια εντοπίστηκαν για πρώτη φορά σε κάππαρη. Το βασικότερο τερπένιο ήταν η *trans*-νερολιντόλη, ακολουθούμενο από την 4-τερπινεόλη. Οι ενώσεις του θείου υπολογίστηκαν στο 8,42 % με βασικότερο το ισοθειοκυανικό μεθύλιο και το ισοθειοκυανικό βενζύλιο, δύο ουσίες που έχουν πολύ έντονη μυρωδιά. Τέλος, οι υδρογονάνθρακες και οι αλκοόλες υπολογίστηκαν σε 12,8 % και 7,48 % αντίστοιχα, κάνοντας αισθητή την παρουσία τους στο άρωμα της κάππαρης.

Συμπερασματικά, πρέπει να λάβουμε υπόψιν ότι το γευστικό προφίλ της κάππαρης διαμορφώνεται με βάση τα πτητικά συστατικά που σχηματίζονται κατά την ωρίμανση, τη συγκομιδή, τις συνθήκες αποθήκευσης μετά τη συγκομιδή και εξαρτώνται από

πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με το είδος, την ποικιλία και το είδος της τεχνολογικής επεξεργασίας.

Κεφάλαιο 3

Χρήσεις του φυτού της κάπαρης

3.1 Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων και βιοδραστικών συστατικών

Ο όρος αιθέριο έλαιο προέρχεται από την λέξη αιθέρας. Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη η ύλη αποτελείται από τέσσερα στοιχεία: φωτιά, αέρας, γη, νερό. Το πέμπτο στοιχείο, ο αιθέρας, θεωρούταν ότι ήταν το πνεύμα, η πηγή της ζωής. Η απόσταξη πίστευαν πως είναι μια διαδικασία για να παραλάβουν την πεμπτουσία του φυτού. Στις μέρες μας βέβαια γνωρίζουμε ότι τα αιθέρια έλαια βρίσκονται στη φύση και διαθέτουν πολύπλοκη χημική σύσταση. Είναι γνωστά για τις αντισηπτικές, δηλαδή τις βακτηριοκτόνες, ιοκτόνες και μυκητοκτόνες δράσεις τους. Χρησιμοποιούνται στη συντήρηση τροφίμων και ως αντιμικροβιακά, αναλγητικά, ηρεμιστικά, αντιφλεγμονώδη, σπασμολυτικά και τοπικά αναισθητικά (Givianrad et al., 2011).

Τα αιθέρια έλαια είναι πολύ σύνθετα φυσικά μείγματα που μπορούν να περιέχουν περίπου 20-60 συστατικά σε αρκετά διαφορετικές συγκεντρώσεις. Χαρακτηρίζονται από δύο ή τρία κύρια συστατικά σε αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις (20-70 %) σε σύγκριση με άλλα συστατικά που υπάρχουν σε ίχνη. Τα συστατικά περιλαμβάνουν δύο ομάδες διακριτής βιοσυνθετικής προέλευσης. Η κύρια ομάδα αποτελείται από τερπένια και τερπενοειδή και η άλλη από αρωματικά και αλειφατικά συστατικά, εκ των οποίων όλα χαρακτηρίζονται από χαμηλό μοριακό βάρος (Bakkali et al., 2008).

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγραφούν οι μέθοδοι με τις οποίες μπορούν να απομονωθούν τα βιοδραστικά συστατικά που περιέχονται στην κάπαρη. Οι βιοδραστικές ενώσεις που βρίσκονται στην κάπαρη είναι τα ωμέγα-3 και ωμέγα-9 λιπαρά οξέα, φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή και φυτοστερόλες.

Τα φυτικά έλαια παραλαμβάνονται από ελαιούχους σπόρους και καρπούς με δύο τρόπους. Ο ένας τρόπος είναι η εκχύλιση με διαλύτη, η οποία διακρίνεται σε: εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες, εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες, εκχύλιση με θερμό λίπος, εκχύλιση με ψυχρό λίπος και η υπερκρίσιμη εκχύλιση. Ο δεύτερος τρόπος είναι η μηχανική εκχύλιση, όπου συνήθως χρησιμοποιούνται η εκχύλιση με υπερήχους και η εκχύλιση με μικροκύματα.

Τέλος, χρησιμοποιείται ευρέως η υδροαπόσταξη η οποία χωρίζεται σε τρία είδη, την υδροαπόσταξη, την υδροατμοαπόσταξη και την απόσταξη με ατμό.



διαλογή πρώτης ύλης



εκχύλιση και συγκέντρωση

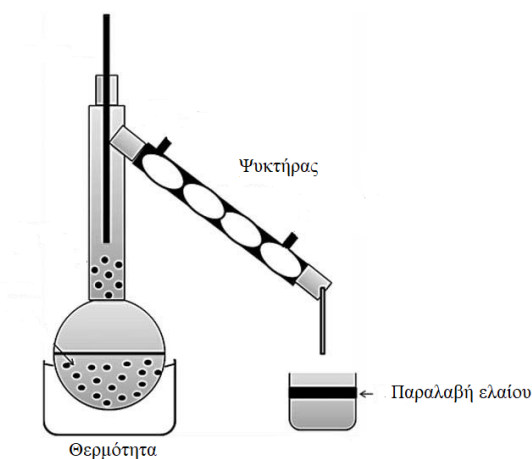


τελικό προϊόν

Εικόνες 9, 10, 11. Αλυσίδα παραγωγής εκχυλίσματος κάπαρης

3.1.2 Απόσταξη με νερό

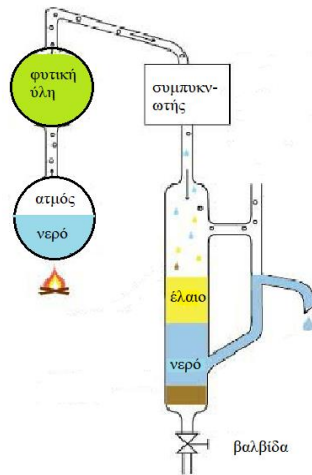
Σε αυτή τη μέθοδο, το υλικό βυθίζεται πλήρως σε νερό, το οποίο βράζει με εφαρμογή θερμότητας με άμεση φωτιά. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της διαδικασίας είναι ότι υπάρχει άμεση επαφή μεταξύ του νερού και του φυτικού υλικού. Το βασικότερο μειονέκτημα είναι ότι δεν είναι δυνατή η πλήρης εκχύλιση του ελαίου των σπόρων. Επιπλέον, ορισμένοι εστέρες υδρολύονται και ευαίσθητες ουσίες όπως οι αλδεϋδες τείνουν να πολυμερίζονται. Η απόσταξη με νερό είναι ασύμφορη οικονομικά, διότι απαιτεί περισσότερους αποστακτήρες, περισσότερο χώρο, συνεπώς και περισσότερη ενέργεια.



Εικόνα 12. Μέθοδος υδροαπόσταξης (Water Distillation)

3.1.3 Απόσταξη με συνδυασμό ατμού και νερού

Στην υδροατμοαπόσταξη χρησιμοποιείται σχεδόν η ίδια μέθοδος όπως και στην υδροαπόσταξη, με τη μόνη διαφορά ότι η φυτική ύλη βρίσκεται τοποθετημένη σε ένα διάτρητο πλέγμα πάνω από το νερό. Σε σχέση με την υδροαπόσταξη, λαμβάνουμε έλαια καλύτερης ποιότητας, αφού υπάρχει μικρότερος κίνδυνος υδρόλυσης ή πολυμερισμού των ευαίσθητων ουσιών.



Εικόνα 13. Αποστακτήρας ατμού και νερού

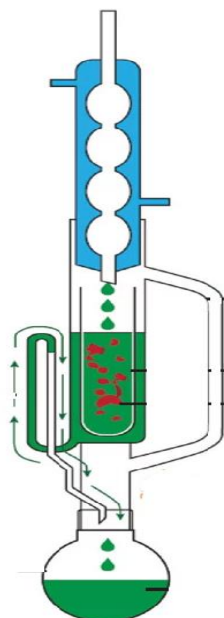
3.1.4 Απόσταξη με υδρατμούς

Στην υδροαπόσταξη ο ατμός παράγεται εξωτερικά του αποστακτήρα σε έναν ατμολέβητα. Ο ατμός μεταφέρεται στον αποστακτήρα και παρασύρει το εκχύλισμα. Η απόσταξη με υδρατμούς μπορεί να γίνει και σε εργαστηριακό επίπεδο με τη βοήθεια της συσκευής μικροαπόσταξης-εκχύλισης Likens-Nickerson. Ο αποστακτήρας αποτελείται από δύο φιάλες. Η μία φιάλη περιέχει υδατικό διάλυμα και η δεύτερη μη αναμίξιμους οργανικούς διαλύτες. Οι ατμοί που δημιουργούνται και από τις δύο φιάλες παρασύρουν τα προς εκχύλιση συστατικά τα οποία υγροποιούνται στον ψυκτήρα και εκχυλίζονται.

3.2 Εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες

3.2.1 Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες

Αποτελεί την πιο εύχρηστη μέθοδο για την παραλαβή φυτικών ελαίων. Κατά την εφαρμογή της συνήθως χρησιμοποιείται ως πτητικός διαλύτης ο πετρελαϊκός αιθέρας, το βενζόλιο και η αιθυλική αλκοόλη. Το προϊόν που λαμβάνεται μετά την αφαίρεση του πτητικού διαλύτη περιέχει εκτός από το φυτικό έλαιο και διάφορες άλλες ουσίες όπως κηρούς και χρωστικές. Από αυτό, μετά από ειδική κατεργασία με αιθυλική αλκοόλη λαμβάνεται το τελικό προϊόν.



Εικόνα 14. Συσκευή εκχύλισης Soxhlet

3.2.2 Εκχύλιση με ψυχρό λίπος

Η εκχύλιση με ψυχρό λίπος είναι μία μέθοδος παρασκευής αρωματικών αλοιφών. Το λίπος που χρησιμοποιείται για την εκχύλιση πρέπει να είναι καθαρό και ημίσκληρο. Οι πτητικές ουσίες έχουν την τάση να προσροφούνται από το λίπος με το οποίο έρχονται σε επαφή. Μετά την εκχύλιση το λίπος διατίθεται όπως είναι, διαφορετικά επεξεργάζεται με αλκοόλη προκειμένου να διαχωριστεί το λίπος από το αιθέριο έλαιο.

3.2.3 Εκχύλιση με θερμό λίπος

Η εκχύλιση αυτή ομοιάζει με την εκχύλιση με ψυχρό λίπος, με τη διαφορά ότι το φυτικό προϊόν και το λίπος τοποθετούνται σε δοχεία που θερμαίνονται περίπου στους 80°C. Όταν επέλθει κορεσμός του λίπους με αιθέριο έλαιο, τότε με ειδική επεξεργασία λαμβάνεται το καθαρό αιθέριο έλαιο. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από εσπεριδοειδή και τριαντάφυλλα.

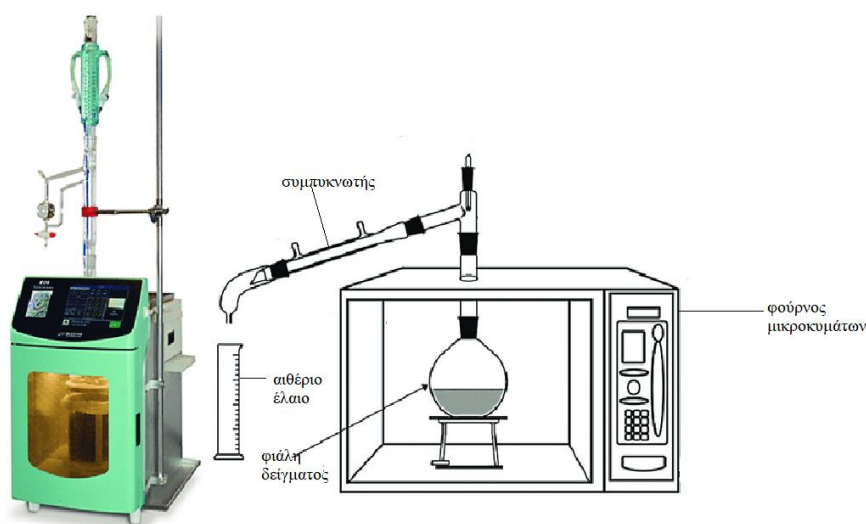
3.2.4 Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες

Η χρήση υδρόφιλων διαλυτών ως εκχειλιστικά μέσα ή σε ανάμειξη με νερό για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων εφαρμόζεται κυρίως στον κλάδο της κοσμετολογίας. Οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η αιθυλενογλυκόλη και η βουτυλενογλυκόλη.

3.3 Εκχύλιση με τεχνικές Υψηλής Ενέργειας

3.3.1 Εκχύλιση με μικροκύματα (Microwave-assisted Extraction)

Με την πάροδο του χρόνου, στην προσπάθεια να βρεθεί μία μέθοδος που θα απαιτεί λιγότερη ενέργεια και λιγότερη χρήση διαλύτη, αναπτύχθηκαν νέες τεχνικές παραλαβής αιθέριων ελαίων. Κάπως έτσι άρχισε η χρήση των μικροκυμάτων στην εκχύλιση. Η εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων (MAE) χρησιμοποιεί την ενέργεια των μικροκυμάτων για να διαταράξει την κυτταρική μεμβράνη και έτσι τα ενδοκυτταρικά λιπίδια απελευθερώνονται στον οργανικό διαλύτη. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας με μικροκύματα, οι πολικές ενώσεις ευθυγραμμίζονται προς την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου και περιστρέφονται με υψηλή ταχύτητα που προκαλεί θερμότητα και οδηγεί σε διάσπαση των κυττάρων. Το κύριο πλεονέκτημα της MAE είναι η ενεργειακή της απόδοση σε σύγκριση με τη συμβατική διαδικασία εκχύλισης.

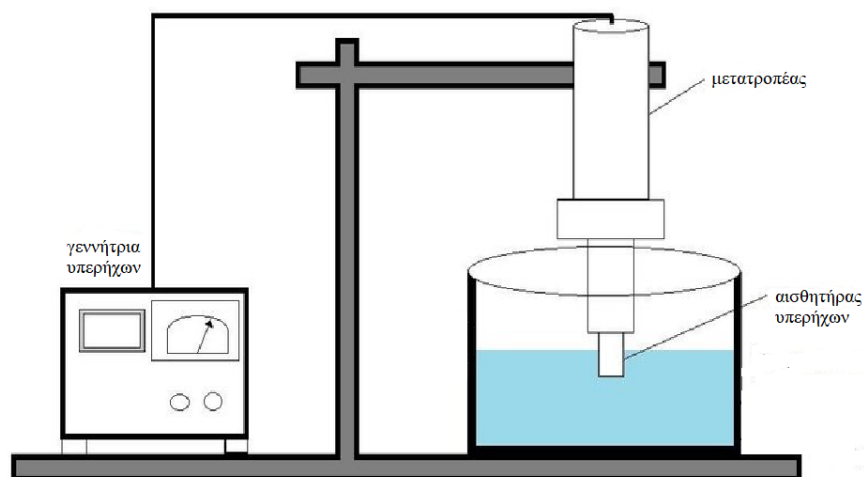


Εικόνα 15. Συσκευή εκχύλισης με μικροκύματα (MAE)

3.3.2 Εκχύλιση με υπερήχους

Η εκχύλιση με υπερήχους χρησιμοποιείται στα τρόφιμα, στα συμπληρώματα διατροφής και στη φαρμακευτική βιομηχανία για την απελευθέρωση βιοδραστικών ενώσεων όπως βιταμίνες, πολυφαινόλες, πολυσακχαρίτες, κανναβινοειδή και άλλα φυτοχημικά από βότανα. Στην εκχύλιση με υπερήχους, το δείγμα τοποθετείται με κατάλληλο οργανικό διαλύτη σε λουτρό υπερήχων ελάχιστης συχνότητας 16kHz. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας στο υγρό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται φαινόμενα διείσδυσης, μεταφοράς, διάχυσης και διαλυτοποίησης. Η εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων βασίζεται στην αρχή της

λειτουργίας υπερηχητικής σπηλαίωσης. Η εκχύλιση αυτή προτιμάται σε σχέση με άλλες μεθόδους, διότι επιτυγχάνει μια πλήρη εκχύλιση σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (Gousias, 2017)



Εικόνα 16. Συσκευή εκχύλισης με υπερήχους

3.4 Παραλαβή αιθέριου ελαίου από το φυτό *Capparis spinosa*

Φύλλα από το φυτό *Capparis spinosa* συλλέχθηκαν με τα χέρια και στη συνέχεια τα δείγματα ξηράθηκαν στον αέρα σε θερμοκρασία δωματίου (25°C) και παρέμειναν σε σκιερό μέρος για 10 ημέρες.

Τα αποξηραμένα δείγματα του *C. spinosa* αλέστηκαν σε και υποβλήθηκαν σε υδροαπόσταξη στη συσκευή Clevenger (100 g από κάθε δείγμα σε 500 ml απεσταγμένου νερού), για 3 ώρες για την εκχύλιση του αιθέριου ελαίου και σε τρεις επαναλήψεις. Τα αιθέρια έλαια διαχωρίστηκαν από την υδατική στιβάδα, ξηράθηκαν με υπεράνυδρο θειικό νάτριο και υπολογίστηκε η μέση απόδοση αιθέριων ελαίων, για τρεις επαναλήψεις. Τα αιθέρια έλαια αποθηκεύτηκαν στους 4°C μέχρι την ανάλυσή τους με αέρια χρωματογραφία –φασματομετρία μάζας (GC-MS).

Τα συστατικά διαπιστώθηκαν με βάση τα φάσματα και συγκρίθηκαν με δεδομένα βιβλιογραφίας. Επίσης, η ταυτοποίηση κάθε ένωσης επιβεβαιώθηκε με σύγκριση του χρόνου κατακράτησης με αυτούς των αυθεντικών ενώσεων (Al, 2016).

Ένωση	%
β-Πινένιο	<u>0,5</u>
<u>B-κυμένιο</u>	<u>0,1</u>
<u>α-τερπινολένιο</u>	<u>2,35</u>
<u>Οκτανοϊκό οξύ</u>	<u>16</u>
<u>Καρβόνη</u>	<u>0,6</u>
<u>Θυμόλη</u>	<u>17</u>
<u>Μεθυλικό ισοθειοκυανικό</u>	<u>12</u>
<u>Βουτυλικό ισοθειοκυανικό</u>	<u>6,55</u>
<u>2-εξενάλη</u>	<u>8,23</u>
<u>Παλμιτικό οξύ</u>	<u>2,45</u>
<u>Ολεϊκό οξύ</u>	<u>1,17</u>
<u>Λινολεϊκό οξύ</u>	<u>0,56</u>
<u>Σύνολο</u>	<u>65,71</u>

Πίνακας 8. Κύρια συστατικά αιθέριου ελαίου που απομονώθηκαν από φύλλα C. spinosa με χρωματογραφία GC/MS.

3.5 Εφαρμογές του φυτού στη βιομηχανία τροφίμων

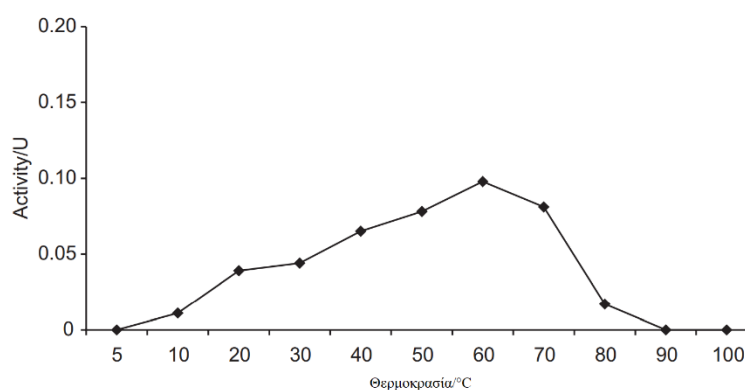
3.5.1 Παραγωγή τροφίμων από πρωτεάση κάπαρης

Οι πρωτεάσες είναι ένζυμα τα οποία επιτελούν πολύ σημαντικές λειτουργίες στους οργανισμούς και χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας. Η πήξη του γάλακτος είναι το κύριο στάδιο για την παραγωγή τυριού και συνήθως γίνεται με τη χρήση ρενίνης, ένα ένζυμο που απομονώνεται από το στομάχι μόσχων. Σκοπός είναι η παραγωγή τυριού με χρήση ενζύμων φυτικής προέλευσης, τα οποία θα είναι πιο εύχρηστα και πιο φθηνά σε σχέση με τη ρενίνη. Στην προσπάθεια αυτή απομονώθηκε πρωτεάση από το φυτό κάπαρη, η οποία ονομάστηκε καπαρίνη. Με την έρευνα αυτή διερευνήθηκε η χρήση του φυτού για παραγωγή τυριού, προχωνευμένο κρέας και για σάλτσες οι οποίες χρησιμοποιούνται στην προετοιμασία του κρέατος.

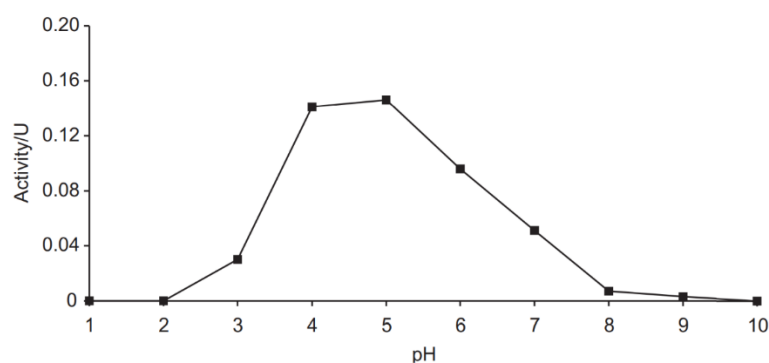
Ο κύριος λόγος που επιλέχθηκε η κάππαρη είναι ότι αυτό το φυτό περιέχει πολλές πρωτεάσες, όπως και το ότι η κάππαρη χρησιμοποιείται ως φαρμακευτικό φυτό εδώ και πολλά χρόνια, ενώ πολύ σημαντικό είναι ότι δεν παρουσιάζει τοξικότητα.

Η καππαρίνη διαχωρίστηκε με κατακρήμνιση με $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ και στη συνέχεια με χρωματογραφία ανταλλαγής κατιόντων. Ως υπόστρωμα για τον προσδιορισμό της δραστηριότητας της καππαρίνης, χρησιμοποιήθηκε καζεΐνη.

Η πρωτεάση καππαρίνη ερευνήθηκε σε ένα εύρος 0-90°C και βρέθηκε πως η ιδανική θερμοκρασία είναι 60 °C. Το βέλτιστο pH βρέθηκε ότι ήταν το 5, ενώ παρατηρήθηκε ότι το ένζυμο διατήρησε τη δράση του σε χαμηλό pH. Η αντοχή του ενζύμου στις υψηλές θερμοκρασίες, η σταθερότητά του και η ανθεκτικότητά του το καθιστά πολύ χρήσιμο στη βιομηχανία τροφίμων. (Demir *et al.*, 2008)



Πίνακας 9. Η επίδραση της θερμοκρασίας στη δράση της πρωτεάσης από κάππαρη



Πίνακας 10. Η επίδραση του pH στη δράση της πρωτεάσης από κάππαρη

3.5.2.1. Πήξη του γάλακτος με χρήση του ενζύμου καππαρίνη

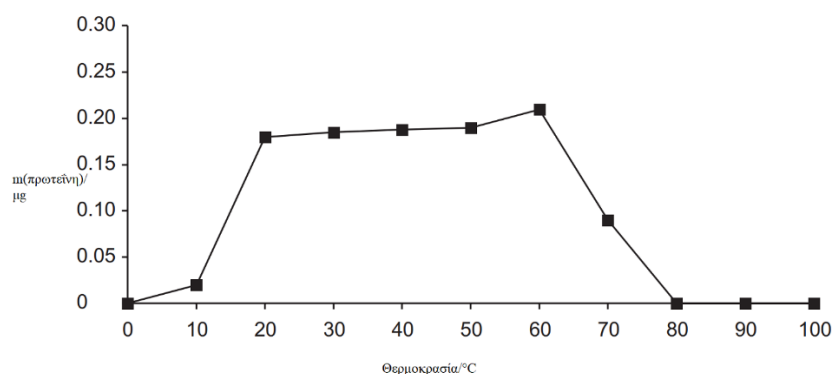
Η τροποποιημένη μέθοδος Berridge χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της πήξης του γάλακτος, συγκρινόμενη με το τυφλό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Για τον προσδιορισμό αυτόν έγινε εναλλαγή διάφορων θερμοκρασιών (5, 20, 40, 60°C) σε διάστημα (1-24 ώρες). Γάλα (10 mL) τοποθετήθηκε σε δύο διαφορετικούς σωλήνες,

στον σωλήνα ελέγχου τοποθετήθηκε 1 mL ρυθμιστικού διαλύματος (10 mM Tris-HCl, pH=7,0) και στον άλλο σωλήνα προστέθηκε 1 mL διαλύματος καθαρού ενζύμου. Οι σωλήνες στη συνέχεια διατηρήθηκαν σε διάφορες θερμοκρασίες από 5 έως 60 °C για 1 έως 24 ώρες. Στο τέλος των 24 ωρών, δεν παρατηρήθηκε πήξη στον σωλήνα ελέγχου. Ο χρόνος καταγράφηκε όταν το ένζυμο πρωτεάση προκάλεσε πήξη στον δοκιμαστικό σωλήνα.

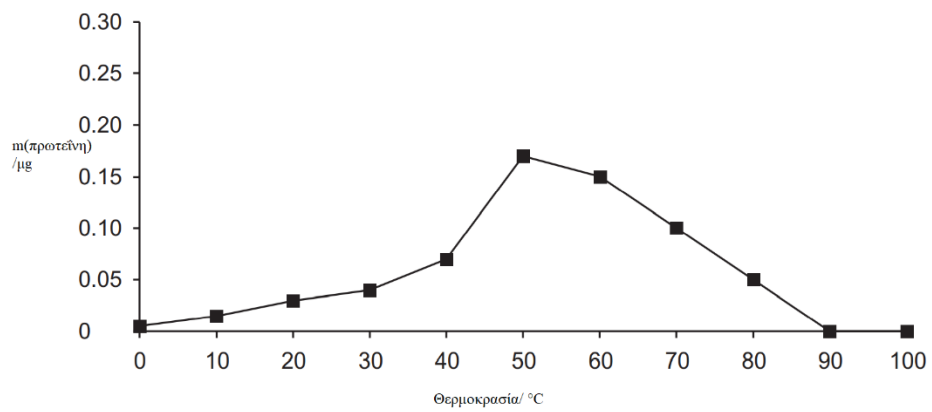
Το γάλα εμφάνισε καλύτερη πήξη στο σωληνάριο με το ένζυμο στους 60 °C. Το ένζυμο πήζει 0,16 mL γάλακτος ανά 1 λεπτό. Καθώς το πηκτό μέρος φιλτραρίστηκε και μετά διατηρήθηκε στο ψυγείο για 24 ώρες, παρατηρήθηκε ότι το γάλα μετατράπηκε σε καλής ποιότητας τυρί.

3.5.2.2. Προχώνευση κρέατος με τη χρήση του ενζύμου καππαρίνη

Κρέας κοτόπουλου ή αγελάδας, μάζας 1g προστέθηκε σε δύο σωλήνες, στον σωλήνα ελέγχου προστέθηκε 1 mL ρυθμιστικού διαλύματος (10 mM Tris-HCl, pH=7,0) και 1 mL καθαρό διάλυμα ενζύμου προστέθηκε στον δοκιμαστικό σωλήνα. Και οι δύο σωλήνες αναδεύτηκαν και διατηρήθηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες από 5 έως 60°C για 20 λεπτά. Στο τέλος του πειράματος, η ποσότητα της πρωτεΐνης στο υπερκείμενο προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Bradford. Το ένζυμο (0,05mg) προχώνευσε $5,4 \cdot 10^{-3}$ mg κοτόπουλου και $9,4 \cdot 10^{-4}$ mg αγελαδινού κρέατος σε 1 λεπτό. Η καλύτερη χώνευση έγινε στο σωληνάριο με το ένζυμο στους 60°C για το κρέας κοτόπουλου και στους 50 °C για το αγελαδινό κρέας. (Demir *et al.*, 2008)



Πίνακας 11. Προχώνευση κρέατος κοτόπουλου σε διάφορες θερμοκρασίες



Πίνακας 12. Προχώνευση κρέατος αγελάδος σε διάφορες θερμοκρασίες

Κεφάλαιο 4

Συνεισφορά της κάπαρης στην υγεία

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες της κάπαρης είναι γνωστές πολλούς αιώνες τώρα. Πολλά ελληνικά και ρωμαϊκά κείμενα αναφέρονται σε παραδοσιακές ιατρικές πρακτικές που χρησιμοποιούνταν. Συγκεκριμένα ο φλοιός της ρίζας του φυτού θεωρείται πως είναι το πιο ενεργό μέρος του φυτού και η χρήση του έχει προταθεί για τη θεραπεία στοματικών λοιμώξεων, ουρικής αρθρίτιδας, ρευματισμών και ως διουρητικό ή συντηρητικό αιμοφόρων αγγείων.

Μεταξύ των γνωστών 250 ειδών του γένους *Capparis*, τα είδη *C. spinosa*, *C. ovata* και *C. decidua* έχουν διερευνηθεί εκτενώς για τις θεραπευτικές και θεραπευτικές τους ιδιότητες. Παραδοσιακά, χρησιμοποιούνται τα φρούτα, ο φλοιός και οι ρίζες αυτών των ειδών για βρώσιμους και φαρμακευτικούς σκοπούς. Οι θεραπευτικές ιδιότητες και οι ιατρικές λειτουργίες στην υγεία των ανθρώπων έχουν συνδεθεί με την εμφάνιση βιοδραστικών ουσιών, όπως φυσικά αντιοξειδωτικά (φλαβονοειδή, ρουτίνη), φυσικά σάκχαρα, αλκαλοειδή, τερπενοειδή, βιταμίνες, ανόργανα άλατα και αντιμικροβιακούς παράγοντες.

Οι ρίζες της κάπαρης είναι πλούσιες σε ενώσεις αλκαλοειδών σπερμιδίνης. Η σπερμιδίνη είναι μια κατηγορία πολυλειτουργικών πολυαμινών. Οι ενώσεις αυτές υποστηρίζεται από έρευνες ότι βοηθούν στον πολλαπλασιασμό και την ανάπτυξη των κυττάρων των θηλαστικών. Επιπλέον, αυτές οι πολυαμίνες έχουν αντιοξειδωτικές και αντιαλλεργικές ιδιότητες. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτές οι πολυαμίνες έχουν βρεθεί ότι προλαμβάνουν την αρτηριοσκλήρωση και προάγουν την υγιή ανάπτυξη των μαλλιών που αποδίδεται στις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές τους και στις πολλαπλασιαστικές τους ιδιότητες.

Επιπλέον, αρκετές ενώσεις που εξήχθησαν από διαφορετικά είδη κάπαρης έχουν προοπτικές για τη θεραπεία του καρκίνου. Για παράδειγμα, οι 2H-1,4-βενζοξασιν-3 (4H)-όνη, 6-μεθοξυ-2-μεθυλ-4-καρβαλδεϋδη και η καπαμενσίνη A, που ταυτοποιήθηκε και απομονώθηκε από τις ρίζες της *C. sikkimensis*, αναφέρθηκαν ως αναστολείς όγκων και η καπαμενσίνη A έδειξε σημαντική αντικαρκινική δράση όταν εμφανίστηκε και αξιολογήθηκε έναντι των ωοθηκών, των πνευμόνων, του μαστού, ρινοφαρυγγικό, ανθεκτικό στη βινκριστίνη και σε κυτταρικές γραμμές όγκων που υπάρχουν σε ανθρώπους. Το εκχύλισμα από φρούτα του *C. spinosa* έχει επίσης δείξει αντικαρκινικές επιδράσεις στα ανθρώπινα ηπατώματα HepG2 κύτταρα. Ορισμένα γλυκοσινολικά άλατα, όπως βενζυλ-, ρ-υδροξυβενζυλ- και 2-υδροξυβουτ-3-ενύλ γλυκοσινολικά άλατα έχουν αναφερθεί ως χημειοπροστατευτικά κατά του καρκίνου.

Ενώσεις που εκχυλίστηκαν από κάπαρη έδειξαν επίσης να είναι χρήσιμες για τον έλεγχο του μεταβολισμού των λιπιδίων. Τα εκχυλίσματα φλοιού, λουλουδιών και ριζών της *C. decidua* είναι σε θέση να μειώσουν τη χοληστερόλη, τα τριγλυκερίδια, το LDL

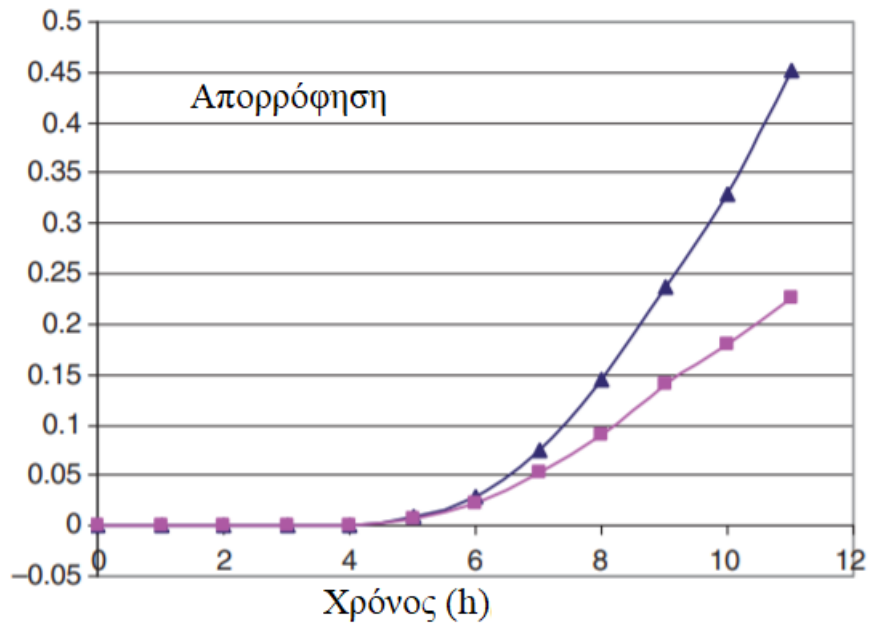
(λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας) και το VLDL (λιποπρωτεΐνες πολύ χαμηλής πυκνότητας) ενώ το εκχύλισμα φρούτων άσκησε μια υγιή επίδραση στα επίπεδα σακχάρου στο αίμα, στα γλυκοποιημένα επίπεδα αιμοσφαιρίνης και στα προφίλ λιπιδίων σε διαβητικούς και φυσιολογικούς αρσενικούς αρουραίους. Η μελέτη τους κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κατανάλωση κάππαρης ενδέχεται να μειώσει τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα και να βελτιώσει το προφίλ των λιπιδίων.

Το υδατικό εκχύλισμα της *C. spinosa* είναι επίσης αποτελεσματικό στον έλεγχο των λιπιδίων του ορού. Η μείωση της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης χοληστερόλης παρατηρήθηκε σε υπερλιπιδαιμικά κουνέλια όταν υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με 100 mg /L υδατικό εκχύλισμα φρούτων *C. spinosa*. Βρέθηκε επίσης ότι υδατικά εκχυλίσματα *C. spinosa* σε συγκέντρωση των 20 mg/kg μπόρεσαν να μειώσουν το περιεχόμενο λιπιδίων στο αίμα σε υπεργλυκαιμικούς αρουραίους. Το λυοφιλιζμένο μεθανολικό εκχύλισμα του *C. spinosa* (LECS) αναφέρεται ότι προστατεύει τον άνθρωπο από ασθένειες των αρθρώσεων, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση των βλαβών στους χόνδρους που εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια φλεγμονών. Επιπλέον, έχει διερευνηθεί και αναφερθεί ότι αυτό το εκχύλισμα έχει αντιαλλεργικές ιδιότητες όταν θερμαίνεται στους 60°C. Βρέθηκε ότι το εκχύλισμα λουλουδιών της *C. spinosa* παρείχε προστασία έναντι του βρογχοσπασμού που προκαλείται από ισταμίνη. Τα προαναφερθέντα θεραπευτικά οφέλη για την υγεία δείχνουν ότι τα είδη *Capparis* είναι πιθανές πηγές φαρμακευτικών ενώσεων, οι οποίες μπορούν να απομονωθούν και να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη φυσικών φαρμακευτικών και φυτοϊατρικών για τη θεραπεία διαφόρων ασθενειών.

4.1 Αντιμικροβιακές ιδιότητες

Μελέτες που έχουν διεξαχθεί για την αξιολόγηση του αντιμικροβιακού δυναμικού της κάππαρης έδειξαν ότι ήταν χρήσιμο κατά των βακτηριακών λοιμώξεων. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα που λαμβάνονται από τα ζυμωμένα φρούτα κάππαρης αναφέρθηκαν ότι είναι αποτελεσματικά έναντι επιλεγμένων βακτηριακών στελεχών. Οι ρίζες του είδους *C. grandiflora* έδειξαν να έχουν αντιμικροβιακή δράση έναντι των μικροοργανισμών *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *B. pumillus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Candida albicans*, και *Aspergillus niger*.

Σε μια μελέτη που διερεύνησε την αντιβακτηριακή δράση της *C. spinosa* αναφέρθηκε ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του *Deinococcus radiophilus* (*D. radiophilus*) παρεμποδίστηκε σημαντικά με την προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων από ρίζες του φυτού *C. spinosa*. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε αναστολή στον ρυθμό ανάπτυξης του *Escherichia coli* (*E. coli*) με την προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων (Boga et al., 2011).



Πίνακας 13. Κινητική ανάπτυξης πληθυσμών *D. radiophilus*.

Σημείωση: Τρίγωνα: καλλιέργεια ελέγχου, τετράγωνα: καλλιέργεια συμπληρωμένη με το υδατικό εκχύλισμα της *C. spirosoa* L.

Μια άλλη μελέτη αξιολόγησε την αντιμικροβιακή δράση υδατικών, αιθανολικών, οξικού αιθυλεστέρα και μεθανολικών εκχυλισμάτων ριζών και φρούτων της κάππαρης. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι τα υδατικά εκχυλίσματα των ριζών, εμφάνισαν υψηλότερη αντιμικροβιακή δράση ενάντια σε ένα ευρύ φάσμα μικροοργανισμών, σε σχέση με αυτό των υδατικών εκχυλισμάτων φρούτων του φυτού. Οι συγγραφείς απέδειξαν ότι τα υδατικά εκχυλίσματα από τις ρίζες, είχαν ανασταλτική δράση έναντι βακτηρίων και μυκήτων (Mahboubi and Mahboubi, 2014).

	Υδατικό				Αιθανόλη				Οξικό αθύλιο				Μεθανόλη				Αντιβιοτικό MIC MLC	
	Ρίζες		Φρούτα		Ρίζες		Φρούτα		Ρίζες		Φρούτα		Ρίζες		Φρούτα			
	MIC	MLC	MIC	MLC	MIC	MLC	MIC	MLC	MIC	MLC	MIC	MLC	MIC	MLC	MIC	MLC		
<i>S. aureus</i>	0.1	*	*	*	0.1	6.4	12.8	12.8	0.1	12.8	6.4	12.8	0.1	12.8	12.8	25.6	0.25	0.25 ^a
<i>S. saprophyticus</i>	0.1	*	*	*	0.1	12.8	6.4	12.8	0.1	6.4	6.4	12.8	0.1	6.4	12.8	25.6	0.25	0.5
<i>S. epidermidis</i>	0.1	12.8	*	*	0.1	12.8	6.4	12.8	0.1	6.4	12.8	12.8	0.1	12.8	6.4	12.8	0.25	0.5
<i>S. pyogenes</i>	12.8	*	*	*	25.6	25.6	1.6	3.2	6.4	12.8	3.2	6.4	12.8	25.6	3.2	3.2	0.12	0.25
<i>S. mutans</i>	51.2	*	*	*	25.6	25.6	3.2	3.2	3.2	6.4	12.8	12.8	6.4	6.4	3.2	3.2	0.25	0.5
<i>E. coli</i>	51.2	*	*	*	25.6	25.6	6.4	25.6	6.4	6.4	6.4	25.6	6.4	6.4	12.8	25.6	0.25	0.5 ^b
<i>S.typhimurium</i>	51.2	*	*	*	25.6	25.6	6.4	25.6	6.4	12.8	6.4	25.6	3.2	6.4	12.8	25.6	1	2
<i>S. dysenteriae</i>	25.6	*	*	*	25.6	25.6	6.4	12.8	3.2	6.4	12.8	25.6	0.8	3.2	6.4	25.6	0.25	0.5
<i>S. flexneri</i>	51.2	*	*	*	25.6	25.6	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8	3.2	12.8	6.4	25.6	0.25	0.5
<i>K. pneumoniae</i>	51.2	*	*	*	25.6	25.6	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	25.6	6.4	12.8	6.4	12.8	0.25	0.25
<i>P. aeruginosa</i>	*	*	*	*	25.6	25.6	3.2	6.4	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	0.25	0.5
<i>B. subtilis</i>	12.8	*	*	*	0.1	1.6	6.4	12.8	1.6	1.6	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8	0.12	0.25 ^a
<i>B. cereus</i>	12.8	12.8	*	*	3.2	12.8	6.4	51.2	1.6	3.2	6.4	12.8	3.2	6.4	3.2	51.2	0.25	8
<i>C. albicans</i>	6.4	12.8	*	*	1.6	1.6	3.2	6.4	1.6	3.2	3.2	6.4	3.2	6.4	6.4	6.4	0.12	0.25 ^c
<i>C. glabrata</i>	25.6	*	*	*	3.2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3.2	6.4	6.4	6.4	0.25	0.5
<i>A. flavus</i>	6.4	*	*	*	3.2	6.4	3.2	51.2	3.2	6.4	6.4	12.8	3.2	6.4	3.2	51.2	0.5	1
<i>A. parasiticus</i>	3.2	6.4	*	*	1.6	6.4	6.4	12.8	3.2	6.4	6.4	12.8	3.2	6.4	3.2	25.6	0.5	1
<i>A. niger</i>	0.1	25.6	*	*	1.6	6.4	3.2	12.8	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	6.4	1.6	12.8	0.5	0.5

MIC – Minimal Inhibitory Concentration [mg/ml]
MLC – Minimal Lethal Concentration [mg/ml]
Antibiotics: a – vancomycin
B – gentamycin
C – amphotericin B [μg/ml]
(*) – higher than 51.2 mg/ml

Πίνακας 14. Αντιμικροβιακή αξιολόγηση εκχυλισμάτων *C. spinosa* με δοκιμασία αραίωσης μικροζωμού

Μια άλλη έρευνα έδειξε ότι η θυμόλη που βρίσκεται στο έλαιο από τα φύλλα της *C. spinosa* ήταν υπεύθυνη για την αντιβακτηριδιακή δράση κατά των βακτηριακών στελεχών *Aeromonas hydrophila* and *Staphylococcus aureus*. Η θυμόλη είναι λιπόφιλη, κάτι το οποίο επιτρέπει σε αυτήν την ένωση να αλληλεπιδράσει με τις κυτταρικές μεμβράνες του μύκητα, τροποποιώντας τη διαπερατότητά τους. Δεδομένου ότι η θυμόλη είναι μια φυσική αντιμικροβιακή ένωση, αυτό μπορεί να καθυστερήσει ή και να ελαχιστοποιήσει την ανάπτυξη βακτηριακής αντοχής στα άλλα φάρμακα, όπως η πενικιλίνη. Ως εκ τούτου, η παρουσία θυμόλης στο έλαιο φύλλων *C. spinosa* δείχνει την αξία αυτού του είδους ως πηγή μιας εξαιρετικά χρήσιμης ένωσης που θα βοηθούσε στη θεραπεία διαφόρων ασθενειών (Gull et al., 2015).

4.2 Αντιοξειδωτική δράση

Η οξείδωση των νουκλεϊκών οξέων, των πρωτεϊνών και του DNA που προκαλείται από ενεργές μορφές οξυγόνου (ROS) και οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες ασθένειες, όπως νευροεκφυλιστικές διαταραχές, καρκίνο, καρδιαγγειακές παθήσεις, αθηροσκλήρωση και φλεγμονές. Τα αντιοξειδωτικά είναι οι ενώσεις που έχουν την ικανότητα να απομακρύνουν τις ελεύθερες μορφές οξυγόνου και τις ελεύθερες ρίζες, καθυστερώντας έτσι τη διαδικασία οξείδωσης που είναι υπεύθυνη για χρόνιες παθήσεις. Η απομάκρυνση ή η απόσβεση των ελεύθερων ριζών από φυτικά εκχυλίσματα εξαρτάται από τη φύση του εκχυλίσματος και τη μέθοδο εκχύλισης.

Αναφέρεται ότι λυοφιλωμένα και μεθανολικά εκχυλίσματα της *C. spinosa* παρουσίασαν σημαντικές αντιοξειδωτικές δραστηριότητες. Εκχυλίσματα *C. spinosa* που παρέχονται σε δόσεις 100 g/mL ανέστειλαν την υπεροξειδωση των λιπιδίων κατά 71,50 %, ενώ, μια δεκαπλάσια αύξηση σε αυτές τις δόσεις ανέστειλε την υπεροξειδωση των λιπιδίων έως 90 % λόγω του περιεχομένου των φαινολικών ενώσεων του *C. spinosa*. Επίσης αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις στη *C. spinosa* κυμαινόταν από 1151,6 έως 2243,96 mg ανά 100 g ενώ η περιεκτικότητα σε ρουτίνη κυμαινόταν από 150.62 έως 732.61 mg ανά 100 g. Το περιεχόμενο της συνολικής τοκοφερόλης κυμαινόταν μεταξύ 700,23 και 2555,4 μg ανά 100 g.

Τα προαναφερθέντα ερευνητικά ευρήματα διαπιστώνουν ότι τα εκχυλίσματα ειδών κάππαρης είναι καλές πηγές φυσικών αντιοξειδωτικών τα οποία μπορεί να ενεργοποιήσουν και να βελτιώσουν το αμυντικό σύστημα των ζωντανών οργανισμών ενάντια σε διαφορετικές ασθένειες, καθώς μπορούν να διερευνηθούν ως συστατικά στη βιομηχανία λειτουργικών τροφίμων και διατροφικών προϊόντων (Gull et al., 2015).

4.3 Δράση κατά της οδοντικής πλάκας

Η πλάκα προκαλείται κυρίως από τα βακτήρια *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* και *Actinomyces viscosus*. Διάφορα χημικά έχουν ερευνηθεί για την δράση τους κατά της πλάκας, αλλά η μακροχρόνια χρήση τους αντενδείκνυται λόγω των πιθανών παρενεργειών.

Τα εκχυλίσματα των φρούτων και των λουλουδιών του φυτού της κάππαρης καταστέλλουν την ανάπτυξη των βακτηρίων που δημιουργούν την πλάκα. Επίσης ένα συστατικό του φυτού το οποίο βρίσκεται στο έλαιο των φύλλων, περιέχει θυμόλη, μία ουσία με ισχυρές αντισηπτικές δράσεις και δράσεις κατά της πλάκας. Η θυμόλη χρησιμοποιείται ευρύτατα σε στοματικά διαλύματα και οδοντόπαστες με το όνομα «ευθυμόλη» και είναι ικανή να μειώσει την πλάκα και την ουλίτιδα. Αυτό υποστηρίζει την χρήση βιοδραστικών συστατικών που απομονώνονται από φυτά, για την παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων (Gull et al., 2015).

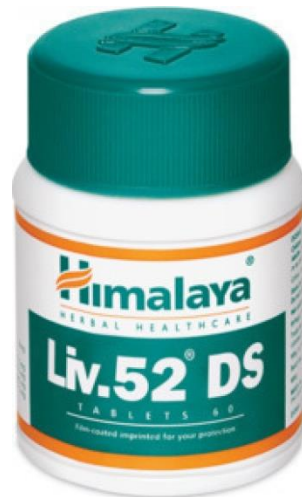
4.4 Ηπατοπροστατευτική δράση

Το ήπαρ είναι ένα σημαντικό όργανο το οποίο εκτελεί μεταβολικές λειτουργίες, συχνά όμως επηρεάζεται από τοξίνες. Η μείωση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων προάγει την αύξηση της οξειδωσης των λιπιδίων και την παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) τα οποία τελικά προκαλούν βλάβες στο ήπαρ.

Μέχρι στιγμής έχουν αποσυρθεί από την αγορά σχεδόν 900 φάρμακα, επειδή προκαλούν ηπατικές βλάβες. Μερικά αντιβιοτικά και φάρμακα, όπως το ciprofloxacin, isoniazid, amoxicillin, και rifampin ταυτοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα για τις ηπατοτοξικές τους δράσεις. Τα φάρμακα τα οποία έχουν αναπτυχθεί για να θεραπεύουν το ήπαρ είναι πολύ ακριβά, με αποτέλεσμα το κοινό που μπορεί να διαθέσει τα λεφτά

για την αγορά τους να είναι πολύ περιορισμένο. Αυτό οδήγησε τους ιατρούς να στραφούν προς τα φυτικά φάρμακα. Έχει διερευνηθεί η δράση του αιθανολικού εκχύλισματος από τους φλοιούς των ριζών του φυτού *C.spinosa*, στη θεραπεία ηπατικών διαταραχών. Το πείραμα διεξάχθηκε σε ομάδες διαφορετικών ποντικών, στα οποία εγχύθηκε CCl₄. Διαφορετικές δόσεις από εκχύλισμα των φλοιών των ριζών προκάλεσαν σημαντική μείωση στις βλάβες που είχαν προκληθεί εξαιτίας του CCl₄. Η έρευνα έδειξε πως το εκχύλισμα αυτό έχει τη δυνατότητα να αναστέλλει τα αυξημένα επίπεδα των ενζυμικών δραστηριοτήτων του ορού που προκαλούνται από το CCl₄. Ομοίως αυτό το εκχύλισμα χρησιμοποιείται για την παρασκευή του ηπατοπροστατευτικού φαρμάκου Liv-52, το οποίο χορηγείται για την θεραπεία της ηπατίτιδας Β και για την παρεμπόδιση των βλαβών που προκαλούνται στο ήπαρ από το αλκοόλ. Το CM-52, ένα άλλο ηπατοπροστατευτικό φάρμακο, περιέχει τα εκχυλίσματα του φυτού *C. spinosa* (65 mg ανά χάπι). Η ηπατοπροστατευτική αποτελεσματικότητα του *C. spinosa* μπορεί να αποδοθεί στην πιθανή δράση των αντιοξειδωτικών επακολουθούμενη από την αποκατάσταση της κυτταρικής μεμβράνης των κυττάρων και της διαπερατότητάς της, παρόλα αυτά ο ακριβής μηχανισμός πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω.

Όχι μόνο το φυτό *C. spinosa* αλλά και άλλα γένη του φυτού έχουν ηπατοπροστατευτικές δράσεις. Για παράδειγμα η ηπατοτοξικότητα που προκαλείται από την παρακεταμόλη μπορεί να μειωθεί με εφαρμογή αιθανολικού εκχυλίσματος από το φλοιό του στελέχους *C. brevispina*. (Gull et al., 2015).



Εικόνα 17. Ηπατοπροστατευτικό φάρμακο που περιέχει εκχυλίσματα *C. spinosa*.

4.5 Αντικαρκινική δράση

Τα τελευταία χρόνια, ο καρκίνος του παχέος εντέρου είναι ένας από τους πιο συχνούς και θανατηφόρους καρκίνους στις χώρες της Δύσης και είναι αρκετά επιρρεπής σε τροποποιήσεις από διατροφικούς παράγοντες. Πολλά βότανα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως, είναι αναγνωρισμένα για τις αντικαρκινικές τους ιδιότητες. Βάσει ερευνών που έχουν γίνει έχει βρεθεί ότι ορισμένα ισοθειοκυανικά τα οποία βρίσκονται στην κάππαρη, μπορούν να επηρεάσουν τον κυτταρικό κύκλο και να καταστρέψουν τα HT-29 καρκινικά κύτταρα του παχέος εντέρου.

Έγινε διερεύνηση της επίδρασης του αιθέριου ελαίου κάππαρης και του υδατικού εκχυλίσματος κάππαρης, έναντι του πολλαπλασιασμού των καρκινικών κυττάρων HT-29. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η δοκιμασία MTT, η οποία είναι ένας χρωματομετρικός προσδιορισμός για την αξιολόγηση της μεταβολικής δραστηριότητας των κυττάρων. Η συγκέντρωση της αιθανόλης που χρησιμοποιήθηκε για την αραιώση των αιθέριων ελαίων ήταν 0,4 %, συγκέντρωση που δεν επηρέασε την ανάπτυξη των κυττάρων. Οι μετρήσεις έγιναν για διάφορες συγκεντρώσεις του αιθέριου ελαίου και του εκχυλίσματος και σε διαφορετικούς χρόνους επώασης. Όπως διαπιστώθηκε, το αιθέριο έλαιο και το υδατικό εκχύλισμα κάππαρης επηρέασαν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων HT-29. Το υδατικό εκχύλισμα έδειξε υψηλότερη αντιπολλαπλασιαστική δράση, έναντι του αιθέριου ελαίου μετά από 15 και μετά από 72 ώρες επώασης.

Συγκέντρωση (g/l)	Αναστολή του πολλαπλασιασμού των κυττάρων HT-29 (%)			
	15 h επώαση		72 h επώαση	
	Αιθέριο έλαιο	Υδατικό έγχυμα	Αιθέριο έλαιο	Υδατικό έγχυμα
0.001	1.2 ± 0.5	2.2 ± 1.7	4.5 ± 2.1	17.3 ± 1.9
0.005	4.7 ± 1.6	13.2 ± 2.0	13.4 ± 1.9	20.0 ± 0.3
0.01	10.1 ± 1.7	17.5 ± 1.3	28.7 ± 2.4	27.2 ± 1.2
0.1	29.2 ± 2.3	32.6 ± 0.9	44.3 ± 3.1	54.5 ± 1.8

*Πίνακας 15 Η επίδραση του αιθέριου ελαίου και του υδατικού εκχυλίσματος από *Capparis spinosa* στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων καρκινώματος του παχέος εντέρου HT-29.*

Το υδατικό εκχύλισμα *C. spinosa* είναι μια καλή πηγή φλαβονοειδών, των οποίων η αντικαρκινική δράση έχει τεκμηριωθεί με διάφορες μελέτες. Επιπροσθέτως, οι κύριες ουσίες που ανιχνεύθηκαν, η ρουτίνη και το χλωρογονικό οξύ, έδειξαν χαμηλότερη αντικαρκινική δράση όταν δοκιμάστηκαν ως καθαρές ενώσεις, σε σχέση με την αρχική φυτική μήτρα αυτής της μελέτης. Τέλος το δυναμικό της κάππαρης ως χημειοπροληπτικός παράγοντας χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, μέσω της χρήσης ζωικών μοντέλων και μελετών παρέμβασης (Kulisic-Bilusic et al., 2012).

4.6 Αντιδιαβητική δράση

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια από τις πιο διαδεδομένες μεταβολικές διαταραχές τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις ανεπτυγμένες χώρες. Σύμφωνα με την έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, το σύνολο των διαβητικών ασθενών παγκοσμίως έφτασε τα 422 εκατομμύρια το 2014 και περίπου 3,7 εκατομμύρια ασθενείς πέθαναν από διαβήτη ή επιπλοκές που προκαλούνται από υπεργλυκαιμία το 2012. Προβλέπεται ότι το 2030 η έβδομη κύρια αιτία θανάτου θα είναι ο διαβήτης.

Ο σακχαρώδης διαβήτης χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Ο διαβήτης τύπου 1 προκύπτει από την αυτοάνοση καταστροφή των β-κυττάρων του παγκρέατος που παράγουν ινσουλίνη. Ο διαβήτης τύπου 2 εμφανίζεται όταν το πάγκρεας δεν παράγει την απαιτούμενη ποσότητα ινσουλίνης ή ο οργανισμός δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά την ινσουλίνη που παράγει. Αν και οι επιπλοκές μπορούν να αποφευχθούν με τη χρήση φαρμάκων, υπάρχει ο κίνδυνος παρενεργειών. Αυτό οδήγησε τα τελευταία χρόνια την αναζήτηση νέων φαρμάκων από φαρμακευτικά φυτά. Οι αντιδιαβητικές ιδιότητες του φυτού της κάππαρης έχουν αποδειχθεί βάσει ερευνών. Τουλάχιστον 11 πειραματικές μελέτες σε ζώα και μία κλινική δοκιμή σε ασθενείς με διαβήτη τύπου II, επιβεβαιώνουν τις αντιυπεργλυκαιμικές ιδιότητες του φυτού.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε, 54 άτομα υποβλήθηκαν σε αντιυπεργλυκαιμική θεραπεία για δύο μήνες. Τα άτομα χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, 28 άτομα έλαβαν κάψουλες υδροαλκοολικού εκχυλίσματος κάππαρης των 400 mg, ενώ 26 άτομα έλαβαν εικονικό φάρμακο τρεις φορές την ημέρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση της γλυκόζης νηστείας και της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης στο αίμα στην ομάδα που χορηγήθηκε το εκχύλισμα. Η μείωση που υπήρξε ήταν 11,2 % και 4,8 % αντίστοιχα.

Τα εκχυλίσματα από την ρίζα και τα φύλλα της *C. spinosa* έχουν τη δυνατότητα να διακόψουν την υδρόλυση των υδατανθράκων στο λεπτό έντερο μειώνοντας τη δραστηριότητα της άλφα-αμυλάσης. Η αναστολή της άλφα-αμυλάσης μειώνει τον ρυθμό απορρόφησης των υδατανθράκων από το λεπτό έντερο και οδηγεί σε μείωση των επιπέδων της μεταγευματικής γλυκόζης στο αίμα. Επιπλέον η θεραπεία με εκχύλισμα κάππαρης μειώνει τη βασική ενδογενή παραγωγή γλυκόζης (Vahid, Rakhshandeh and Ghorbani, 2017).

4.7 Αντιαλλεργική και αντισταμινική δράση

Με τον όρο αλλεργία εννοείται η παθολογική κατάσταση κατά την οποία ο οργανισμός αντιδρά απέναντι σε περιβαλλοντικά αντιγόνα τα οποία είναι αβλαβή. Οι περισσότερες θεραπείες για τις αλλεργίες βασίζονται στην αναστολή και τον έλεγχο των μεσολαβητών της φλεγμονώδους απόκρισης. Τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι ανταγωνιστές της ισταμίνης και περιέχουν κορτικοστεροειδή τα οποία καταστέλλουν τις φλεγμονές που προκαλούνται από την αλλεργία. Παρόλα αυτά οι μακροχρόνιες θεραπείες με αυτού του είδους φάρμακα ενέχουν τον κίνδυνο παρενεργειών (Caruso et al., 2008).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για την εύρεση καινοτόμων θεραπειών χρησιμοποιώντας εναλλακτικές μεθόδους, με στόχο τον περιορισμό των παρενεργειών. Τα φυτικά φάρμακα κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος μιας και πολλές έρευνες αποδεικνύουν την αντιαλλεργική δράση τους (Caruso et al., 2008).

Στην έρευνα των Trombetta et al. (2005) μελετήθηκαν οι αντιαλλεργικές ιδιότητες δύο λυοφιλοποιημένων μεθανολικών εκχυλισμάτων που λαμβάνονται από ανθοφόρους οφθαλμούς *Capparis spinosa*. Στην πρώτη περίπτωση το εκχύλισμα παραλήφθηκε σε θερμοκρασία δωματίου (CAP-C) και στην δεύτερη περίπτωση η εκχύλιση έγινε σε θερμοκρασία 60°C (CAP-H).

Οι προστατευτικές ιδιότητες των δύο εκχυλισμάτων (CAP-C, CAP-H) αξιολογήθηκαν σε αναισθητοποιημένα ινδικά χοιρίδια, που τους χορηγήθηκε δια του στόματος (14,28 mg/kg), έναντι του αντιγόνου *Oleaceae* και της ισταμίνης που προκαλεί βρογχοσπασμούς. Επιπλέον το τεστ ισταμίνης πραγματοποιήθηκε και σε ανθρώπους εφαρμόζοντας ένα τζελ που περιέχει 2% εκχύλισμα CAP-C για μία ώρα, με σκοπό την αξιολόγηση του ερυθήματος.

Τα δύο εκχυλίσματα που αξιολογήθηκαν σε αυτό το πείραμα διαθέτουν αξιοσημείωτη αντιαλλεργική δράση, αφού χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων με κυριότερα συστατικά την κερσετίνη, την καμπεφερόλη και τις γλυκοσίδες. Στην πραγματικότητα αυτά τα εκχυλίσματα αποδείχθηκαν ικανά να προστατεύσουν τα ινδικά χοιρίδια από βρογχοσπασμό. Η προστατευτική δράση του CAP-H είναι πιθανότερο να οφείλεται σε έμμεσο μηχανισμό, σε αντίθεση με το CAP-C το οποίο έχει άμεσες αντισταμινικές ιδιότητες. Οι διαφορές στον μηχανισμό δράσης, σχετίζονται πιθανόν με τις ποιοτικές και ποσοτικές διαφορές του χημικού προφίλ των δύο εκχυλισμάτων. Η εκχύλιση που πραγματοποιείται στους 60°C εμπλουτίζει το εκχύλισμα κάππαρης με δραστικές ενώσεις που έχουν άμεση αντιαλλεργική δράση, ενώ η θέρμανση μπορεί να καταστρέψει τις ενώσεις που προσδίδουν αντισταμινικές ιδιότητες.

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα και τα δεδομένα που υπάρχουν για άλλα φαρμακευτικά φυτά, αναπτύχθηκε από την εταιρεία Bionar στην Ιταλία ένα καινοτόμο αντιαλλεργικό συστατικό, το οποίο προστίθεται σε πολλά διατροφικά συμπληρώματα. Το σκεύασμα Pantescal αποτελείται από φυτικά εκχυλίσματα καρπών *Capparis spinosa*, φύλλων *Olea europaea*, φύλλων *Ribes nigrum* και ριζών του φυτού *Panax ginseng*. Η ευεργετική επίδραση του Pantescal σε αλλεργικά άτομα θα μπορούσε να

αποδοθεί σε μια συνεργιστική δράση των τεσσάρων φυτικών εκχυλισμάτων που υπάρχουν σε αυτό το σκεύασμα. Ωστόσο ο ακριβής μηχανισμός δράσης του σκευάσματος χρήζει περαιτέρω διερεύνησης (Caruso et al., 2008).



Εικόνα 18. Συμπλήρωμα διατροφής *Pantescal*.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διατροφική αξία της κάππαρης είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Ως αυτοφυές φυτό δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία για την καλλιέργεια του. Παρόλα αυτά όμως γνωρίζοντας ότι είναι ένα φυτό με υψηλές αντοχές σε ξηρά κλίματα και υψηλές θερμοκρασίες, συμπεραίνουμε ότι η καλλιέργεια της θα μπορούσε να αυξήσει το εισόδημα των καλλιεργητών σε χώρες που δεν ευδοκιμούν άλλα φυτά λόγω των κλιματικών συνθηκών .

Τα τελευταία χρόνια γίνονται όλο και περισσότερες έρευνες στην φυτοχημική σύσταση του φυτού και την ευεργετική δράση του στην υγεία του ανθρώπου. Πολλές έρευνες αποδεικνύουν την πληθώρα αντιοξειδωτικών στοιχείων, όπως τα φαινολικά οξέα, τα φλαβονοειδή, τις φυτοστερόλες και τα αλκαλοειδή, κάτι το οποίο καθιστά το φυτό χρήσιμο στην παραγωγή φαρμακευτικών και βιοδραστικών ενώσεων. Όπως αποδεικνύεται η κάππαρη είναι ένα φυτό που έχει να προσφέρει πολλά στην φαρμακευτική βιομηχανία. Η κάππαρη διαθέτει αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, ηπατοπροστατευτικές, αντιδιαβητικές, αντικαρκινικές, αντιαλλεργικές και αντισταμινικές δράσεις. Εκτός όμως από όλες αυτές τις ιδιότητες η κάππαρη είναι πλούσια σε λιπαρά οξέα, ωμέγα-3 λιπαρά, βιταμίνες, ανόργανα συστατικά και απαραίτητα αμινοξέα. Όλα αυτά κάνουν την κάππαρη ένα σημαντικό τρόφιμο για τη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών και την καταπολέμηση κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία.

Επίσης η κάππαρη μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά στη βιομηχανία τροφίμων για την παρασκευή τυριών και ίσως και ζυμώμενων γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως επίσης και προχωνευμένων κρεάτων. Ωστόσο αν και τα διάφορα είδη κάππαρης χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο από την αρχαιότητα και δεν υπάρχει κάποια έρευνα που να αποδεικνύει την τοξικότητά της, καλό θα ήταν να διερευνηθεί περαιτέρω.

Εν κατακλείδι, η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει τη βοτανική περιγραφή, την παραδοσιακή χρήση, τη φυτοχημική σύσταση της κάππαρης, τη χρήση της στη βιομηχανία τροφίμων και τις ευεργετικές ιδιότητές της στην υγεία του ανθρώπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναφορές σε άρθρα/ βιβλία/ ανασκοπήσεις

- Abreu-Naranjo, R. *et al.* (2020) 'Physico-chemical characterisation of *Capparis scabrada* seed oil and pulp, a potential source of eicosapentaenoic acid', *Food Bioscience*, 36, p. 100624. doi:10.1016/j.fbio.2020.100624.
- Al, Z. (2016) 'Analysis of essential oil of *Capparis spinosa* L. leaves and interaction between *Pieris brassicae* L. (Lepidopteran) which attack caper and natural enemy *Cotesia glomerata* (L.)', *International Journal of ChemTech Research*, p. 10.
- Argentieri, M. *et al.* (2012) 'Bioactive compounds from *Capparis spinosa* subsp. *rupestris*', *Industrial Crops and Products*, 36(1), pp. 65–69. doi:10.1016/j.indcrop.2011.08.007.
- Aytaç, Z., Kinaci, G. and Ceylan, A. (1984) 'Yield and some morphological characteristics of caper (*Capparis spinosa* L.) population cultivated at various slopes in Aegean ecological conditions', p. 7.
- Bakkali, F. *et al.* (2008) 'Biological effects of essential oils – A review', *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), pp. 446–475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- Boga, C. *et al.* (2011) 'On the antibacterial activity of roots of *Capparis spinosa* L.', *Natural Product Research*, 25(4), pp. 417–421. doi:10.1080/14786419.2010.487189.
- Caruso, M. *et al.* (2008) 'Effects of a new nutraceutical ingredient on allergen-induced sulphidoleukotrienes production and CD63 expression in allergic subjects', *International Immunopharmacology*, 8(13–14), pp. 1781–1786. doi:10.1016/j.intimp.2008.08.015.
- Chedraoui, S. *et al.* (2017) '*Capparis spinosa* L. in A Systematic Review: A Xerophilous Species of Multi Values and Promising Potentialities for Agrosystems under the Threat of Global Warming', *Frontiers in Plant Science*, 8, p. 1845. doi:10.3389/fpls.2017.01845.
- Demir, Y. *et al.* (2008) 'Cysteine Protease (Capparin) from Capsules of Caper (*Capparis spinosa*)', p. 6.
- Fici, S. (2014) 'A taxonomic revision of the *Capparis spinosa* group (Capparaceae) from the Mediterranean to Central Asia', *Phytotaxa*, 174(1), p. 1. doi:10.11646/phytotaxa.174.1.1.
- Francesca, N. *et al.* (2016) 'Optimised method for the analysis of phenolic compounds from caper (*Capparis spinosa* L.) berries and monitoring of their changes during fermentation', *Food Chemistry*, 196, pp. 1172–1179. doi:10.1016/j.foodchem.2015.10.045.
- Gan, L. *et al.* (2013) 'Anatomical adaptations of the xerophilous medicinal plant, *Capparis spinosa*, to drought conditions', *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 54(2), pp. 156–161. doi:10.1007/s13580-013-0162-3.

- Givianrad, M.H. *et al.* (2011) 'Investigation of some compositional properties of *Capparis spinosa* seed oil growing wild in Iran from commercial utilization approach', *Chemistry of Natural Compounds*, 47(3), pp. 428–430. doi:10.1007/s10600-011-9950-0.
- Gousias, G. (2017) 'Μελέτη μεθόδων εκχύλισης βιοδραστικών συστατικών από αρωματικά φυτά', p. 104.
- Gull, T. *et al.* (2015) 'Capparis species: A potential source of bioactives and high-value components: A review', *Industrial Crops and Products*, 67, pp. 81–96. doi:10.1016/j.indcrop.2014.12.059.
- Hall, J.C., Sytsma, K.J. and Iltis, H.H. (2002) 'Phylogeny of Capparaceae and Brassicaceae based on chloroplast sequence data', *American Journal of Botany*, 89(11), pp. 1826–1842. doi:10.3732/ajb.89.11.1826.
- Jiang, H.-E. *et al.* (2007) 'The discovery of *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) in the Yanghai Tombs (2800 years b.p.), NW China, and its medicinal implications', *Journal of Ethnopharmacology*, 113(3), pp. 409–420. doi:10.1016/j.jep.2007.06.020.
- Kulisic-Bilusic, T. *et al.* (2012) 'The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.)', *Food Chemistry*, 132(1), pp. 261–267. doi:10.1016/j.foodchem.2011.10.074.
- Levizou, E., Drilias, P. and Kyparissis, A. (2004) 'Exceptional Photosynthetic Performance of *Capparis spinosa* L. Under Adverse Conditions of Mediterranean summer', *Photosynthetica*, 42(2), pp. 229–235. doi:10.1023/B:PHOT.0000040594.85407.f4.
- Mahboubi, M. and Mahboubi, A. (2014) 'Antimicrobial activity of *Capparis spinosa* as its usages in traditional medicine', *Herba Polonica*, 60(1), pp. 39–48. doi:10.2478/hepo-2014-0004.
- Masset Claude. J. M. Renfrew, C. (1973) 'J. M. Renfrew, Palaeoethnobotany. The Prehistoric Food Plants of the Near East and Europe', p. 3.
- Pérez Pulido, R. *et al.* (2005) 'Microbiological Study of Lactic Acid Fermentation of Caper Berries by Molecular and Culture-Dependent Methods', *Applied and Environmental Microbiology*, 71(12), pp. 7872–7879. doi:10.1128/AEM.71.12.7872-7879.2005.
- Rivera, D. *et al.* (2003) 'Review of Food and Medicinal Uses of *Capparis* L. Subgenus *Capparis* (Capparidaceae)', *Economic Botany*, 57(4), pp. 515–534. doi:10.1663/0013-0001(2003)057[0515:ROFAMU]2.0.CO;2.
- Romeo, V. *et al.* (2007) 'Flavour profile of capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC–MS', *Food Chemistry*, 101(3), pp. 1272–1278. doi:10.1016/j.foodchem.2005.12.029.
- Tlili, N. *et al.* (2011) 'The caper (*Capparis* L.): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties', *Fitoterapia*, 82(2), pp. 93–101. doi:10.1016/j.fitote.2010.09.006.

Trombetta, D. *et al.* (2005) ‘Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds’, *Phytotherapy Research*, 19(1), pp. 29–33. doi:10.1002/ptr.1591.

Vahid, H., Rakhshandeh, H. and Ghorbani, A. (2017) ‘Antidiabetic properties of *Capparis spinosa* L. and its components’, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 92, pp. 293–302. doi:10.1016/j.biopha.2017.05.082.

Αναφορές σε εικόνες/ιστοσελίδες:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Likens-Nickerson_Apparatus
- https://agritech.tnau.ac.in/horticulture/extraction_methods_natural_essential_oil.pdf
- http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%B2%CE%AE_%CE%B1%CE%B9%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD_%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CF%89%CE%BD_%CE%BC%CE%B5_%CE%B5%CE%BA%CF%87%CF%8D%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%B7
- <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/microwave-assisted-extraction>
- <http://ikee.lib.auth.gr/record/302990/files/GRI-2019-23643.pdf>
- <https://www.proionta-tis-fisis.com/pos-ftiahnoume-kapari-kai-kaparofylla-toursi/>
- <https://www.horecamarket.gr/product/43889/kaparofylla-se-almi-1kg>
- [https://link.springer.com/content/pdf/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0515:ROFAMU\]2.0.CO;2.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1663/0013-0001(2003)057[0515:ROFAMU]2.0.CO;2.pdf)
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818304539>

- <https://www.aboca.com/el/%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5/%CE%BA%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%BF%CF%82-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7%CF%82/%CE%B5%CE%BA%CF%87%CF%85%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%B7/>
- <https://novatec.gr/el/products/tainies-dialogis-kai-syskeyasias>
- <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=20059>
- <https://gr.pinterest.com/pin/228135537350517432/>
- <https://www.chromatographyonline.com/view/looking-past-understand-future-soxhlet-extraction>
- https://www.researchgate.net/figure/Schematic-representation-of-a-microwave-assisted-extraction-equipment-used-at-laboratory_fig2_309333423
- https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-ultrasound-assisted-extraction-UAE_fig2_330384866
- <https://www.google.com/search?q=pantescal&sxsrf=AOaemvJpRqZhWemhFi r5HuNF2 ah0 E sA:1642359435615&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwis-oLW-bb1AhXmSvEDHfJfDcIQ AUoAnoECAEQBA&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=xqcXlsWK5IH6M>