



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κανέλα: Φυτοχημικές ενώσεις και η ευεργετική επίδραση τους στον οργανισμό



Εκτέλεση εργασίας: **Άννα Γκαμίλη Α.Μ. 14309**

Μαργαρίτα Πέππα Α.Μ. 14495

Επιβλέπων καθηγητής : **ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΟΝΤΕΛΕΣ**

ΑΘΗΝΑ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

FOOD SCIENCE SCHOOL

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

Diploma Thesis

Cinnamon: Phytochemical compounds and their beneficial effect on the body

Student name and surname: **Anna Gamili**

Registration Number: **14309**

Student name and surname: **Margarita Peppa**

Registration Number: **14495**

Supervisor name and surname:

Spyridon Konteles

Athens, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Κανέλα: Φυτοχημικές ενώσεις και η ευεργετική επίδραση τους στον οργανισμό

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

01	Επιβλέπων καθηγητής ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΟΝΤΕΛΕΣ	
02	Μέλος Επιτροπής ΕΙΡΗΝΗ ΣΤΡΑΤΗ	
03	Μέλος Επιτροπής ΑΝΘΙΜΙΑ ΜΠΑΤΡΙΝΟΥ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΓΚΑΜΙΛΗ ANNA του ΑΡΙΣΤΕΙΔΗ ,με αριθμό μητρώου 14309 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της **Σχολής Επιστημών Τροφίμων** του **Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων**, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής 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



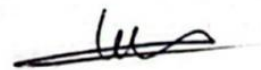
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΠΕΠΠΑ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ του ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, με αριθμό μητρώου 14495 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της **Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων**, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής 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



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν θέμα την κανέλα, τις φυτοχημικές ενώσεις που περιέχει και την ευεργετική επίδραση που ασκούν στον ανθρώπινο οργανισμό. Η κανέλα είναι γνωστή στο άνθρωπο από την αρχαιότητα και έχει χρησιμοποιηθεί ως μπαχαρικό, αρωματικό, αλλά και ως φάρμακο, θεραπευτικό αφέψημα. Η χημική της σύνθεση είναι πολυσύνθετη και παρουσιάζει ένα σημαντικό αριθμό ρητινωδών ενώσεων, συμπεριλαμβανομένης της κινναμαλδεΐδης, του κινναμωμικού οξέος και εστέρων του, καθώς επίσης και πολλά αιθέρια έλαια, προκυανιδίνες και κατεχίνες. Η σύνθεση της μπορεί να διαφοροποιείται ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση, τις συνθήκες επεξεργασίας, την ποικιλία και το μέρος του φυτού. Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες η φαρμακευτική δράση της κανέλας και τα οφέλη που προσφέρει στην ανθρώπινη υγεία είναι σημαντικά. Παρουσιάζει αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακή και αντικαταθλιπτική δράση, συμμετέχει στην αντιμετώπιση και την πρόληψη του σακχαρώδη διαβήτη, της ανάπτυξης καρδιαγγειακών νοσημάτων, καρκίνου και νευρολογικών διαταραχών, βοηθάει στη μείωση της χοληστερίνης και των λιπιδίων, προστατεύει από τις φυσικές και χημικές τοξίνες.

SUMMARY

The subject of this thesis is the cinnamon, the phytochemicals it contains and the beneficial effect they have on the human body. Cinnamon has been known to man since antiquity and has been used as a spice, aromatic, but also as a medicine, therapeutic decoction. It has a complex chemical composition with a significant number of resinous compounds, including cinnamaldehyde, cinnamic acid and its esters, as well as many essential oils, procyanidins and catechins. The composition of cinnamon can vary qualitatively and quantitatively depending on the geographical origin, processing conditions, variety and part of the plant. According to scientific studies, the medicinal effect of cinnamon and the benefits it offers to human health are significant. It has antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and antidepressant activity, participates in the treatment and prevention of diabetes, the development of cardiovascular disease, cancer and neurological disorders, helps reduce cholesterol and protects against natural and chemical toxins.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
SUMMARY	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	14
1.1 ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	14
1.2 ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	15
1.2.1 Φαινολικές ενώσεις	15
1.2.2 Αλκαλοειδή	18
1.3 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΩΝ	20
1.3.1 Εκχύλιση φαινολικών ενώσεων με χρήση διαλυτών	21
1.3.2 Εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων	21
1.3.3 Εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	26
ΚΑΝΕΛΑ	26
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	26
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΝΕΛΑΣ.....	26
2.3 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΝΕΛΑΣ.....	28
2.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΝΕΛΑΣ	29
2.5 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	31
2.6 ΧΡΗΣΗ ΚΑΝΕΛΑΣ.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΔΡΑΣΗ ΚΑΝΕΛΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ	42
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	42

3.2	ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	42
3.3	ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ	45
3.4	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΑΚΧΑΡΩΔΟΥΣ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ ΙΙ.....	47
3.5	ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ	48
3.6	ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ	51
3.7	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ	52
3.8	ΑΝΤΙΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	52
3.9	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ	53
3.10	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΤΟΞΙΝΕΣ	56
3.11	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	60
3.12	ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ	65
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	69

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διάταξη φαινολικών παραγώγων	16
Εικόνα 2: Χημική δομή των κυριότερων κατηγοριών φαινολικών ενώσεων	17
Εικόνα 3: Σκελετική δομή ορισμένων αλκαλοειδών που έχουν βρεθεί σε φαρμακευτικά φυτά	19
Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση διαφόρων μεθόδων εκχύλισης με μικροκύματα, όπου 1-δοχείο εκχύλισης, 2-φυτικό υλικό, 3- εφαρμογή μικροκυμάτων, 4- Συμπυκνωτής πτητικών συστατικών, 5- εκχύλισμα, 7-υδατική φάση, 8-ατμογεννήτρια	23
Εικόνα 5: Δημιουργία φυσαλίδων και σπηλαίωση.....	24
Εικόνα 6: Πιθανή διάταξη εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων	25
Εικόνα 7: Συστάδα βλαστών κανέλας (δέντρα).	28
Εικόνα 8: Φύλλα και άνθη δέντρου κανέλας	29
Εικόνα 9: Διαδικασία επεξεργασίας κανέλας	30
Εικόνα 10: Ευγενόλη -C ₁₀ H ₁₂ O ₂ - PubChem CID:3314.....	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Χημικές δομές ενώσεων που ταυτοποιήθηκαν σε εκχυλίσματα κανέλας.....	31
Πίνακας 2: Χημικά συστατικά που έχουν ταυτοποιηθεί σε διάφορα τμήματα του φυτού της κανέλας.....	39
Πίνακας 3: Ορισμένες φυσικοχημικές ιδιότητες κανέλας.....	40
Πίνακας 4: Παραδείγματα μελετών σχετικές με την αντιοξειδωτική δράση της κανέλας	42
Πίνακας 5: Αντιφλεγμονώδης δράση κανέλας.....	46
Πίνακας 6: Επίδραση κανέλας στην αντιμετώπιση του σακχαρώδη διαβήτη τύπου II	47
Πίνακας 7: Καρδιοπροστατευτική δράση κανέλας.....	51
Πίνακας 8: Μελέτες που αφορούν την προστατευτική επίδραση της κανέλας έναντι φυσικών τοξινών.....	56
Πίνακας 9: Μελέτες που αφορούν την προστατευτική επίδραση της κανέλας έναντι χημικών τοξινών.....	58
Πίνακας 10: Πρόληψη και αντικαρκινική δράση κανέλας.....	60
Πίνακας 11: Ορισμένες μελέτες που αφορούν τις παρενέργειες από την κατανάλωση κανέλας.....	65

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την ευεργετική δράση της κανέλα στον ανθρώπινο οργανισμό. Η κανέλα είναι ένα φυτό που είναι γνωστό από την αρχαιότητα και έχει χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο για διάφορους σκοπούς, ως μπαχαρικό στα τρόφιμα, ως αρωματικό, αλλά ως θεραπευτικό αφέψημα.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας δίνονται ορισμένοι χρήσιμοι ορισμοί που αφορούν τα φάρμακα φυτικής προέλευσης, τις φυτικές ουσίες και τα φυτικά παρασκευάσματα. Επίσης, εξηγείται συνοπτικά ο όρος φυτοχημικές ή φυτοδραστικές ουσίες, η προέλευσή τους και η χρήση τους. Ορισμένες από τις κυριότερες κατηγορίες φυτοδραστικών ουσιών είναι οι φαινολικές ενώσεις και τα αλκαλοειδή. Η εκχύλιση των ενώσεων αυτών από το φυτικό υλικό γίνεται με διάφορους μεθόδους:

- κλασικές, όπως είναι η απόσταξη, η εκχύλιση με διαλύτες ή η ψυχρή συμπίεση
- σύγχρονες, όπως είναι η εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων ή υπερήχων

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναφέρονται γενικές πληροφορίες για την καλλιέργεια της κανέλας και τα βοτανικά χαρακτηριστικά της κανέλας, τα κυριότερα είδη που καλλιεργούνται για εμπορικούς σκοπούς (*Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum burmannii* και *Cinnamomum cassia*). Για την παραγωγή φυτικών φαρμάκων συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται κυρίως δύο ποικιλίες : *Cinnamomum zeylanicum* (κανέλα Κεϋλάνης ή γνήσια κανέλα) και *Cinnamomum cassia*, (κινέζικη κανέλα). Επίσης, εξηγείται πως γίνεται η συγκομιδή της, δηλαδή με ποια τεχνική ο φλοιός του δέντρου μετατρέπεται στα ξυλάκια κανέλας που διατίθενται στην αγορά. Για την παραγωγή φυτικών φαρμάκων συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται κυρίως δύο ποικιλίες : *Cinnamomum zeylanicum* (κανέλα Κεϋλάνης ή γνήσια κανέλα) και *Cinnamomum cassia*, (κινέζικη κανέλα). Τα πιο σημαντικά συστατικά της κανέλας είναι η αρωματική αλδεΐδη 3-φαινυλ-2 (E) -προπενάλη, που ονομάζεται επίσης και κινναμαλδεΐδη, η trans-κινναμαλδεΐδη και το κινναμωμικό οξύ. Η σύνθεση της μπορεί να διαφοροποιείται ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση, τις συνθήκες επεξεργασίας, την ποικιλία και το μέρος του φυτού.

Στο κεφάλαιο 3, αναφέρονται επιστημονικές μελέτες που αποδεικνύουν τη φαρμακευτική δράση της κανέλας και τα οφέλη που προσφέρει στην ανθρώπινη υγεία. Η

κάνελα παρουσιάζει σημαντική αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδης, αντιμικροβιακή και αντικαταθλιπτική δράση, συμμετέχει στην αντιμετώπιση και την πρόληψη του σακχαρώδη διαβήτη, της ανάπτυξης καρδιαγγειακών νοσημάτων, καρκίνου και νευρολογικών διαταραχών, βοηθάει στη μείωση της χοληστερίνης και των λιπιδίων, προστατεύει από τις φυσικές και χημικές τοξίνες. Τέλος, αναφέρονται ορισμένοι κίνδυνοι που μπορεί να παρουσιαστούν κατά την υπερβολική κατανάλωση από εγκύους, όπως αιμορραγία ή αποβολή, ίκτερο του βρέφους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η οδηγία 2004/24/ΕΚ αφορά τα «παραδοσιακά φάρμακα φυτικής προέλευσης που προορίζονται για ανθρώπινη χρήση». Στην ευρωπαϊκή αυτή οδηγία δίνονται ορισμένοι χρήσιμοι ορισμοί:

Φάρμακο φυτικής προέλευσης: «Κάθε φάρμακο το οποίο περιέχει αποκλειστικά ως δραστικά συστατικά μία ή περισσότερες φυτικές ουσίες ή ένα ή περισσότερα φυτικά παρασκευάσματα ή συνδυασμό μίας ή περισσότερων φυτικών ουσιών με ένα ή περισσότερα φυτικά παρασκευάσματα».

Φυτικές ουσίες : «Όλα τα κατά κύριο λόγο ακέραια ή τεμαχισμένα ή κομμένα φυτά, μέρη φυτών, φύκη, μύκητες και λειχήνες, τα οποία είναι αμεταποίητα, συνήθως αποξηραμένα ή ενίστε νωπά. Ως φυτικές ουσίες θεωρούνται επίσης ορισμένα εξιδρώματα τα οποία δεν έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία. Οι φυτικές ουσίες προσδιορίζονται επακριβώς από το χρησιμοποιούμενο μέρος του φυτού και τη βοτανική ονομασία κατά το διωνυμικό σύστημα (γένος, είδος, ποικιλία και συγγραφέας)».

Φυτικά παρασκευάσματα: «τα παρασκευάσματα που λαμβάνονται διά της υποβολής φυτικών ουσιών σε επεξεργασία, όπως εκχύλιση, απόσταξη, έκθλιψη, κλασμάτωση, καθαρισμό, συμπύκνωση ή ζύμωση. Στα φυτικά παρασκευάσματα συγκαταλέγονται οι τεμαχισμένες ή κονιοποιημένες φυτικές ουσίες, τα βάμματα, τα εκχυλίσματα, τα αιθέρια έλαια, οι χυμοί που προέρχονται από έκθλιψη και τα μεταποιημένα εξιδρώματα»

Επίσης, στον κανονισμό (ΕΚ) 1107/2009 δίνονται τα κριτήρια και οι κατευθυντήριες οδηγίες για τον έλεγχο και την έγκριση των δραστικών ουσιών, την αδειοδότηση και τη διάθεση στην αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων και εξασφαλίζεται ότι προστατεύεται αποτελεσματικά το περιβάλλον και η υγεία ανθρώπων και ζώων .

1.2 ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Τα φυτά είναι σε θέση να παράγουν μεγάλο αριθμό διαφορετικών βιοδραστικών ενώσεων. Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται σε ένα μεγάλο ποσοστό τους από το φυτό ως μηχανισμοί άμυνας ενάντια σε έντομα, φυτοφάγα και μικροοργανισμούς, αλλά και για να προσελκύσουν έντομα (Othman et al., 2019)

Ένας μεγάλος αριθμός αντιοξειδωτικών ενώσεων μπορεί να βρεθούν σε φρούτα και λαχανικά, συμπεριλαμβανομένων των φαινολικών συστατικών, καροτενοειδών, ανθοκυανινών και τοκοφερολών. Περίπου το 20% των γνωστών φυτών έχουν χρησιμοποιηθεί σε φαρμακευτικές μελέτες, επηρεάζοντας το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης με θετικούς τρόπους όπως ενίσχυση της θεραπείας του καρκίνου και άλλων ασθενειών (Altemimi et al, 2017).

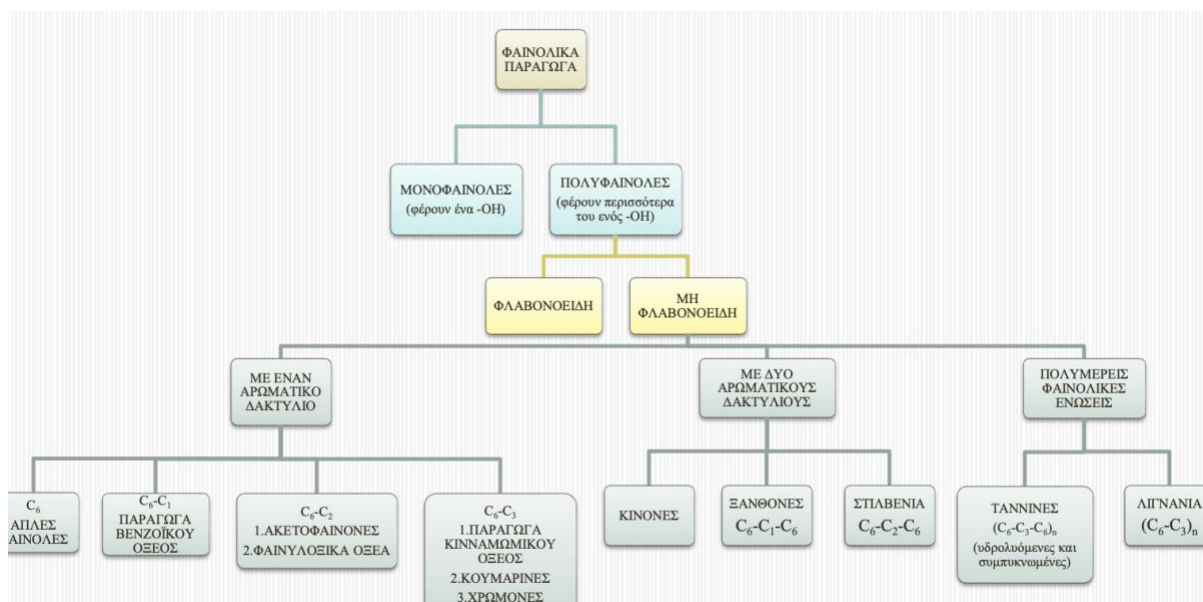
Η βιολογική δράση των φυτοχημικών της κανέλας ήταν γνωστή και είχε αξιοποιηθεί για τη θεραπεία διαφόρων ανθρώπινων ασθενειών από την αρχαιότητα. Ορισμένα από τα βιοδραστικά συστατικά του φυτού είναι τα καροτενοειδή, η κατεχίνη, η κουρκουμίνη, διοσγενίνη, κουερσετίνη, σουλφοραφάνη, πολυφαινόλες, флаβονόλες, κ.λπ., που προέρχονται από τα διάφορα μέρη των φυτών, όπως για παράδειγμα από τα άνθη, τους καρπούς, τα φύλλα, το φλοιό. Σήμερα, τα φυτοχημικά και τα παράγωγά του χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία φαρμακευτικών και διατροφικών σκευασμάτων ως υποστρώματα, ενζυματικοί συμπαράγοντες, ρυθμιστές, αναστολείς, αντιοξειδωτικά, καθώς και ως ενώσεις-οδηγοί για την ανάπτυξη νέων φαρμάκων. Αυτές οι καινοτόμες πηγές απαιτούν τεράστιες οικονομικές επενδύσεις, χρόνο, τεχνογνωσία και τεχνολογία για τη συστηματική ταξινόμηση ιδεών, γεγονότων και δεδομένων στην έρευνα και ανάπτυξη για την ανθρώπινη ευημερία. (Singh et al., 2020).

1.2.1 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις θεωρούνται μία από τις κυριότερες κατηγορίες φυτοδραστικών ενώσεων. Οι πολυφαινόλες είναι από τις πιο διαδεδομένες κατηγορίες μεταβολιτών στη φύση και η κατανομή τους είναι σχεδόν πανταχού παρούσα. Εκτιμάται ότι υπάρχουν 100.000 έως 200.000 δευτερεύοντες μεταβολίτες και περίπου το 20% του άνθρακα

παράγεται με τη φωτοσύνθεση διοχετεύεται στη φαινυλοπροπανοειδή οδό, δημιουργώντας έτσι την πλειοψηφία των φυσικών φαινολικών, όπως τα φλαβονοειδή και τα στυλβένια. Μολονότι οι μονοφαινόλες, όπως το ρ-κουμαρικό οξύ, δεν είναι πολυφαινόλες, μοιράζονται ωστόσο με πολλές από αυτές τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους, γνωστές ως «λειτουργικές πολυφαινόλες» (Pereira et al, 2009).

Αν και υπάρχει μεγάλη ποικιλία φυτικών φαινολών, οι περισσότερες από αυτές τις ενώσεις έχουν κοινή προέλευση: τα αμινοξέα φαινυλαλανίνη ή τυροσίνη. Αυτά τα αμινοξέα αποαμινοποιούνται σε κινναμικά οξέα, τα οποία εισέρχονται στην οδό του φαινυλοπροπανοειδούς. Ένα βασικό βήμα σε αυτήν τη βιοσυνθετική οδό είναι η εισαγωγή μιας ή περισσότερων υδροξυλομάδων στον φαινυλικό δακτύλιο. Ως αποτέλεσμα, αυτές οι ενώσεις προέρχονται από ένα κοινό δομικό στοιχείο σκελετού άνθρακα: τη μονάδα φαινυλοπροπανοειδούς C6-C3. Η βιοσύνθεση, σύμφωνα με αυτό το μονοπάτι, παράγει τη μεγάλη ποικιλία φυτικών φαινολών: κινναμικά οξέα (C6-C3), βενζοϊκά οξέα (C6-C1), φλαβονοειδή (C6-C3-C6), προανθοκυανιδίνες [(C6-C3-C6)_n], κουμαρίνες (C6-C3), στυλβένια (C6-C2-C6), λιγνάνες (C6-C3-C3-C6) και λιγνίνες [(C6-C3)_n] (Pereira et al, 2009).



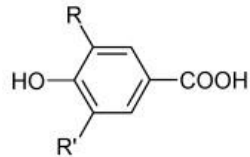
Εικόνα 1: Διάταξη φαινολικών παραγώγων

Πηγή:

https://www.pharm.auth.gr/sites/default/files/Φαρμακογνωσία%20I%206%20φαινολικά%20οξέα.el_0.pdf

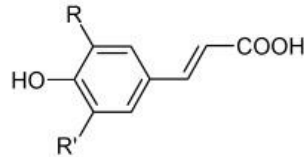
Phenolic acids

Benzoic acid derivatives



R = R' = H, *p*-hydroxybenzoic acid
 R = OH, R' = H, protocatechuic acid
 R = OCH₃, R' = H, vanillic acid
 R = R' = OH, gallic acid
 R = R' = OCH₃, syringic acid

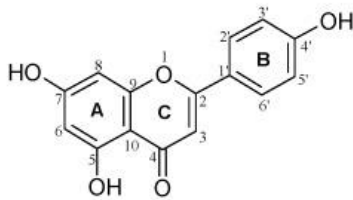
Cinnamic acid derivatives



R = R' = H, *p*-coumaric acid
 R = OH, R' = H, caffeic acid
 R = OCH₃, R' = H, ferulic acid
 R = R' = OCH₃, sinapic acid

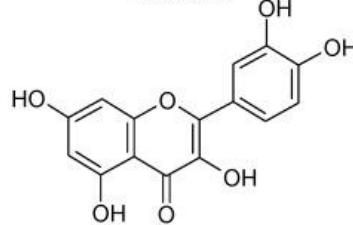
Flavonoids

Flavones



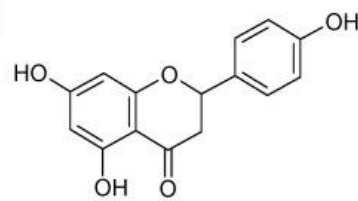
Apigenin

Flavonols



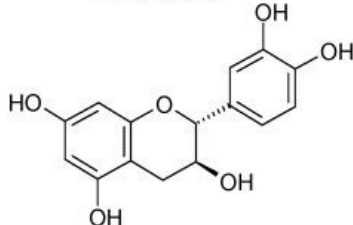
Quercetin

Flavanones



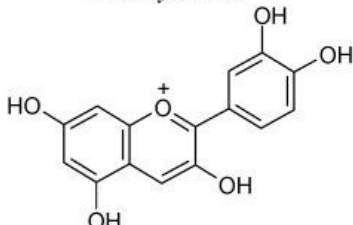
Naringenin

Flavan-3-ols



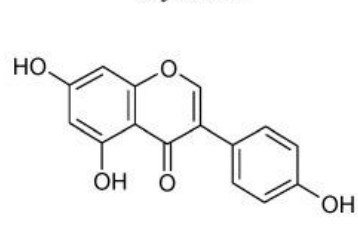
(+)-catechin

Anthocyanidins



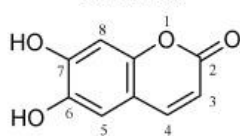
Cyanidin

Isoflavones



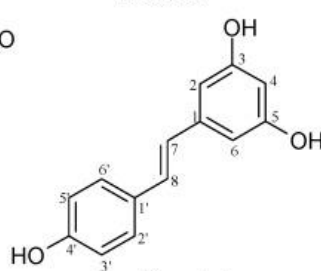
Genistein

Coumarins



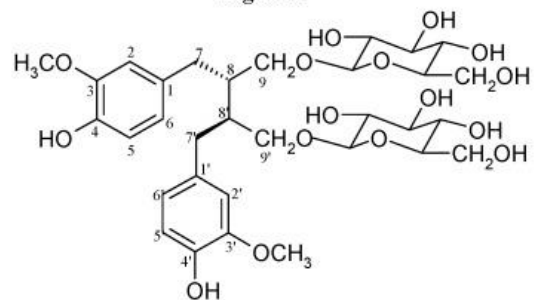
Esculetin

Stilbenes



Resveratrol

Lignans



Secoisolariciresinol diglycoside

Εικόνα 2: Χημική δομή των κυριότερων κατηγοριών φαινολικών ενώσεων

Πηγή: Pereira et al, 2009

Τα φαινολικά μπορούν να λειτουργήσουν ως αντιοξειδωτικά με διάφορους τρόπους. Οι φαινολικές ομάδες υδροξυλίου είναι καλοί δότες υδρογόνου: τα αντιοξειδωτικά που δίνουν υδρογόνο μπορούν να αντιδράσουν με δραστικές μορφές οξυγόνου και δραστικές μορφές αζώτου, δημιουργώντας μια αντίδραση τερματισμού, η οποία διακόπτει τον κύκλο δημιουργίας νέων ριζών . Μετά την αλληλεπίδραση με την αρχική δραστική μορφή, παράγεται μια ριζική μορφή του αντιοξειδωτικού, που έχει πολύ μεγαλύτερη χημική σταθερότητα από την αρχική ρίζα. Η αλληλεπίδραση των υδροξυλομάδων των φαινολικών με τα π-ηλεκτρόνια του δακτυλίου βενζολίου δίνει στα μόρια ειδικές ιδιότητες, ιδίως την ικανότητα δημιουργίας ελεύθερων ριζών όπου η ρίζα σταθεροποιείται με μετεγκατάσταση. Ο σχηματισμός αυτών των σχετικά μακράς διάρκειας ριζών είναι ικανός να τροποποιήσει τις διεργασίες οξείδωσης που προκαλούνται από ρίζες (Bento-Silva et al, 2020).

Έχουν περιγραφεί συνεργιστικές επιδράσεις των φαινολικών συστατικών με άλλα αντιοξειδωτικά, όπως ασκορβικό οξύ, β-καροτένιο και α τοκοφερόλη (Bento-Silva et al, 2020).

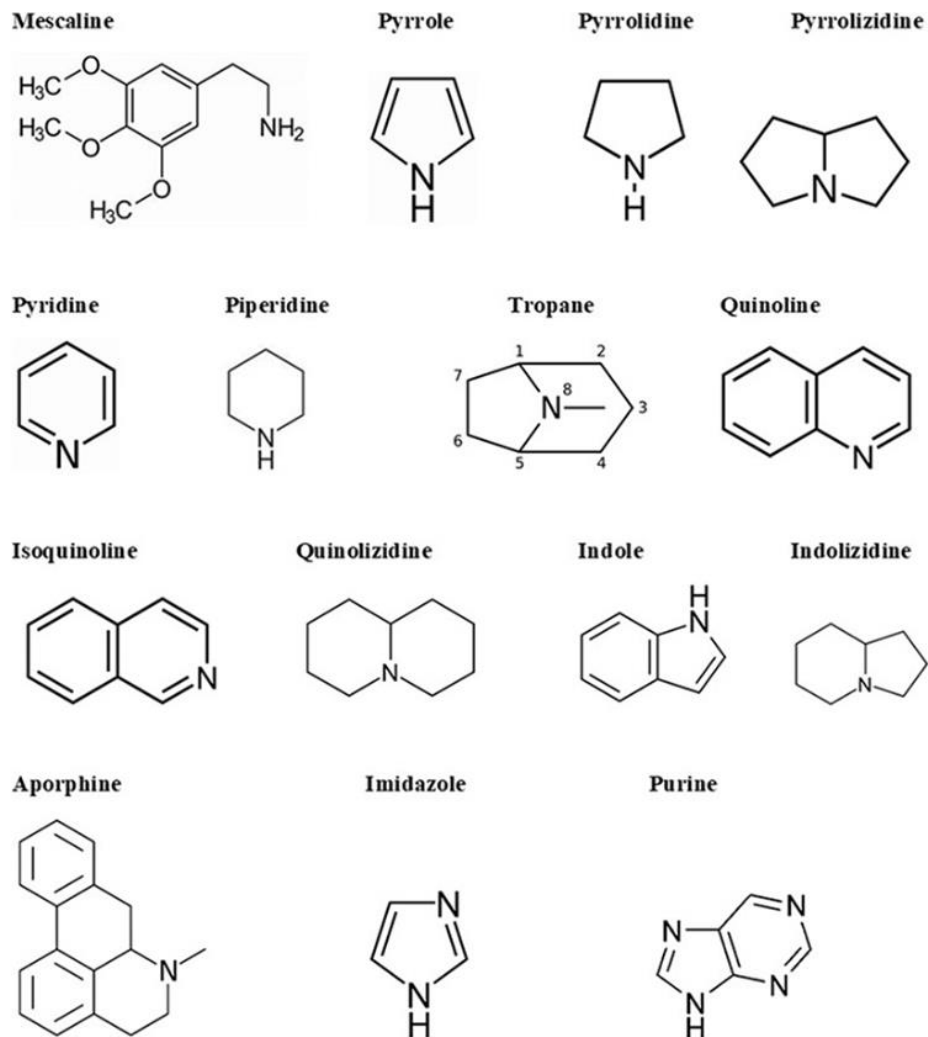
1.2.2 Αλκαλοειδή

Τα αλκαλοειδή είναι μια μεγάλη και ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών που έχουν μικροβιακή, φυτική ή ζωική προέλευση. Μπορούν να βρεθούν περίπου σε 300 οικογένειες φυτών και υπάρχουν περισσότερα από 18.000 αλκαλοειδή. Ωστόσο, ορισμένες ενώσεις περιορίζονται σε συγκεκριμένες οικογένειες, όπως η υοσκυαμίνη (hyoscyamin) στην οικογένεια Solanaceae. Επίσης, αν και συναντώνται σε διάφορα μέρη του φυτού, ορισμένες ενώσεις περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο μέρος, όπως η κινίνη στο φλοιό του δέντρου κιγχόνη (cinchona). Τα αλκαλοειδή βρίσκονται επίσης στα χερσαία και σε ορισμένα θαλάσσια ζώα.

Τα αλκαλοειδή είναι ετεροκυκλικές δομές που περιέχουν ένα ή περισσότερα άτομα αζώτου. Ταξινομούνται με βάση τη χημική τους δομή ή τη φυσική τους προέλευση. Δεδομένου ότι ορισμένα αλκαλοειδή περιορίζονται σε ορισμένες μόνο πηγές, είναι εφικτή η ταξινόμηση λόγω της φυσικής τους προέλευσης (Othman et al, 2019).

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες στην ταξινόμηση σύμφωνα με τη χημική δομή. Η πρώτη κατηγορία περιέχει τα μη ετεροκυκλικά ή άτυπα αλκαλοειδή, που ονομάζονται

επίσης πρωτοαλκαλοειδή (protoalkaloids) ή βιολογικές αμίνες, όπως ορδενίνη ή N-μεθυλοτυραμίνη, κολχικίνη και ερυθρομυκίνη (αντιβιοτικό). Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τα ετεροκυκλικά ή τυπικά αλκαλοειδή όπως ενώσεις της ομάδας πυρρολίου και πυρρολιδίνης, και κινίνη που ανήκει στην ομάδα κινολίνης. Η δεύτερη κατηγορία μπορεί να χωριστεί σε 14 ομάδες με βάση τη δομή του δακτυλίου (Othman et al, 2019).



Εικόνα 3: Σκελετική δομή ορισμένων αλκαλοειδών που έχουν βρεθεί σε φαρμακευτικά φυτά

Πηγή: Othman et al, 2019

Τα αλκαλοειδή μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με ένζυμα, υποδοχείς και πρωτεΐνες. Τα αλκαλοειδή έχουν πολλές φαρμακολογικές ιδιότητες, όπως διεγερτικά του κεντρικού νευρικού συστήματος (βρουκίνη), αντιχολινεργικοί παράγοντες (ατροπίνη), έχουν οξυτοκενική και αγγειοσυσταλτική δράση (εργομετρίνη), και ανθελονοσιακή δραστηριότητα (κινίνη) (Othman et al, 2019).

1.3 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΩΝ

Γενικά, ως φυτικό εκχύλισμα μπορεί να οριστεί ως : οι ενώσεις ή το μείγμα ενώσεων που λαμβάνονται με οποιαδήποτε διαδικασία εκχύλισης από φρέσκα ή αποξηραμένα φυτά ή μέρος φυτών: φύλλα, άνθη, σπόρους, ρίζες και φλοιό. Τα ενεργά συστατικά λαμβάνονται μαζί με άλλα υλικά που υπάρχουν στη φυτική μάζα και το εκχύλισμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μαζί με τα υλικά αυτά είτε να πραγματοποιηθούν περαιτέρω μέθοδοι διαχωρισμού ώστε να απομονωθούν μόνο τα δραστικά συστατικά. Η εξαγωγή των βιοενεργών συστατικών από φυτικά υλικά είναι μέρος αυτού που είναι ταξινομημένο ως φυτοφαρμακευτική τεχνολογία και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων (Vinatoru et al, 2017).

Οι κλασικές μέθοδοι εκχύλισης μπορούν να χωριστούν σε 3 κύριες κατηγορίες (Vinatoru et al, 2017) :

- Απόσταξη : Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραλαβή αιθερίων ελαίων
- Εκχύλιση με Διαλύτες : Η εκχύλιση με διαλύτες μπορεί να επιτευχθεί με πολλές διαφορετικές διαδικασίες, όπως:
 - διήθηση, όπου ο διαλύτης κινείται μέσω του φυτικού υλικού
 - διαβροχή , όπου η φυτική μάζα εμποτίζεται σε υγρό,
 - έγχυση, όπου πραγματοποιείται βρασμός του διαλύτη μαζί με το φυτικό υλικό
 - εκχύλιση με λίπος: χρησιμοποιείται κυρίως για τη λήψη αρωματικών ενώσεων από αρωματικά βότανα
- Ψυχρή συμπίεση: Στο φυτικό υλικό ασκείται πίεση ώστε το υγρό περιεχόμενο να απομακρυνθεί από τη στερεή μάζα. Χρησιμοποιείται κυρίως για την εκχύλιση φυτικών ελαίων

Υπάρχουν ωστόσο και πιο προηγμένες μέθοδοι εκχύλισης, οι οποίες μειώνουν τον χρόνο εκχύλισης και τον απαιτούμενο όγκο του διαλύτη εκχύλισης (Altemimi et al, 2017), όπως για παράδειγμα εκχύλιση με τη χρήση μικροκυμάτων ή υπερήχων

1.3.1 Εκχύλιση φαινολικών ενώσεων με χρήση διαλυτών

Οι επιστήμονες έχουν μελετήσει και αναλύσει την επίδραση διαφόρων τύπων διαλυτών, όπως η μεθανόλη, το εξάνιο και η αιθυλική αλκοόλη, με σκοπό την εκχύλιση από διάφορα μέρη φυτών, όπως φύλλα και σπόρους συστατικών που θα διατηρήσουν την αντιοξειδωτική τους ικανότητα. Για την εκχύλιση διαφορετικών φαινολικών ενώσεων από τα φυτά στη μέγιστη δυνατή ποσότητα, πρέπει να χρησιμοποιούνται διάφοροι διαλύτες διαφορετικής πολικότητας και να επιλέγεται ο κατάλληλος. Διαλύτες με παρόμοια πολικότητα με τη διαλυμένη ουσία, έχουν καλύτερη απόδοση. Παρατηρήθηκε ότι πολύ πολικοί διαλύτες, όπως η μεθανόλη, έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα στα αντιοξειδωτικά (Altemimi et al, 2017).

Η πολικότητα ορισμένων κοινών διαλυτών από τον λιγότερο στον περισσότερο πολικό έχει ως εξής:

Εξάνιο < Χλωροφόρμιο < Οξικός αιθυλεστέρας < Ακετόνη < Μεθανόλη < Νερό

Για την εκχύλιση φυτοχημικών, συνήθως, το φυτό κονιοποιείται, μετατρέπεται σε ξηρή σκόνη ώστε κατά την εκχύλιση των βιοδραστικών ενώσεων να εξαλείφεται η παρεμβολή του νερού και να αυξάνεται η επιφάνεια επαφής του διαλύτη με το φυτό (Altemimi et al, 2017).

1.3.2 Εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων

Η εκχύλιση με μικροκύματα (Microwave- Assisted Extraction -MAE) έχει προσελκύσει την προσοχή των ερευνητών ως τεχνική για την παραλαβή βιοδραστικών ενώσεων από μεγάλη ποικιλία φυτών και φυτικών καταλοίπων. Τα μικροκύματα είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η οποία κυμαίνεται μεταξύ 300 MHz έως 300 GHz και μήκους κύματος μεταξύ 1 cm και 1 m. Αυτά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αποτελούνται τόσο από ένα ηλεκτρικό πεδίο όσο και από ένα μαγνητικό πεδίο, τα οποία περιγράφονται ως δύο κάθετα πεδία. Η πρώτη εφαρμογή των μικροκυμάτων ήταν η θέρμανση αντικειμένων που μπορούν να απορροφήσουν ένα μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας των μικροκυμάτων και να το

μετατρέψουν σε θερμότητα. Εμπορικά όργανα μικροκυμάτων συνήθως χρησιμοποιούν συχνότητα ακτινοβολίας 2450 MHz, η οποία αντιστοιχεί σε ακτινοβολία ενέργειας 600-700 Watt (Altemimi et al, 2017).

Η εκχύλιση με μικροκύματα είναι μια καλή τεχνική που βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς, ειδικά στην περιοχή των φαρμακευτικών φυτών. Ένα βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι μειώνονται οι απώλειες των βιοχημικών ενώσεων που εξάγονται. Η εκχύλιση με μικροκύματα (MAE) έχει χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση στις συμβατικές τεχνικές για την εκχύλιση αντιοξειδωτικών λόγω της ικανότητάς του να μειώνει τόσο τον χρόνο όσο και τον όγκο του διαλύτη εκχύλισης. Στην πραγματικότητα, ο κύριος στόχος της χρήσης MAE είναι η θέρμανση του διαλύτη και η εξαγωγή αντιοξειδωτικών από φυτά με την παρουσία μικρότερης ποσότητας από τους επιλεγμένους διαλύτες (Vinatoru et al, 2017).

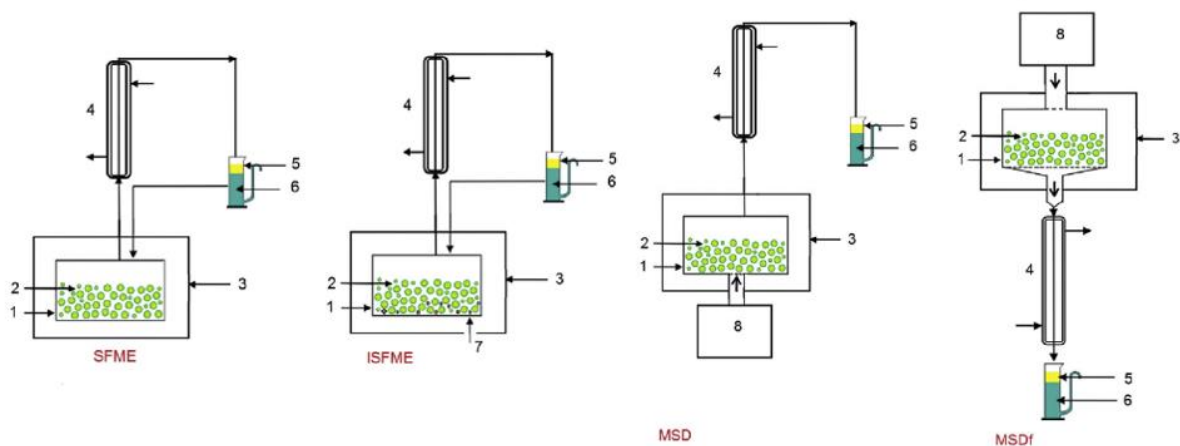
Η εκχύλιση με μικροκύματα εξαρτάται από τη θερμοκρασία εκχύλισης, τον διαλύτη και το χρόνο εκχύλισης.

Η απαιτούμενη ισχύς των μικροκυμάτων σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος και το βάρος του δείγματος. Η ισχύς πρέπει να είναι επαρκής για να φτάσει στο σημείο βρασμού νερού (100 °C). Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τον περιορισμό της ισχύος που χρησιμοποιείται, καθώς η υπερβολική ποσότητα θα μπορούσε να οδηγήσει στην απώλεια πτητικών ενώσεων και επίσης σε αποικοδόμηση των βιοδραστικών ενώσεων (Vinatoru et al, 2017).

Εναλλακτικές μέθοδοι που μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη διαδικασία εκχύλισης με μικροκύματα είναι (Vinatoru et al, 2017) :

- Βελτιωμένη εκχύλιση με μικροκύματα χωρίς διαλύτες (Improved solvent free microwave extraction - ISFME) . Στη μέθοδο αυτή, προστίθεται μέσο με υψηλή χημική σταθερότητα το οποίο αποτρέπει την αλληλεπίδραση μικροκυμάτων με τα εκχυλισμένα συστατικά. Παραδείγματα ενώσεων περιλαμβάνουν σκόνη γραφίτη, ενεργό άνθρακα σκόνη και ιοντικά υγρά.
- - Μικροκύματα με απόσταξη με υδρατμούς (Microwave steam distillation – MSD). Για αυτήν τη μέθοδο παράγεται ατμός έξω από το φούρνο μικροκυμάτων και διοχετεύεται μέσω του φυτικού υλικού στο φούρνο. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε πιο αποτελεσματική απομάκρυνση των πτητικών ενώσεων που είναι μεταφέρονται στην κορυφή της συσκευής μικροκυμάτων, όπου συμπυκνώνονται και διαχωρίζονται

- Διαδικασία μικροκυμάτων με διάχυση ατμών (Microwave steam diffusion process – MSDf). Ο ατμός παράγεται έξω από τη συσκευή μικροκυμάτων και περνά από την κορυφή προς τα κάτω μέσω του φυτικού υλικού (δηλαδή την αντίστροφη κατεύθυνση του MSD). Οι εκχυλισμένες ενώσεις μεταφέρονται μέσω της βάσης της εφαρμογής μικροκυμάτων. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι επιτυγχάνεται μικρότερος χρόνος εξαγωγής και αυτό βοηθά στην αποτροπή της θερμικής υποβάθμισης των θερμοευαίσθητων ενώσεων.



Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση διαφόρων μεθόδων εκχύλισης με μικροκύματα, όπου 1-δοχείο εκχύλισης, 2-φυτικό υλικό, 3- εφαρμογή μικροκυμάτων, 4- Συμπυκνωτής πτητικών συστατικών, 5- εκχύλισμα, 7-υδατική φάση, 8-ατμογεννήτρια

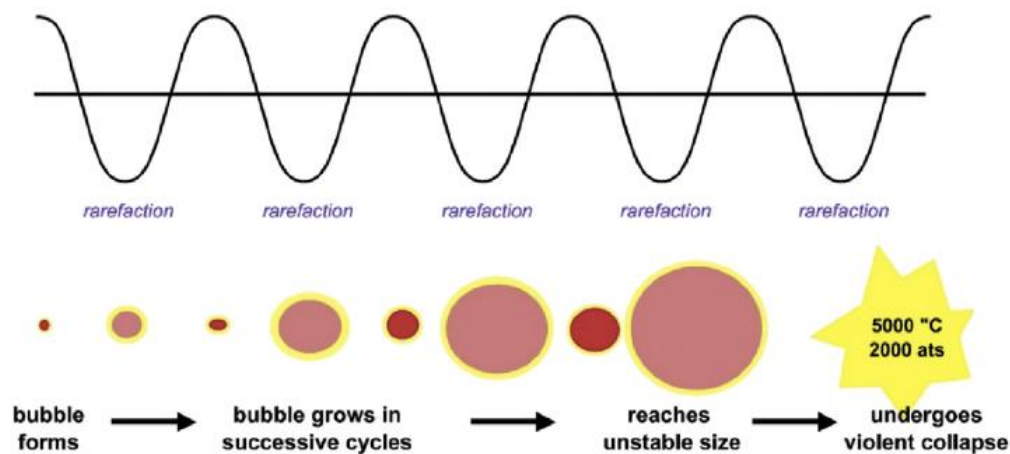
Πηγή : Vinatoru et al, 2017

1.3.3 Εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων

Η εκχύλιση με υπερήχους (Ultrasound-assisted extraction - UAE) έχει διάφορες εφαρμογές στην τεχνολογία επεξεργασία τροφίμων για την εκχύλιση βιοδραστικών ενώσεων από φυτικά υλικά. Οι υπέρηχοι, με συχνότητες μεγαλύτερες από 20 kHz, χρησιμοποιούνται για τη διάρρηξη των τοιχώματων των φυτικών κυττάρων, γεγονός που βοηθά στη βελτίωση της ικανότητας του διαλύτη να διεισδύει στα κύτταρα και έτσι αυξάνεται η απόδοση εκχύλισης. Είναι μία μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να διατηρηθεί χαμηλή θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, διατηρώντας υψηλή ποιότητα εκχυλίσματος για τις εκχυλιζόμενες ενώσεις. Η εκχύλιση με υπερήχων αποτελεί μία από τις ευκολότερες τεχνικές εκχύλισης, επειδή κοινό εργαστηριακό εξοπλισμό όπως λουτρό

υπερήχων. Σε αυτήν την τεχνική, ένα τεμαχισμένο δείγμα αναμιγνύεται με τον κατάλληλο διαλύτη και τοποθετείται στο λουτρό υπερήχων, ενώ η θερμοκρασία και ο χρόνος εκχύλισης ελέγχονται συνεχώς (Altemimi et al, 2017).

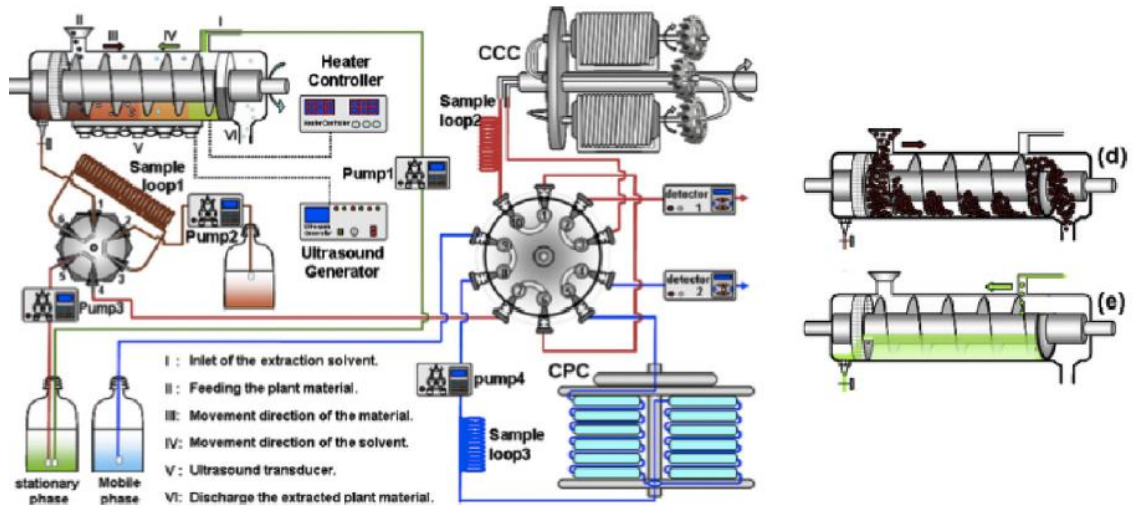
Σε αρκετά υψηλή ισχύ, η εφαρμογή των υπερήχων οδηγεί στο σχηματισμό φυσαλίδων υγρού και σε σπηλαίωση (εικόνα 5). Οι φυσαλίδες αυτές αναπτύσσονται με μία διαδικασία γνωστή ως διορθωμένη διάχυση (rectified diffusion), όπου μικρές ποσότητες αερίων ατμών από το μέσο εισέρχονται στη φυσαλίδα κατά τη φάση επέκτασης και δεν αποβάλλονται πλήρως κατά τη διάρκεια συμπίεσης. Κάθε φυσαλίδα εισέρχεται σε διαδοχικούς κύκλους επέκτασης- συμπίεσης- επέκτασης. Όταν οι φυσαλίδες αυτές καταρρέουν δημιουργούνται παράγεται ενέργεια. Σε ένα ομοιογενές υγρό, οι φυσαλίδες είναι συμμετρικές και η κατάρρευσή τους δημιουργεί στη μάζα του υγρού τοπικά καυτά σημεία (~ 5000 K και ~ 2000 atm) (Vinatoru et al, 2017).



Εικόνα 5: Δημιουργία φυσαλίδων και σπηλαίωση

Πηγή: Vinatoru et al, 2017

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην εκχύλιση με υπερήχους περιλαμβάνει λουτρό υπερήχων και σύστημα ανιχνευτή υπερήχων (εικόνα 6). Δυστυχώς, ο ανιχνευτής υπερήχων έχει δύο κύριες αρνητικές ιδιότητες που σχετίζονται κυρίως με πειραματική επαναληψιμότητα (Vinatoru et al, 2017).



Εικόνα 6: Πιθανή διάταξη εκχύλιση με τη βοήθεια υπερήχων
 Πηγή: Vinatoru et al, 2017

Η εκχύλιση με τη χρήση υπερήχων βρίσκει όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή στην παραλαβή των φαινολικών ενώσεων, λόγω της μείωσης της απαιτούμενης ποσότητας διαλύτη και της μείωσης της απαιτούμενης ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΝΕΛΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η κανέλα κάποτε θεωρήθηκε πιο πολύτιμη από το χρυσό. Στην Αίγυπτο χρησιμοποιήθηκε στις ταριχεύσεις και σε θρησκευτικές πρακτικές. Στη μεσαιωνική Ευρώπη χρησιμοποιήθηκε για θρησκευτικές τελετές και ως αρωματική ουσία. Αργότερα, αποτέλεσε το πιο κερδοφόρο μπαχαρικό στο εμπόριο της Ολλανδίας - Ανατολικής Ινδίας (Britannica, 2019).

Η κανέλα είναι το αιώνιο δέντρο της τροπικής ιατρικής. Ανήκει στην οικογένεια Lauraceae. Ο εσωτερικός φλοιός του φυτού χρησιμοποιείται για να παράγει ένα από τα πιο σημαντικά και δημοφιλή μπαχαρικά, που χρησιμοποιείται παγκοσμίως όχι μόνο για την παρασκευή φαγητών, αλλά και για την παραγωγή, παραδοσιακών και μοντέρνων φαρμάκων. Συνολικά, περίπου 250 είδη έχουν εντοπιστεί μεταξύ του γένους κανέλας, με τα δέντρα να είναι διάσπαρτα σε όλο τον κόσμο (Rao & Gan, 2014).

Για την παραγωγή φυτικών φαρμάκων συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται κυρίως δύο ποικιλίες : *Cinnamomum zeylanicum* (κανέλα Κεϋλάνης ή γνήσια κανέλα) και *Cinnamomum cassia*, (κινέζικη κανέλα). Τα πιο σημαντικά συστατικά της κανέλας είναι η αρωματική αλδεϋδη 3-φαινυλ-2 (E) -προπενάλη, που ονομάζεται επίσης και κινναμαλδεϋδη, η trans-κινναμαλδεϋδη και το κινναμωμικό οξύ (Dorri, et al.,2018).

2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΝΕΛΑΣ

Η κανέλα είναι το όνομα για είδη δέντρων και τα εμπορικά προϊόντα μπαχαρικών που παράγουν μερικά από αυτά, που ανήκουν στο γένος *Cinnamomum* στην οικογένεια Lauraceae. Καλλιεργείται στη Νοτιοανατολική Ασία, την Κίνα, την Αυστραλία καθώς και στην Αφρική. Βρίσκεται σε τροπικά δάση, όπου αναπτύσσεται σε διάφορα υψόμετρα από πλαγιές

ορεινών περιοχών έως δάση πεδινών περιοχών και εμφανίζεται τόσο σε ελώδεις περιοχές όσο και σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Ωστόσο, σε γεωγραφικά πλάτη όπου επικρατούν εποχιακές κλιματολογικές συνθήκες (χειμώνας – καλοκαίρι), η καλλιέργειά της γίνεται εξαιρετικά σπάνια (Mbaveng & Kuete, 2017)

Υπάρχουν εκατοντάδες είδη κανέλας (περίπου 250) με μόνο ένα περιορισμένο αριθμό από αυτά να χρησιμοποιούνται για εμπορικούς σκοπούς. Αυτά περιλαμβάνουν (Mbaveng & Kuete, 2017):

- το *Cinnamomum cassia* (συν. *Cinnamomum aromaticum*) που είναι κοινώς γνωστό ως Cassia ή Κινεζική Κανέλα και αποτελεί το πιο κοινό είδος. Το *C. cassia* Blume είναι εγγενές στην Κίνα και θεωρείται εξωτικό φυτό στη νότια και ανατολική Ασία και στην Αφρική όπου έχει αναφερθεί στη Νιγηρία και στη Νότια Αφρική.
- το *Cinnamomum burmannii* γνωστό ως *Korintje* ή ινδονησιακή κανέλα ή *Padang Cassia*. Το *C. burmannii* είναι εγγενές στην Ινδονησία και έχει καλλιεργηθεί στη Νότια Αφρική. Υπάρχει έλλειψη αναφορών σχετικά με την καλλιέργεια του *C* στην Αφρική.
- το *Cinnamomum loureiroi* γνωστό ως *Saigon Cinnamon*, βιετναμέζικη *cassia* ή βιετναμέζικη κανέλα
- *Cinnamomum zeylanicum* (συν. *Cinnamomum Verum*) γνωστή ως κανέλα Κεϋλάνης, αληθινή ή μεξικάνικη κανέλα. Το *C. zeylanicum* καλλιεργείται στη Σρι Λάνκα, στην Ινδία, στη Μαδαγασκάρη, στη Βραζιλία και στην Καραϊβική, ενώ σε εμπορική κλίμακα καλλιεργείται στις Σεϋχέλλες και τη Μαδαγασκάρη. Συναντάται επίσης στη Δυτική τροπική Αφρική όπου έχει πολλαπλές χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσής της ως τροφής (φλοιός), σε σάλτσες, ως καρυκεύματα και μπαχαρικά, ως αρωματικές ύλες (φύλλα) και σε ποτά.

Για τις περιοχές που καλλιεργούν κανέλα, τα δέντρα παίζουν ζωτικό ρόλο ως εμπόρευμα, στην οικονομία των αγροτικών νοικοκυριών. Τα «ξύλα» κανέλας διατίθενται στο διεθνές εμπόριο και τη βιομηχανία σε τιμές ανάλογα με το πάχος του φλοιού, το καλλιεργούμενο είδος, την περιοχή προέλευσης. Σημειώνεται, ότι τα δέντρα κανέλας προσφέρουν θετική επίδραση στο φυσικό περιβάλλον, καθώς φιλοξενούν μέρος της πανίδας και προστατεύουν από εδαφικές διαβρώσεις (Menggala et al, 2019).

2.3 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΝΕΛΑΣ

Το γένος *Cinnamomum* αποτελείται από μικρά, αειθαλή δέντρα και θάμνους ύψους 10-15 μέτρων (εικόνα 7) (Weerasinghe & Pushpitha, 2020).



Εικόνα 7: Συστάδα βλαστών κανέλας (δέντρα).

Πηγή: Weerasinghe & Pushpitha, 2020

Τα εσωτερικά στρώματα του φλοιού των δέντρων κανέλας χρησιμοποιείται ευρέως ως μπαχαρικό. Τα φύλλα του έχουν ωοειδές - επιμήκες σχήμα και μήκος 7-18 cm. Τα νεαρά φύλλα είναι κόκκινα, ενώ τα ώριμα έχουν ένα βαθύ πράσινο χρώμα. Τα άνθη που είναι τοποθετημένα σε ανθήλη (panicles) έχουν πρασινωπό χρώμα (πράσινο ως κίτρινο) και μάλλον δυσάρεστη οσμή (εικόνα 8). Ο καρπός έχει μωβ χρώμα, μήκος 1 cm και περιέχει έναν σπόρο (Mbaveng & Kuete, 2017 ; Britanica, 2019).



Εικόνα 8: Φύλλα και άνθη δέντρου κανέλας

Πηγή: <https://www.britannica.com/plant/cinnamon>

2.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΝΕΛΑΣ

Η συγκομιδή της κανέλας ξεκινάει όταν το δέντρο φθάσει το πέμπτο έτος της ζωής του και η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται στα 8-10 χρόνια. Η μέγιστη απόδοση διατηρείται για περίπου 40 έτη και από εκεί και ύστερα αρχίζει σταδιακά να μειώνεται. Με ορθή καλλιεργητική διαχείριση μπορεί η υψηλή απόδοση μπορεί να διατηρηθεί ως και 50 έτη (Weerasinghe & Pushpitha, 2020).

Ο καλλιεργητής συγκομίζει την κύρια καλλιέργεια κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου, κόβοντας τους βλαστούς - δέντρα κοντά στο έδαφος. Ουσιαστικά, θα πρέπει να κοπεί ολόκληρος ο βλαστός κανέλας και να αφαιρεθεί το εξωτερικό στρώμα του φλοιού. Κατά την επεξεργασία, οι βλαστοί ξύνονται πρώτα με μια ημικυκλική λεπίδα, το οποίο για παράδειγμα στην Ινδονησία καλείται «risau rangureh», δηλαδή κοφτερό μαχαίρι σε σχήμα φεγγαριού. Στη συνέχεια τρίβονται για να χαλαρώσει ο φλοιός, ο οποίος χωρίζεται με ένα μαχαίρι και ξεφλουδίζεται (εικόνα 9). Οι εσωτερικοί φλοιοί που αφαιρούνται έχουν μήκος περίπου ένα μέτρο και πλάτος 7,5-10 cm (Menggala et al, 2019)



Εικόνα 9: Διαδικασία επεξεργασίας κανέλας

Πηγή: Weerasinghe & Pushpitha, 2020

Ο εσωτερικός φλοιός οδηγείται σε ξήρανση όπου η απώλεια νερού τον αναγκάζει να κυρτώσει στα γνωστά «ξυλάκια κανέλας». Μετά από τέσσερις ή πέντε ημέρες ξήρανσης, τα πέλματα τυλίγονται σε σανίδα για να σφίξουν το γέμισμα και στη συνέχεια τοποθετούνται σε χαμηλό ηλιακό φως για περαιτέρω ξήρανση. Τέλος, επεξεργάζονται με διοξείδιο του θείου και ταξινομούνται σε βαθμούς ποιότητας (Britanica, 2019).

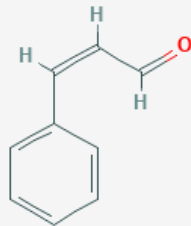
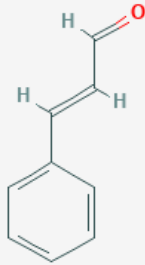
Η συγκομιδή μπορεί να αποδώσει περίπου 300-450 κιλά φλοιού κανέλας από ένα εκτάριο γης, ωστόσο ανάλογα με την ηλικία του δέντρου. Σε αρκετές περιοχές του κόσμου, όπως στην Ινδονησία, οι θεριστές κανέλας καλλιεργούν μόνο το φλοιό του δέντρου και το πωλούν ως πρώτη ύλη και όχι τα υπόλοιπα μέρη του δέντρου, δηλαδή στέλεχος, φύλλα και κλαδιά, αν και από αυτά τα τμήματα του φυτού μπορούν να αναπτυχθούν μια ποικιλία οικονομικά πολύτιμων προϊόντων όπως αιθέρια έλαια με χαμηλό όγκο συγκομιδής που έχει υψηλότερη τιμή αγοράς από το φλοιό (Menggala et al, 2019).

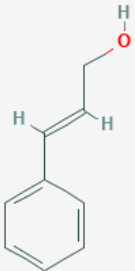
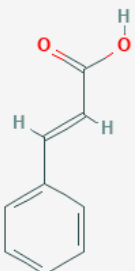
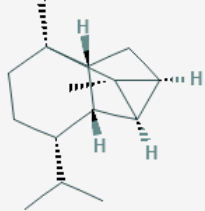
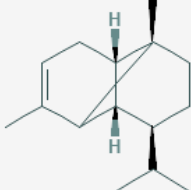
2.5 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

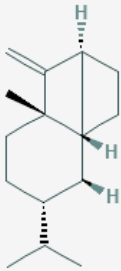
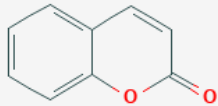
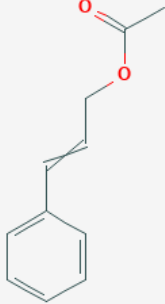
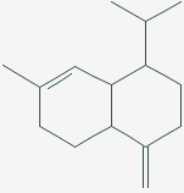
Η κανέλα αποτελείται από μια ποικιλία ρητινωδών ενώσεων, συμπεριλαμβανομένης της κινναμαλδεΐδης, του κινναμωμικού οξέος και εστέρων του, καθώς επίσης και πολλά αιθέρια έλαια.

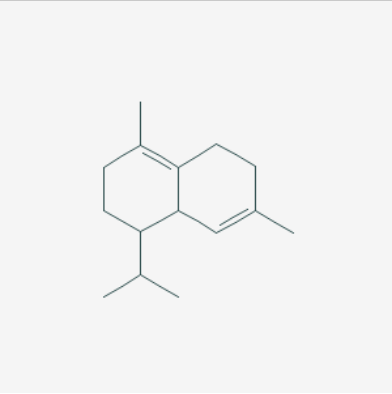
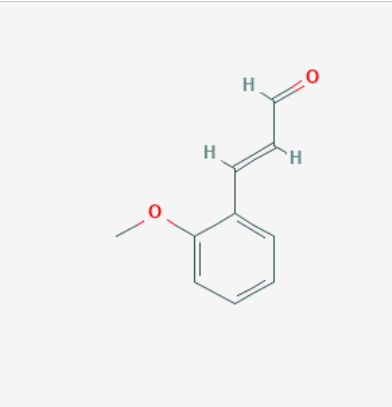
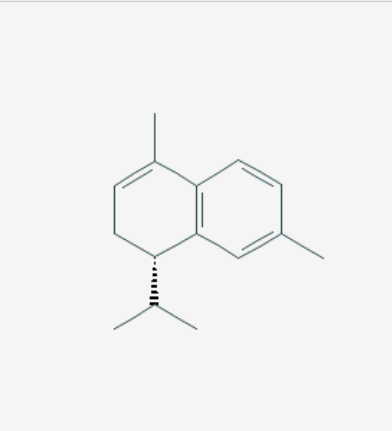
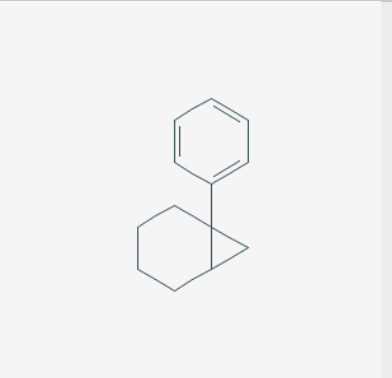
Οι Batiha et al. (2020) πραγματοποίησαν αέρια χρωματογραφία-φασματοσκοπία μάζας (GC-MS) σε εκχυλίσματα του φυτού *Cinnamom Verum* με διαλύτη εκχύλισης ακετόνη και οξικό αιθυλεστέρα αντίστοιχα και προσδιορίστηκαν 17 και 26 φυτοχημικές ενώσεις αντίστοιχα. Ορισμένες από τις ενώσεις παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

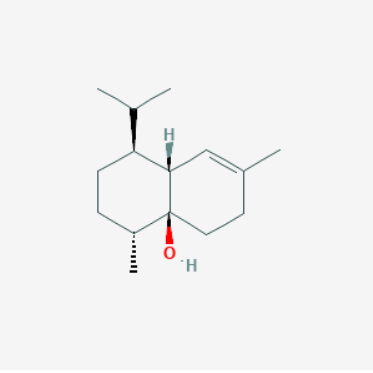
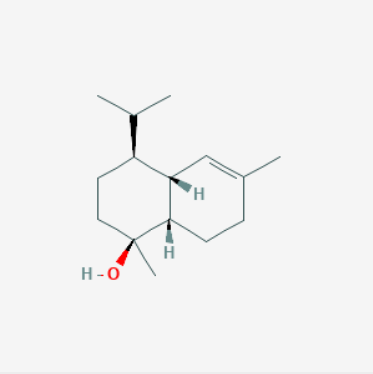
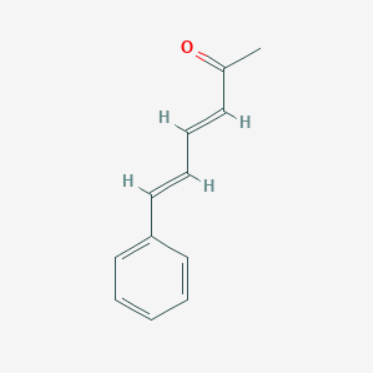
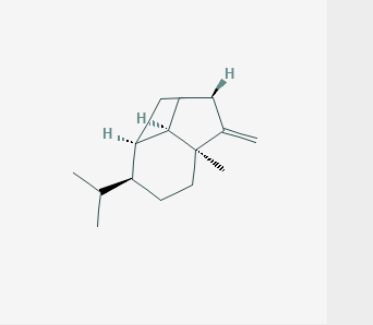
Πίνακας 1: Χημικές δομές ενώσεων που ταυτοποιήθηκαν σε εκχυλίσματα κανέλας

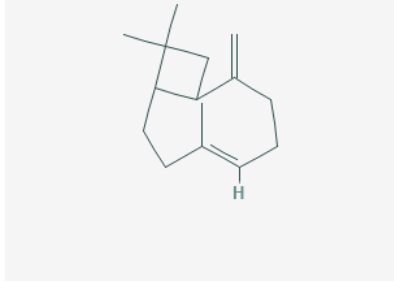
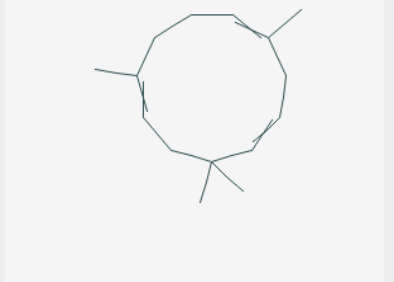
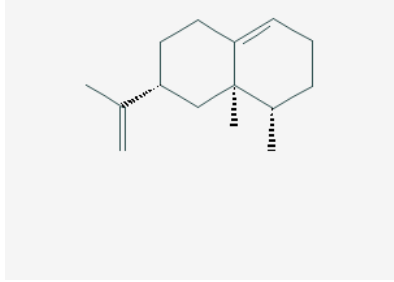
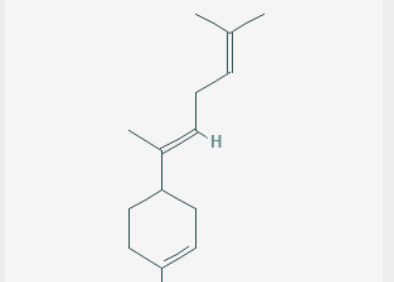
Εκχύλισμα C.Verum με διαλύτη ακετόνη			
A/A	Ονομασία ένωσης	Μοριακός τύπος	Χημική δομή (PubChem CID)
01	cis – κινναμαλδεΐδη	C ₉ H ₈ O	 PubChem CID: 6428995
02	trans-κινναμαλδεΐδη	C ₉ H ₈ O	 PubChem CID: 637511

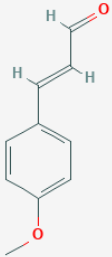
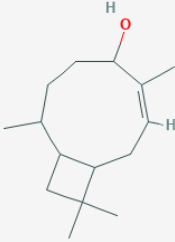
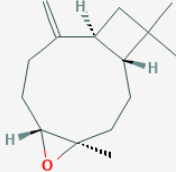
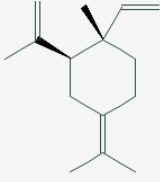
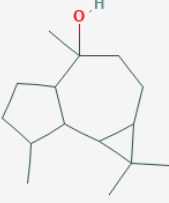
03	κινναμωμική αλκοόλη	$C_9H_{10}O$	 <p>PubChem CID: 5315892</p>
04	Κινναμωμικό οξύ	$C_9H_8O_2$	 <p>PubChem CID: 444539</p>
05	(+)-κυκλοσατιβένιο	$C_{15}H_{24}$	 <p>PubChem CID:16212927</p>
06	α-κοπαένιο	$C_{15}H_{24}$	 <p>PubChem CID:348316036</p>

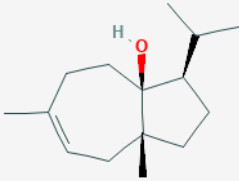
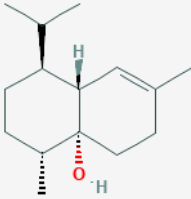
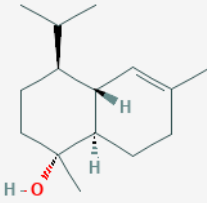
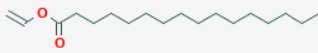
07	(+)-σατιβένιο	$C_{15}H_{24}$	 <p>PubChem CID:11275742</p>
08	κουμαρίνη	$C_9H_6O_2$	 <p>PubChem CID:323</p>
09	Οξικός κινναμυλεστέρας	$C_{11}H_{12}O_2$	 <p>PubChem CID:7660</p>
10	γ-μουρολένιο	$C_{15}H_{24}$	 <p>PubChem CID:250042708</p>

11	Cadina-1 (10),4-diene	C ₁₅ H ₂₄	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:10223</p>
12	2-μεθοξυ-κινναμαλδεΰδη	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:641298</p>
13	α-καλακωρένιο	C ₁₅ H ₂₀	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:12302243</p>
14	1-φαινυλο-δικυκλο-(4.1.0) επτάνιο	C ₁₃ H ₁₆	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:582374</p>

15	επι-κουβενόλη (epicubenol)	C ₁₅ H ₂₆ O	 <p>PubChem CID:12046149</p>
16	Τ-μουρολόλη	C ₁₅ H ₂₆ O	 <p>PubChem CID:3084331</p>
17	6-φαινυλ-εξα-3,5- διεν-2-όνη	C ₁₂ H ₁₂ O	 <p>PubChem CID:5708783</p>
Εκχύλισμα C.Verum με διαλύτη οξικό αιθυλεστέρα (πρόσθετες ενώσεις)			
A/A	Όνομασία ένωσης	Μοριακός τύπος	Χημική δομή (PubChem CID)
18	Ισοσατιβένιο	C ₁₅ H ₂₄	 <p>PubChem CID:16217514</p>

19	καρυφυλλένιο	C ₁₅ H ₂₄	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:5354499</p>
20	α-καρυφυλλένιο ή χουμουλένιο	C ₁₅ H ₂₄	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:23204</p>
21	ερεμοφιλένιο (eremophila- 1(10),11-diene)	C ₁₅ H ₂₄	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:12309744</p>
22	α -μπισαμπολένιο (alpha-bisabolene)	C ₁₅ H ₂₄	 <p style="text-align: right;">PubChem CID:5315468</p>

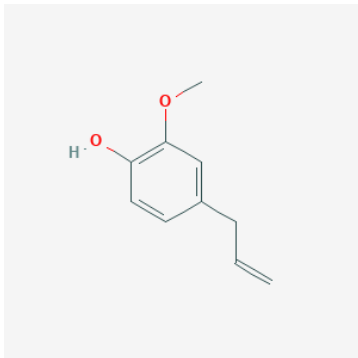
23	4-μεθοξυ-κινναμαλδεΐδη	$C_{10}H_{10}O_2$		PubChem CID:641294
24	Caryophyllenyl alcohol	$C_{15}H_{26}O$		PubChem CID:91704770
25	Οξείδιο του καρυοφυλλενίου	$C_{15}H_{24}O$		PubChem CID: 1742410
26	γ-ελεμένιο	$C_{15}H_{24}$		PubChem CID: 6432312
27	Γλοβουλόλη (globulol)	$C_{15}H_{26}O$		PubChem CID: 101716

28	Καροτόλη (carotol)	C ₁₅ H ₂₆ O	 <p style="text-align: right;">PubChem CID: 442347</p>
29	Κουβενόλη (Cubanol)	C ₁₅ H ₂₆ O	 <p style="text-align: right;">PubChem CID: 1177062</p>
30	α-καδινόλη (α-cadinol)	C ₁₅ H ₂₆ O	 <p style="text-align: right;">PubChem CID: 10398656</p>
31	Παλμιτικός βινυλεστέρας	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	 <p style="text-align: right;">PubChem CID: 69658</p>

Πηγή: Βασισμένο στους Batiha et al., 2020¹

¹ Χημικοί τύποι: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

Οι Singh et al (2007) ανέφεραν ότι η πικάντικη γεύση και το άρωμα της οφείλονται στην



Εικόνα 10: Ευγενόλη -C₁₀H₁₂O₂-
PubChem CID:3314

παρουσία κινναμαλδεΐδης και εμφανίζονται λόγω της απορρόφησης του οξυγόνου. Καθώς το φυτό μεγαλώνει, το χρώμα του σκουραίνει και οι ρητινώδεις ενώσεις αυξάνονται. Έχει αναφερθεί η παρουσία ενός ευρέος φάσματος αιθέριων ελαίων, όπως trans-κινναμαλδεΐδη, οξικός κινναμυλεστέρας (cinnamyl acetate), ευγενόλη, L-βορνεόλη, οξείδιο καρυοφυλλενίου, β-καρυοφυλλένιο, οξικός L-βορτυλεστέρας, E-νερολιδόλη, α-κυβεβένη, α-τερπινεόλη, τερπινολένη και α-θουγένιο (Rao & Gan, 2014).

Στον πίνακα 2, παρουσιάζονται χημικά συστατικά διαφόρων τμημάτων του φυτού της κανέλας.

Πίνακας 2: Χημικά συστατικά που έχουν ταυτοποιηθεί σε διάφορα τμήματα του φυτού της κανέλας

Τμήμα του φυτού	Ένωση
Φύλλα	Κινναμαλδεΐδη : 1,00 ως 5,00% Ευγενόλη : 70,00-90,00%
Φλοιός	Κινναμαλδεΐδη : 65,00 ως 80,00% Ευγενόλη : 5,00-10,00%
Φλοιός ρίζας	Καμφορά 60,00%
Καρποί	trans-οξικός κινναμυλεστέρας: 42,00 έως 54,00% Καρυοφυλλίνη : 9,00 έως 14,00%
Οφθαλμοί του <i>C. zeylanicum</i>	Υδρογονάνθρακες τερπενίου: 78,00% α-περγαμοτένιο: 27,38% α-κοπαένιο: 23,05% Οξυγονωμένα τερπενοειδή: 9,00%
Άνθη του <i>C. zeylanicum</i>	(E) -Οξικό κινναμυλεστέρας: 41,98% trans-α-μπεργαμοτένιο: 7,97% Οξείδιο καρυοφυλλενίου: 7,20%

Πηγή : Rao & Gan, 2014

Περιέχει προκυανιδίνες και κατεχίνες. Οι προκυανιδίνες που περιέχονται είναι τόσο προκυανιδίνες τύπου Α όσο και προκυανιδίνες τύπου Β, οι οποίες διαθέτουν αντιοξειδωτική ικανότητα (Rao & Gan, 2014).

Στον πίνακα 3, παρουσιάζονται τιμές για ορισμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της κανέλας.

Πίνακας 3: Ορισμένες φυσικοχημικές ιδιότητες κανέλας

Παράμετρος	Έλαιο φύλλου	Έλαιο κορμού
Ειδικό βάρος (20°C)	1,030-1,050	1,010-1,030
Γωνία στροφής (20°C)	1°96' -0°40'	Ελαφρώς αυξημένος
Δείκτης διάθλασης	1,529-1,537	1,573-1,591
Περιεκτικότητα σε αλδεΐδη	4%	65-76%
Περιεκτικότητα σε ευγενόλη	77,3-90,5%	4-10%
Χαρακτηριστικά διαλυτότητας	Διαλυτό σε 1,5 όγκους 70% αλκοόλης	Διαλυτό σε 2,0-3,0 όγκους 70% αλκοόλης

Πηγή: Rao & Gan, 2014

Η σύνθεση αιθέριου ελαίου κανέλας ποικίλλει ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση του μπαχαρικού και τις συνθήκες επεξεργασίας. Ομοίως, έχει εντοπιστεί μικρές διαφορές μεταξύ της σύνθεσης των πτητικών ελαίων από μπουμπούκια, άνθη και καρπούς από το *C. zeylanicum* (Cardoso-Ugarte et al, 2016).

2.6 ΧΡΗΣΗ ΚΑΝΕΛΑΣ

Στην παραδοσιακή ιατρική, τα αφεψήματα φλοιού κανέλας *C. zeylanicum* χρησιμοποιούνται ως φάρμακο για τον πόνο, την αρθρίτιδα, τους ρευματισμούς, τις ρινοφαρυγγικές προσβολές και τα προβλήματα στο στομάχι, ενώ τα φύλλα, ο φλοιός και οι ρίζες χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της διάρροιας και της δυσεντερίας. Το *C. cassia* παραδοσιακά χρησιμοποιείται ως αρωματικό μπαχαρικό. (Mbaveng & Kuete, 2017).

Η κανέλα χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία λόγω των αρωματικών ουσιών, η οποία μπορεί να ενσωματωθεί σε διάφορες ποικιλίες τροφίμων, αρωμάτων και φαρμακευτικών προϊόντων. Παραδοσιακά έχει θεωρεί ότι παρουσιάζει αντιμικροβιακή,

αντιφλεγμονώδη, αντιμυκητιασική, αντιοξειδωτική, αντιδιαβητική και αντικαρκινική δράση. Θεωρείται επίσης, ότι αυξάνει την κυκλοφορία του αίματος στη μήτρα και προάγει την αναγέννηση των ιστών, ενώ χρησιμοποιείται ως σκόνη δοντιών και για τη θεραπεία πονόδοντων, οδοντικών προβλημάτων, στοματικών μικροβίων και κακοσμίας της αναπνοής. Έχει χρησιμοποιηθεί ακόμη και ως, νηματοκτόνος, νυμφιοκτόνος κουνουπιών και εντομοκτόνος παράγοντας (Rao & Gan, 2014 : Mbaveng & Kuete, 2017). Υπάρχουν πολλές αναφορές που σχετίζονται με τις φαρμακολογικές της επιδράσεις της κανέλας στην ανθρώπινη υγεία.

Η προσθήκη κανέλας σε τσίχλες με γεύση, πραγματοποιείται λόγω των αναζωογονητικών επιδράσεων στο στόμα και της ικανότητας που παρουσιάζει να καταπολεμά την δύσοσμη αναπνοή (Rao & Gan, 2014)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΔΡΑΣΗ ΚΑΝΕΛΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η κανέλα είναι ένα συστατικό που προστίθεται στα τρόφιμα και χρησιμοποιείται πολύ για το άρωμα και τη γεύση του. Ωστόσο, έχει κινήσει και το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για την φαρμακευτική δράση του. Η κανέλα περιέχει συστατικά όπως η κινναμαλδεΐδη και το κινναμωμικό οξύ, που προσφέρουν οφέλη στην ανθρώπινη υγεία (Dorri et al, 2018).

3.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις που υπάρχουν στα τρόφιμα ενεργούν ως παράγοντες προστασίας της υγείας του ανθρώπου, ενώ αποτελούν ένα από τα βασικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα λίπη και τα έλαια. Ακόμα και στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων, τα αντιοξειδωτικά έχουν χρησιμοποιηθεί για να καθυστερήσουν ή να αποτρέψουν την καταστροφή των τροφίμων. Τα αντιοξειδωτικά βοηθούν στις βλάβες, στις μεταβολικές ασθένειες και στα σύνδρομα που σχετίζονται με την ηλικία των ανθρώπων και άλλων ζώων καθώς δρουν εναντίον των ελεύθερων ριζών (Rao & Gan, 2014).

Έχει πραγματοποιηθεί ένας σημαντικός αριθμός ερευνών που αποδεικνύει την αντιοξειδωτική δράση της κανέλας. Ορισμένες από αυτές τις έρευνες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4: Παραδείγματα μελετών σχετικές με την αντιοξειδωτική δράση της κανέλας

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Εκχυλίσματα κανέλας με αιθέρα, μεθανόλη και νερό.	Αναστολή της οξειδωτικής διαδικασίας κατά 68%, 95,5% και 87,5% αντίστοιχα	Mancini-Filho et al., 1998
Φλοιός κανέλας σε σκόνη προστέθηκε στη διατροφή αρουραίων	Ενεργοποίηση αντιοξειδωτικών ενζύμων καρδιάς και ήπατος	Dhuley, 1999

Υδροαλκοολικό εκχύλισμα κανέλας – in vitro μελέτη	Φλαβανοειδή→Αναστολή δραστηριότητας ενζύμων (οξειδάσες, υπεροξειδάσες) → αντιοξειδωτική δράση	Lee et al., 2002
Εκχυλίσματα <i>C. cassia</i> (διαλύτες αλκοόλη ή ζεστό νερό)	Πιο αποτελεσματικά τα αλκοολικά εκχυλίσματα. Κατάλληλα ως πηγή αντιοξειδωτικών για συμπληρώματα διατροφής	Lin et al., 2003
Συγκριτική μελέτη αντιοξειδωτικής ικανότητας 26 μπαχαρικών	Η κανέλα ανήκει στην ομάδα των μπαχαρικών με την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση	Shan et al., 2005
Προσθήκη εκχυλίσματος κανέλας σε μπιφτέκι βοείου κρέατος	Ενίσχυση φαινολικού περιεχομένου και αντιοξειδωτικής δράσης του μπιφτεκιού. Βελτίωση φυσικοχημικών χαρακτηριστικών	Shoqairan et al., 2023
Προσομοίωση πέψης εκχυλίσματος κανέλας	Κατά την πέψη, διατηρείται η αντιοξειδωτική δράση εκχυλίσματος. Οι πολυφαινόλες (↓) και ιδιαίτερα οι ταννίνες, αλλά κινναμωμικό οξύ διατηρείται.	Pagliari et al., 2023

Σε μία παλαιότερη έρευνα, οι Mancini-Filho et al. (1998) σε μελέτη που πραγματοποίησαν αξιολόγησαν την αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων κανέλας. Για την εκχύλιση της κανέλας χρησιμοποίησαν διαφορετικούς διαλύτες: αιθέρα, μεθανόλη και νερό και χρησιμοποίησαν ως μάρτυρες διάλυμα συνθετικού αντιοξειδωτικού βουτυλοϋδροξυτολουολίου (BHT, 100 ppm) και ένα διάλυμα χωρίς αντιοξειδωτικά. Τα εκχυλίσματα κανέλας με αιθέρα, μεθανόλη και νερό ανέστειλαν την οξειδωτική διαδικασία σε ποσοστό 68%, 95,5% και 87,5% αντίστοιχα. Ο μάρτυρας με BHT (βουτυλοϋδροξυτολουόλιο) προκάλεσε αναστολή 80%, γεγονός που αποτελεί μία ισχυρή ένδειξη ότι τα εκχυλίσματα κανέλας πιθανότατα έχουν αντιοξειδωτική δράση (Mancini-Filho et al., 1998).

Ο Dhuley (1999) μελέτησε την αντιοξειδωτική δράση της κανέλας και του κάρδαμου σε αρουραίους. Οι αρουραίοι χωρίστηκαν σε 4 ομάδες των 12 και υποβλήθηκαν σε ορισμένη διατροφή. Η πρώτη ομάδα λειτούργησε ως ομάδα ελέγχου, όπου ακολουθούσε την κανονική και συνήθη διατροφή, η δεύτερη ομάδα είχε διατροφή πλούσια σε λιπαρά, και οι επόμενες

δύο είχαν διατροφή πλούσια σε λιπαρά και σε κανέλα (10%) ή κάρδαμο (10%). Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, αναφέρθηκε ότι η χορήγηση του φλοιού σε σκόνη του *Cinnamomum verum* (10%) για 90 ημέρες λειτούργησε αντιοξειδωτικά, όπως υποδεικνύεται από την μέτρηση ορισμένων καρδιακών και ηπατικών αντιοξειδωτικών ενζύμων, των συζευγμένων διενίων, τα οποία αποτελούν πρωτογενή προϊόντα οξείδωσης των λιπιδίων, και της γλουταθειόνης (GSH), η οποία είναι αντιοξειδωτική ουσία. Η αντιοξειδωτική δράση της κανέλας μπορεί να οφείλεται στην ενεργοποίηση αντιοξειδωτικών ενζύμων (Dhuley, 1999).

Το υδατικό και αλκοολικό εκχύλισμα (1: 1) κανέλας πιθανώς να έχει σημαντική ανασταλτική δράση έναντι της δραστηριότητας των ενζύμων οξειδάσης και υπεροξειδάσης των λιπαρών οξέων *in vitro*. Από την κανέλα έχουν απομονωθεί και διαφορετικά φλαβονοειδή που παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Μια μελέτη των ανασταλτικών επιδράσεων της κινναμαλδεΐδης και άλλων ενώσεων της κανέλας στην παραγωγή νιτρικού οξειδίου αποκάλυψε ότι η κινναμαλδεΐδη έχει πιθανή δράση έναντι της παραγωγής νιτρικού οξειδίου καθώς και της έκφρασης του επαγωγίμου νιτρικού οξειδίου. Οι υψηλότερες ανασταλτικές δραστηριότητες αναφέρθηκαν ως 81,5%, 71,7% και 41,2% σε συγκεντρώσεις 1,0, 0,5 και 0,1 $\mu\text{g} / \mu\text{L}$, αντίστοιχα (Lee et al., 2002).

Οι Lin et al. (2003) αξιολόγησαν την αντιοξειδωτική δράση εκχυλισμάτων ξηρού φλοιού της *C. cassia*. Για την παραγωγή αυτών των εκχυλισμάτων χρησιμοποιήθηκαν ως διαλύτες αιθανόλη και ζεστό νερό. Το αλκοολικό εκχύλισμα της *C. cassia* παρουσίασε σημαντική αναστολή (96,3%) σε σύγκριση με το φυσικό αντιοξειδωτικό α -τοκοφερόλη (93,74%), καθώς και καλή αντιοξειδωτική δράση έναντι ενζυμικών και μη ενζυμικών οξειδωτικών συστημάτων ηπατικού ιστού. Πρόκειται για ένα εκχύλισμα το οποίο αποτελεί φυσική πηγή αντιοξειδωτικών, με δυνητικά ευνοϊκή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διατροφικό συμπλήρωμα (Lin et al., 2003).

Η εφαρμογή της κανέλας σε διατροφικά προϊόντα ως αντιοξειδωτικό ενισχύεται από τα αποτελέσματα μίας συγκριτικής μελέτης μεταξύ 26 μπαχαρικών από 12 οικογένειες βοτάνων, η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Shan et al. (2005). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, η κανέλα παρουσίασε από τα υψηλότερα επίπεδα φαινολικών ενώσεων και μαζί με το γαρούφαλλο, τη ρίγανη, το φασκόμηλο, το θυμάρι και το δεντρολίβανο, παρουσίασε την ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση (Shan et al., 2005).

Οι Shoqairan et al. (2023) μελέτησαν το φαινολικό περιεχόμενο της *Cinnamomum cassia*, καθώς και την αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση που παρουσιάζει.

Πρόσθεσαν σκόνη κανέλας σε μπιφτέκια βόειου κρέατος σε συγκεντρώσεις 0,5, 1 και 2 g/100. Αποθήκευσαν τα μπιφτέκια σε συνθήκες ψύξης (4°C) για χρονικό διάστημα 3 εβδομάδων. Η περιεκτικότητα του τελικού προϊόντος σε ολικά φαινολικά και ολικά φλαβονοειδή ήταν υψηλή (8,13 mg GAE/g και 1,42 mg CE/g, αντίστοιχα), ενώ παρουσιάστηκε και υψηλή αντιοξειδωτική δράση. Μειώθηκε η οξείδωση των λιπιδίων, παρουσιάστηκε μικρότερη ανάπτυξη μικροοργανισμών ενώ βελτιώθηκαν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μπιφτεκιών (Shoqairan et al., 2023).

Σε μελέτη των Pagliari et al. (2023) αξιολογήθηκε η αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδης δράση εκχυλίσματος κανέλας μετά από προσομοίωση πέψης. Προσδιορίστηκε το χημικό προφίλ του αρχικού εκχυλίσματος κανέλας, καθώς και το χημικό προφίλ του εκχυλίσματος που προέκυψε μετά την πέψη. Παράλληλα μελετήθηκε η κυτταρική επίδραση των εκχυλισμάτων σε *in vitro* μοντέλα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, η πέψη οδηγεί σε μείωση της συνολικής περιεκτικότητας πολυφαινολών, κυρίως των τανινών, αλλά διατηρούνται σχεδόν σε σταθερή περιεκτικότητα άλλες βιοδραστικές ενώσεις όπως το κινναμωμικό οξύ. Τέλος, παρατηρήθηκε κατά την μελέτη της κυτταρικής επίδρασης των εκχυλισμάτων ότι το εκχύλισμα μετά την πέψη, συνεχίζει να εμφανίζει αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση (Pagliari et al., 2023).

3.3 ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ

Διάφορες μελέτες ανέφεραν την αντιφλεγμονώδη δράση της κανέλας και των αιθέριων ελαίων της. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν αρκετές φλαβονοειδείς ενώσεις (π.χ., gossypin, gnafolin, , εσπεριδίνη, υπολαιτίνη, οροξιντίνη και κουερσετίνη) που έχουν απομονωθεί από το φυτό της κανέλας και έχουν αντιφλεγμονώδεις ικανότητες (Rao & Gan, 2014).

Πίνακας 5: Αντιφλεγμονώδης δράση κανέλας

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Αλκοολικό εκχύλισμα κανέλας (κλάσματα - μελέτη κυτταρικής επίδρασης)	Αντιφλεγμονώδη δράση ορισμένων συστατικών(trans-κινναμαλδεΐδη, p-κυμένιο, κινναμωμικό οξύ) Συνεργατική αντιφλεγμονώδη δράση ουσιών που μεμονωμένες δεν παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδη δράση	Schink et al., 2018
Εκχύλισμα κανέλας <i>C. zeylanicum</i> και <i>C. cassia</i>	Σε θεραπευτικές δόσεις, η κανέλα και τα συστατικά της μπορούν να ενισχύσουν τη θεραπεία έναντι φλεγμονωδών καταστάσεων λόγω ηλικίας	Gunawardena et al., 2015
Συστατικά <i>Cinnamomi ramulus</i>	Αντιφλεγμονώδης δράση συστατικών – προστασία από νευροεκφυλιστικές ασθένειες	Hwang et al., 2009

Το εκχύλισμα με διαλύτη αιθανόλης του *C. Zeylanicum* που πραγματοποιήθηκε από του Ranasinghe et al (2013) έδειξε δοσοεξαρτώμενο αντιφλεγμονώδες αποτέλεσμα χρησιμοποιώντας δύο ζωικά μοντέλα: ποντίκια και αρουραίους. Στην ουσία, το εκχύλισμα έδειξε αντιφλεγμονώδη δράση κατά της χρόνιας φλεγμονής που προκαλείται από κοκκώματα σφαιρικού σχήματος βαμβακώδους υφής (cotton pellet granuloma) που υποδηλώνει αντιπολλαπλασιαστική δράση (Mbaveng ,2017).

Οι Schink et al. (2018) προσπάθησαν εντοπίσουν τις οδούς σηματοδότησης της φλεγμονής που μπορούν να επηρεαστούν από τις δραστικές ενώσεις που περιέχονται σε ένα εκχύλισμα κανέλας. Αφού απομόνωσαν και ταυτοποίησαν ορισμένες βιοδραστικές ενώσεις επώασαν μονοκύτταρα (τύπος λευκών αιμοσφαιρίων που μετατρέπονται σε μακροφάγα σε περίπτωση φλεγμονής) παρουσία εκχυλίσματος κανέλας, κλασμάτων κανέλας και ενώσεων που απομόνωσαν. Παρατηρήθηκε αντιφλεγμονώδη δράση ορισμένων ταυτοποιημένων συστατικών, όπως trans-κινναμαλδεΐδη, p-κυμένιο, κινναμωμικό οξύ, και συνεργικά αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα παρουσία άλλων συστατικών που μεμονωμένα δεν είχαν παρουσιάσει σημαντικά αντιφλεγμονώδη δράση (Schink et al., 2018).

Οι Gunawardena et al. (2015) αξιολόγησαν την ικανότητα των εκχυλισμάτων κανέλας (*C. zeylanicum* και *C. cassia*) να συμβάλλουν στην προστασία ή στην αντιμετώπιση φλεγμονωδών ασθενειών που σχετίζονται με την ηλικία. Αρχικά προσδιορίστηκαν οι κυριότερες φυτοχημικές ενώσεις που περιέχονται στα εκχυλίσματα αυτά (E-κινναμαλδεΐδη

και η ο-μεθοξυκιναμαλδεΐδη). Στη συνέχεια εξετάστηκε η αντιφλεγμονώδη δράση των εκχυλισμάτων και των συστατικών αυτών, σε λιποσακχαρίτες και σε μακροφάγα κύτταρα. Παρατηρήθηκε ότι η κανέλα και τα συστατικά της μπορούν να φανούν χρήσιμα στη θεραπεία φλεγμονωδών καταστάσεων που σχετίζονται με την ηλικία, εάν οι συγκεντρώσεις τους στους ιστούς-στόχους είναι επαρκείς. Οι θεραπευτικές συγκεντρώσεις συνήθως δεν επιτυγχάνονται με την απλή κατανάλωση κανέλας μέσω των προϊόντων διατροφής (Gunawardena et al., 2015).

Διάφορες ενώσεις, σε έρευνα των Hwang et al., (2009), που περιέχονται στο *Cinnamomi ramulus* έδωσαν αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα καταστέλλοντας την έκφραση της επαγωγίσιμης συνθάσης νιτρικού οξειδίου (iNOS), της κυκλοοξυγενάσης-2 (COX-2) και κατέστειλαν την παραγωγή νιτρικού οξειδίου (NO) στο κεντρικό νευρικό σύστημα (CNS) καθώς και στο περιφερικό. Το *C. ramulus* ρυθμίζει την έκφραση διαφόρων γονιδίων που σχετίζονται με φλεγμονώδεις αποκρίσεις των κυττάρων BV-2 που διεγείρονται από λιποπολυσακχαρίτες (LPS), οπότε θα μπορούσε να είναι μια πιθανή πηγή για τη θεραπευτική αγωγή ή την πρόληψη των νευροεκφυλιστικών ασθενειών που προκαλούνται από τη φλεγμονή (Hwang et al, 2009).

3.4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΑΚΧΑΡΩΔΟΥΣ ΔΙΑΒΗΤΗ ΤΥΠΟΥ II

Ο σακχαρώδης διαβήτης (DM) είναι μια ομάδα μεταβολικών ασθενειών που χαρακτηρίζονται από χρόνια υπεργλυκαιμία που οφείλεται σε ελαττώματα στην έκκριση ινσουλίνης, σε δράση ινσουλίνης ή και στα δύο. Το 2017, αναμενόταν ότι 425 εκατομμύρια άνθρωποι (ηλικίας 20-79 ετών) υπέφεραν από DM και ο αριθμός αναμένεται να αυξηθεί στα 629 εκατομμύρια ως το 2045 (Gholami-Ahangaran et al, 2020)

Πίνακας 6: Επίδραση κανέλας στην αντιμετώπιση του σακχαρώδη διαβήτη τύπου II

Μελέτη επίδρασης κανέλας σε		Αποτελέσματα		Αναφορά
σακχαρώδη διαβήτη τύπου II				
Βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την επίδραση κανέλας στο σακχαρώδη διαβήτη	ανασκόπηση σχετικά με την επίδραση κανέλας στο σακχαρώδη διαβήτη	Βελτίωση παραμέτρων νηστείας, ινσουλίνη) και ανθρωπομετρικών παραμέτρων	γλυκαιμικών (ινσουλίνη αντοχή στην και	Gholami-Ahangaran et al., 2020

	(ΔΜΣ, σωματικό και σπλαχνικό λίπος)	
Κλινική δοκιμή σε 140 ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη II – κάψουλες με σκόνη φλοιού κανέλας	Βελτίωση ανθρωπομετρικών παραμέτρων, γλυκαιμικών δεικτών και λιπιδικού προφίλ	Zare et al., 2019
Βιβλιογραφική ανασκόπηση και μετανάλυση	Η κανέλα λειτουργεί ως αντιδιαβητικός παράγοντας και ως συμπληρωματική θεραπεία για διαβήτη	Zarezadeh et al, 2023
Βιβλιογραφική ανασκόπηση και μετανάλυση κλινικών δοκιμών	Υψηλές δόσεις κανέλας μειώνουν γλυκόζη και λιπίδια σε ασθενείς με ΣΔ2.	Silva et al., 2021

Μελέτες δείχνουν ότι η κανέλα μπορεί να μειώσει τα επίπεδα γλυκόζης στον ορό, την αιμοσφαιρίνη a1c, βελτιώνοντας τη μεταφορά γλυκόζης, βελτιώνοντας την ανθρωπομετρική (Δείκτης Μάζας Σώματος, σωματικό λίπος και σπλαχνικό λίπος) και βελτιώνοντας τις γλυκαιμικές παραμέτρους (FPG, 2hrr, HbA1C, Ινσουλίνη νηστείας και Αντοχή στην Ινσουλίνη) . Από τα ευρήματα διαφόρων μελετών, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι η από του στόματος χορήγηση εκχυλισμάτων κανέλας έχει πολύτιμη επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και στην αιμοσφαιρίνη a1c. (Gholami-Ahangaran et al, 2020)

3.5 ANTIMΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Έχουν αναφερθεί αρκετές αντιμικροβιακές δραστηριότητες της κανέλας και των ελαίων της σε διάφορες μελέτες. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται ορισμένες από αυτές συνοπτικά.

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Αξιολόγηση της αντιβακτηριακής δράσης 21 αιθερίων ελαίων έναντι 4 κατά gram αρνητικών βακτηρίων: <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> και δύο κατά	Το αιθέριο έλαιο κανέλας έδειξε πολλά υποσχόμενη ανασταλτική δράση	Prabusseenivasan et al, 2006

gram θετικών βακτηρίων <i>Bacillus subtilis</i> και <i>Staphylococcus aureus</i> .	ακόμη και σε χαμηλή συγκέντρωση	
Μίγματα ελαίων κανέλας και γαρίφαλου εξετάστηκαν ως προς την ανασταλτική δράση τους έναντι δύο βακτηριακών ειδών (<i>Pediococcus halophilus</i> και <i>Staphylococcus aureus</i>), τεσσάρων μυκήτων (<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Mucor plumbeus</i> , <i>Penicillium roqueforti</i> και <i>Eurotium sp.</i>), και τεσσάρων ζυμών (<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Pichia membranaefaciens</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> και <i>Candida lipolytica</i>) σε τροποποιημένες ατμοσφαιρικές συνθήκες χαμηλού οξυγόνου (O ₂), 0,05-10%, και υψηλής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂), 20% και 40%	Όσο πιο υψηλή η αναλογία της κανέλας στο μίγμα, τόσο πιο αποτελεσματική ανασταλτική δράση	Matan et al, 2006
Προσδιορισμός φυσικοχημικών ιδιοτήτων, σύνθεσης και αντιμικροβιακής δράσης αιθέριου ελαίου από φύλλα και φλοιό κανέλας του <i>Cinnamomum zeylanicum</i> έναντι του βακτηρίου <i>Penibacillus Larvae</i>	Ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη του βακτηρίου από τις ουσίες κινναμαλδεΰδη και ευγενόλη.	Gende et al, 2008
Υδατικό εκχύλισμα και αιθέριο έλαιο κανέλας και άλλων φυτών έναντι στελεχών της στοματικής μικροχλωρίδας : <i>Staphylococcus auricularis</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Acinetobacter lwoffii</i> και <i>Candida albicans</i>	Αναστολή της ανάπτυξης από το εκχύλισμα κανέλας και των 4 μικροοργανισμών	Parthasathy & Thombare, 2013

Οι Prabuseenivasan et al (2006) αξιολόγησαν την αντιβακτηριακή ικανότητα 21 φυτικών αιθερίων ελαίων, ανάμεσα τους και το αιθέριο έλαιο κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum*), έναντι έξι βακτηριακών στελεχών : τέσσερα κατά gram αρνητικά βακτήρια *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* και δύο κατά gram θετικά βακτήρια *Bacillus subtilis* και *Staphylococcus aureus* σε τέσσερις διαφορετικές συγκεντρώσεις (1: 1, 1:5, 1:10 και 1:20) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο διάχυσης δίσκων σε άγαρ. Δεκαεννιά από τα αιθέρια έλαια έδειξαν ορισμένη αντιβακτηριακή ικανότητα, αλλά το έλαιο κανέλας ξεχώρισε, καθώς έδειξε πολλά υποσχόμενη ανασταλτική δράση ακόμη και σε χαμηλή συγκέντρωση (Prabuseenivasan et al, 2006).

Οι Matan et al. (2006) συνδύασαν μίγματα ελαίων κανέλας και γαρίφαλου και δοκίμασαν την ανασταλτική δράση τους έναντι δύο βακτηριακών ειδών (*Pediococcus halophilus* και *Staphylococcus aureus*), τεσσάρων μυκήτων (*Aspergillus flavus*, *Mucor plumbeus*, *Penicillium roqueforti* και *Eurotium sp.*), και τεσσάρων ζυμών (*Debaryomyces hansenii*, *Pichia membranaefaciens*, *Zygosaccharomyces rouxii* και *Candida lipolytica*) σε τροποποιημένες ατμοσφαιρικές συνθήκες χαμηλού οξυγόνου (O₂), 0,05-10%, και υψηλής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), 20% και 40% (συνθήκες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συσκευασίες active packaging). Τα αποτελέσματα ήταν αισιόδοξα και έδειξαν ότι η υψηλότερη αναλογία κανέλας προς γαρίφαλο ήταν πιο αποτελεσματική έναντι των μικροοργανισμών (Matan et al, 2006).

Οι Gende et al (2008) μελέτησαν τις φυσικοχημικές ιδιότητες, τη σύνθεση και την αντιμικροβιακή δράση αιθέριου ελαίου από φύλλα και φλοιό κανέλας του *Cinnamomum zeylanicum*. Παρατηρήθηκε ότι το αιθέριο έλαιο παρουσίασε βιοδραστικότητα έναντι του *Penibacillus Larvae*, το οποίο είναι ένα βακτήριο που προσβάλλει το μέλι και τα σπόρια του μεταφέρονται στις νεαρές προνύμφες μέλισσες. Για την ακρίβεια, αντιβακτηριακή δράση παρουσίασαν οι ενώσεις, κινναμαλδεΐδη και ευγενόλη. Σε συγκεντρώσεις 25-100 μg/ml του αιθέριου ελαίου παρουσιάστηκε ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη του βακτηρίου, ενώ η ελάχιστη συγκέντρωση για να λειτουργήσει ως βακτηριοκτόνο ήταν 125-250 μg/ml (Gende et al, 2008).

Μια μελέτη των Parthasathy & Thombare (2013) ανέφερε τη δραστηριότητα του υδατικού εκχυλίσματος και αιθέριου ελαίου κανέλας και άλλων φυτών έναντι της στοματικής μικροχλωρίδας. Μελετήθηκε η ανασταλτική επίδραση των υδατικών εκχυλισμάτων και αιθέριου ελαίου τριών φυτών: κανέλα (*Cinnamomum zeylanicum*), ινδική πασαλιά (*Azadirachta indica*) και γαριφαλόδεντρο (*Syzygium aromaticum*) έναντι κλινικά απομονωμένων στελεχών της στοματικής μικροχλωρίδας: *Staphylococcus auricularis*, είδη *Micrococcus*, *Acinetobacter lwoffii* και *Candida albicans*. Το εκχύλισμα κανέλας ανέστειλε με επιτυχία και τους τέσσερις μικροοργανισμούς, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα εκχυλίσματα που έδειξαν μικρότερη (*Syzygium aromaticum*) ή καθόλου (*Azadirachta indica*) (Parthasathy & Thombare, 2013)

3.6 ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ

Ένα από τα δραστικά συστατικά που απομονώθηκαν από την *C. cassia* με την ονομασία 2-μεθοξυκινναλδεΐδη (2-MCA) μειώνει την έκφραση του μορίου-1 αγγειακής κυτταρικής προσκόλλησης (VCAM-1) σε ενεργοποιημένα με TNF α ενδοθηλιακά κύτταρα, υποδηλώνοντας ότι η ισχαιμία / επανέγχυση (I / R) ο τραυματισμός βελτιώνεται λόγω της επαγωγής της αιμοξυγενάσης- (HO-) 1. Μια πρόσφατη μελέτη ανέφερε τις πιθανές επιδράσεις δύο ενώσεων, της κινναμικής αλδεΐδης και του κινναμικού οξέος, που απομονώθηκαν από το *C. cassia* κατά της ισχαιμίας του μυοκαρδίου, υποδεικνύοντας ότι η κανέλα έχει επίσης τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία καρδιαγγειακών παθήσεων. (Rao & Gan, 2014).

Πίνακας 7: Καρδιοπροστατευτική δράση κανέλας

Μελέτη δράσης κανέλας	καρδιο-προστατευτικής	Αποτελέσματα	Αναφορά
Προεπεξεργασία καρδιάς δότη με κινναμάλδεΐδη (δείγμα: αρουραίοι).		Προστατεύει την καρδιά από τραυματισμός ισχαιμίας- επαναιμάτωσης	Lan et al., 2023
Βιβλιογραφική μελέτη και μετανάλυση – αξιολόγηση κατανάλωση κανέλας και καρδιαγγειακός κίνδυνος		Δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργεια και επιπέδων LDL, HDL, αιμοσφαιρίνη	Krittanawong et al., 2022
Εκχύλισμα κανέλας για την αντιμετώπιση αρρυθμιών που προκαλούνται από ισχαιμία και καρδιακή βλάβη (δείγμα: αρουραίοι)		Προστασία καρδιάς από τραυματισμό ισχαιμίας- επαναιμάτωσης	Sedighi et al., 2018

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει τις προστατευτικές επιδράσεις της κινναμάλδεΐδης στο καρδιαγγειακό σύστημα.

Η κινναμάλδεΐδη παράγει υποτασικά αποτελέσματα, τα οποία πιθανώς οφείλονται κυρίως στην περιφερική αγγειοδιαστολή σε αναισθητοποιημένους σκύλους και ινδικά χοιρίδια. Η αγγειοδιαστολή που προκλήθηκε από την κινναμάλδεΐδη σε σκύλους διήρκεσε και παρέμεινε κατά την περίοδο ανάρρωσης της πτώσης της αρτηριακής πίεσης στη βασική γραμμή. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι η κινναμάλδεΐδη επεκτείνει τον αγγειακό λείο μυ

αρουραίου με τρόπο ανεξάρτητο από το ενδοθήλιο. Η ικανότητα της κινναμαλδεΐδης στην αγγειοδιασταλτική λειτουργία μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι εμποδίζει τόσο την εισροή Ca^{2+} όσο και την απελευθέρωση Ca^{2+} . Η κινναμαλδεΐδη αποτρέπει την εμφάνιση αρτηριακής πίεσης, λόγω διαβήτη τύπου 1 και 2 με τη συνοπτική αγγειακή συσταλτικότητα, επιπλέον της ινσουλινοτροπικής επίδρασης στην ανεπάρκεια ινσουλίνης (Rao & Gan, 2014).

3.7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ

Η χορήγηση κανέλας σε ποντίκια επηρέασε θετικά το προφίλ λιπιδίων, οπότε τα επίπεδα χοληστερόλης λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (HDL) μειώθηκαν και τα τριγλυκερίδια πλάσματος μειώθηκαν. Μια άλλη μελέτη από διαπίστωσε μείωση της ολικής χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας σε αρουραίους στους οποίους χορηγήθηκε σκόνη *Cinnamomum cassia* (15%) για 35 ημέρες. Επιπλέον, τα έλαια κανέλας μείωσαν τα επίπεδα χοληστερόλης στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Μια μελέτη των Khan et al. ανέφεραν ότι η χορήγηση κανέλας σε δόσεις 1, 3 και 6 g ημερησίως προκάλεσε μείωση των επιπέδων γλυκόζης στον ορό, τριγλυκεριδίων, ολικής χοληστερόλης και LDL στους ανθρώπους (Rao & Gan, 2014).

3.8 ΑΝΤΙΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η κατάθλιψη είναι μια από τις πιο κοινές διαταραχές της διάθεσης που χαρακτηρίζεται από καταθλιπτική διάθεση ή συναισθήματα θλίψης, χαμηλή αυτοπεποίθηση και έλλειψη ενδιαφέροντος για καθημερινές δραστηριότητες και απόλαυση. Έχει προβλεφθεί ότι η κατάθλιψη μπορεί να είναι η δεύτερη κύρια αιτία θανάτου μετά από καρδιακές παθήσεις έως το 2020. Ο επιπολασμός αυτής της νόσου στην Αμερική είναι 16,9%, 3% στην Ιαπωνία, 1,1% στην Ταϊβάν, 15,4% στις Κάτω Χώρες και 5,69-13% στο Ιράν. Έχουν προταθεί στους υποθέσεις σχετικά με την παθοφυσιολογία στους κατάθλιψης και των διαταραχών στους διάθεσης. Στη θεωρία στους μονοαμίνης, η κατάθλιψη είναι μια δυσλειτουργία μονοαμίνης που προκαλεί διαταραχές στους διάθεσης, η οποία βασίζεται στους στη νευροτροφική

υπόθεση, δηλαδή η κατάθλιψη και οι διαταραχές στους διάθεσης προκαλούνται από αλλαγές στους νευροτροφικούς παράγοντες του εγκεφάλου (Aryanezhad et al., 2020).

Οι Rabadia et al. αξιολόγησαν την αντικαταθλιπτική δράση του ελαίου *Cinnamomum camphora* σε ποντίκια χρησιμοποιώντας δοκιμές αναγκαστικής κολύμβησης και ανάρτησης ουράς. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι το λάδι καμφοράς μείωσε σημαντικά το χρόνο ακινησίας. Αποδίδουν αυτό το αντικαταθλιπτικό αποτέλεσμα σε τερπένια και μονοτερπενοειδείς ενώσεις όπως βήτα-πινένιο, β-θουζόνη, λιμονένιο και λιναλοόλη. Αυτές οι ενώσεις είναι τα κύρια συστατικά του *C. zeylanicum* που έχουν αντικαταθλιπτικές ιδιότητες που προκαλούνται από την αναστολή της μονοαμινοξειδάσης A και B. Επίσης, το *C. zeylanicum*, με το β-πινένιο του, μπορεί να αυξήσει τη δραστηριότητα του ζώου αυξάνοντας το επίπεδο της ντοπαμίνης και μειώνοντας τη δραστηριότητα της μονοαμινοξειδάσης (Aryanezhad et al., 2020).

Οι Aryanezhad et al μελέτησαν τη δράση του εκχυλίσματος κανέλας από το φλοιό του φυτού *C.zeylanicum* σε ποντίκια *Wistar*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόκληση κατάθλιψης μείωσε τον χρόνο κολύμβησης, τα επίπεδα SPT, BDNF και την έκφραση του γονιδίου *TrkB*, αλλά αύξησε τον χρόνο ακινησίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Ταυτόχρονα, η χορήγηση εκχυλίσματος κανέλας ανέστρεψε σημαντικά αυτούς τους δείκτες και τις τάσεις. Η μακροχρόνια χορήγηση εκχυλίσματος κανέλας είχε μεγαλύτερο αντικαταθλιπτικό αποτέλεσμα, το οποίο πιθανώς οφείλεται στον μηχανισμό δράσης του εκχυλίσματος μέσω διαμόρφωσης του γονιδίου *TrkB* ή της έκφρασης BDNF (Aryanezhad et al., 2020).

3.9 ANTIMETΩΠΙΣΗ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ

Η νόσος Alzheimer αποτελεί μία μη θεραπεύσιμη εγκεφαλική διαταραχή η οποία επιδεινώνεται σταδιακά, είναι μη αναστρέψιμη και με ασαφή αιτιολογία. Τα κυριότερα συμπτώματα που ένας ασθενής παρουσιάζει είναι: απώλεια μνήμης, μειωμένη κρίση, αποπροσανατολισμός και απώλεια γλωσσικών δεξιοτήτων (Frydman-Marom et al, 2011).

Η κανέλα θεωρείται ότι έχει δυνητικά νευροπροστατευτικά αποτελέσματα παρεμποδίζοντας το πολλαπλό οξειδωτικό στρες και τις προ-φλεγμονώδεις οδούς. Εκτός αυτού, η κανέλα ρυθμίζει τις ενδοθηλιακές λειτουργίες και εξασθενεί τα μόρια προσκόλλησης των αγγειακών κυττάρων (Momtaz et al, 2020).

Τις τελευταίες δεκαετίες, πραγματοποιήθηκε μια εκθετική αύξηση των προσπαθειών σχετικά με τη θεραπεία της νόσου του Alzheimer (AD). Τα φυτοχημικά παρασκευάσματα έχουν χιλιετή βάση για την καταπολέμηση διαφόρων παθολογικών καταστάσεων. Διάφορα είδη κανέλας και τα βιολογικά δραστικά συστατικά τους έχουν ανανεώσει το ενδιαφέρον για τη θεραπεία ασθενών με ήπια έως μέτρια νόσο του Alzheimer. Οι πρωτεΐνες tau θεωρούνται ότι όταν εναποτίθενται στον εγκέφαλο λανθασμένα είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη της νόσου. Τα βιολογικά δραστικά συστατικά ασκούν προστατευτική δράση μέσω της αναστολής της συσσώρευσης της πρωτεΐνης tau και της πρόληψης του σχηματισμού και της συσσώρευσης πεπτιδίων αμυλοειδούς-β στα νευροτοξικά ολιγομερή εγκλείσματα.. Υπάρχει σημαντικός αριθμός δεδομένων στη βιβλιογραφία σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις ορισμένων πολυφαινόλων κανέλας με το οξειδωτικό στρες και τις προφλεγμονώδεις οδούς σηματοδότησης στον εγκέφαλο (Momtaz et al, 2020).

Τα β-αμυλοειδή πολυπεπίδια είναι πρωτεΐνες, οι οποίες σχετίζονται με τη νόσο Alzheimer. Όταν τα β-αμυλοειδή παρουσιάζουν προβληματική αναδίπλωση και λάθος συσσωμάτωση, τότε δημιουργούν συσσωματώματα και λειτουργούν τοξικά για ορισμένα είδη νευρικών κυττάρων, όπως τα κύτταρα νευρωνικού φαινοχρωμοκυτώματος (PC12). Έτσι, η αύξηση της συγκέντρωσης των συσσωματωμάτων αυτών στον ανθρώπινο εγκέφαλο προκαλεί μαζικό νευρωνικό θάνατο και ο οργανισμός οδηγείται σε νευροεκφυλισμό και εμφάνιση άνοιας. Σύμφωνα με μία έρευνα των Frydman-Marom et al. (2011), απομονώθηκε από εκχύλισμα κανέλας μία φυσική ένωση που κατάφερε να αναστείλει τον σχηματισμό ολιγομερών τοξικών β-αμυλοειδών πολυπεπτιδίων (Aβ) και έτσι απότρεψε την τοξικότητά της σε κύτταρα νευρωνικού φαινοχρωμοκυτώματος (PC12). Το εκχύλισμα κανέλας χορηγήθηκε σε ποντίκια από το στόμα και παρατηρήθηκε ότι υπήρξε αναστολή στον σχηματισμό των β-αμινοειδών, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της γνωστικής συμπεριφορά των ποντικών. Επίσης, βελτίωσε πλήρως τις ελλείψεις στην κίνηση και εξάλειψε πλήρως τα τετραμερή είδη Αβ στον εγκέφαλο του μοντέλου μύγας της νόσου του Alzheimer, οδηγώντας σε αξιοσημείωτη μείωση των ολιγομερών 56 kDa Αβ (Frydman-Marom et al, 2011).

Οι Peterson et al (2009) σε in vitro μελέτη, παρατήρησαν ότι το υδατικό εκχύλισμα του *Cinnamomum zeylanicum* έχει τη δυνατότητα να προκαλεί αναστολή της συσσωμάτωσης των πρωτεϊνών tau και αναστολή του σχηματισμού λεπτών συνεστραμμένων ινών (ινιδίων), τα οποία είναι δύο από τα κύρια χαρακτηριστικά της νόσου του Alzheimer. Το εκχύλισμα

κανέλας φαίνεται, επίσης, ότι προάγει τον πλήρη κατακερματισμό των ανασυνδυασμένων ινιδίων tau και μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση στη μορφολογία των ζευγαρωμένων ελικοειδών ινιδίων που μπορούν να απομονωθούν από τον εγκέφαλο της νόσου του Alzheimer, υποδεικνύοντας το δυναμικό της κανέλας στη θεραπεία της νόσου του Alzheimer. Παρατήρησαν ότι το υδατικό εκχύλισμα κανέλας δεν επηρεάζει την κανονική λειτουργία των πρωτεϊνών tau, δηλαδή με το σχηματισμό μικροσωληνίσκων από τον πολυμερισμό της τουμπουλίνης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η ανασταλτική δράση του εκχυλίσματος κανέλας οφείλεται στην παρουσία ορισμένων ενώσεων, όπως οι προανθοκυανιδίνες και η κινναμαλδεΐδη (Peterson et al, 2009).

Η κινναμοφιλίνη (cinnamophilin) είναι ένα συστατικό που αποτελεί ανταγωνιστής υποδοχέα θρομβοξάνης A2 που απομονώνεται από το *C. philippinensis*. Μια μελέτη ανέφερε ότι η κινναμοφιλίνη παρέχει προστασία έναντι ισχαιμικής βλάβης στον εγκέφαλο αρουραίου όταν χορηγείται σε 80 mg / kg σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα (2, 4 και 6 ώρες) μετά την προσβολή. Οι επιδράσεις βρέθηκαν να έχουν σημαντική επίδραση (κατά 34–43%) στο συνοπτικό έμφραγμα του εγκεφάλου και ενισχύουν περαιτέρω τα νευροσυμπεριφορικά αποτελέσματα.

Η κινναμοφιλίνη συμπυκνώνει επίσης δραματικά τη νευρωνική βλάβη που προκαλείται από στέρηση γλυκόζης οξυγόνου σε οργανοτυπικές φέτες υπόκαμπου σε πειραματικούς αρουραίους. Μία ουσία που ονομάζεται τριμεριδίνη τύπου A A (τριμερές 1) που απομονώθηκε από το υδατοδιαλυτό εκχύλισμα κανέλας έδειξε ότι το τριμερές 1 μπορεί να μειώσει τη διόγκωση των κυττάρων ελέγχοντας την κίνηση του ενδοκυτταρικού ασβεστίου [Ca²⁺]_i. Το Trimer 1 ανακουφίζει επίσης σημαντικά τα μειωμένα αποτελέσματα που προκαλούνται από την στέρηση γλυκόζης από οξυγόνο στην πρόσληψη γλουταμικού. Οι προστατευτικές επιδράσεις του τριμερούς 1 στη μείωση της μείωσης της πρόσληψης γλουταμινικού οξυγόνου πιθανόν να επιδιορθώνονται μέσω των επιδράσεών τους στα μιτοχόνδρια (Rao & Gan, 2014).

Η νόσος του Πάρκινσον (PD) είναι η δεύτερη μεγάλη διαδεδομένη νευροεκφυλιστική διαταραχή μετά τη νόσο του Αλτσχάιμερ, με επιπολασμό 2% σε άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω. Η πρωτεΐνη PD 7 (PARK7) είναι μια αυτοσωμική υπολειπόμενη μορφή παρκινσονισμού πρώιμης έναρξης που προκαλείται από αλλοιώσεις στο γονίδιο DJ-1. Οι Khasnavis και Pahan ανέφεραν ότι το βενζοϊκό νάτριο, ένας μεταβολίτης κανέλας, ρυθμίζει το DJ-1 ρυθμίζοντας τους μεταβολίτες μεβαλονικού άλατος. Η κανέλα και το βενζοϊκό νάτριο του μεταβολίτη της

ρυθμίζουν επίσης τους νευροτροπικούς παράγοντες BDNF (νευροτροπικοί παράγοντες που προέρχονται από τον εγκέφαλο) καθώς και τη νευροτροφίνη-3 (NT-3) στο κεντρικό νευρικό σύστημα του ποντικού. Το PARK7 είναι μία από τις κύριες νευροπροστατευτικές πρωτεΐνες που προστατεύει τα κύτταρα από βλάβες και από τις περαιτέρω επιβλαβείς επιδράσεις του οξειδωτικού στρες. Επομένως, αυτή η πρωτεΐνη μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό μόριο που μπορεί να ενσωματωθεί στη θεραπευτική παρέμβαση της νόσου του Πάρκινσον. (Rao & Gan, 2014).

3.10 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΤΟΞΙΝΕΣ

Έχει αναφερθεί ότι η κανέλα και τα κύρια συστατικά της μπορούν να βελτιώσουν την τοξικότητα των χημικών τοξινών στο ήπαρ, στα νεφρά, στο αίμα, στον εγκέφαλο, στο έμβρυο, στο αναπαραγωγικό σύστημα, στην καρδιά, στη σπλήνα. Καταφέρνει να προστατεύσει τον οργανισμό από τις φυσικές και χημικές τοξίνες, αναπτύσσοντας διάφορους μηχανισμούς όπως με την αντιοξειδωτική δράση που αναπτύσσει, τη μείωση της υπεροξειδωσίας των λιπιδίων, αναπτύσσοντας αντιφλεγμονώδεις, μυκητοστατικές και μυκητοκτόνες δραστηριότητες, διαμορφώνοντας τις οδούς σήμανσης των παραγόντων CK-MB, LDH, TNF- α , IL-6, ενεργοποιημένης μιτογόνου πρωτεΐνης (MAPK) και πυρηνικού παράγοντα-CEB (NF-CEB) (Dorri et al, 2018).

Στους πίνακες 8 και 9, παρουσιάζονται συνοπτικά οι προστατευτικές επιδράσεις της κανέλας και των κύριων συστατικών της εναντίον των φυσικών και χημικών τοξινών, όπως έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 8: Μελέτες που αφορούν την προστατευτική επίδραση της κανέλας έναντι φυσικών τοξινών

Φυσικές τοξίνες	in vitro/ in vivo	Συστατικά	Αποτέλεσμα	Βιβλιογραφική αναφορά
Αφλατοξίνη	in vitro	κινναμαλδεΐδη	Η κινναμαλδεΐδη έχει δυνητική χρήση ως βιολογικό συντηρητικό στον έλεγχο επιβλαβούς μόλυνσης από μύκητες και	(Sun et al., 2015)

			μυκοτοξίνες των γεωργικών προϊόντων	
	in vitro	έλαιο κανέλας	Το έλαιο κανέλας είναι αποτελεσματικό στην αναστολή των αφλατοξινών Β	(Abd El-Aziz et al, 2015)
	in vitro	αιθέριο έλαιο κανέλας	Επιβεβαιώνεται η μυκητοκτόνος συμπεριφορά και η πλήρης μείωση της αφλατοξίνης Β1	(Manso et al, 2014)
Ωχρατοξίνη Α	in vitro	φυσική κινναμαλδεΐδη, συνθετική κινναμαλδεΐδης και έλαιο κανέλας	Η αναστολή της παραγωγής ωχρατοξίνης Α από τη φυσική κανέλα, οφείλεται στη μείωση της βιομάζας των μυκήτων. Επίσης, εκτός από την αντιμυκητιακή δράση, το κιτρικό και η ευγενόλη μπορούν να αναστείλουν σημαντικά τη βιοσυνθετική οδό της ωχρατοξίνης Α	(Hua et al., 2014)
	in vitro	έλαιο κανέλας	Το έλαιο κανέλας έχει ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη των <i>F.veticillioide</i>	(Velluti et al,2004b)
Φουμονισίνη Β1	in vitro	φυσική κινναμαλδεΐδη, συνθετική κινναμαλδεΐδη και έλαιο κανέλας	Η κινναμαλδεΐδη είναι ασφαλής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση αντί για τη χρήση χημικών συντηρητικών και μυκητοκτόνων κατά την αποθήκευση σιτηρών και τροφίμων	(Xing et al., 2014)
Ζεαραλενόνη	in vitro	αιθέριο έλαιο κανέλας	Τα αιθέρια έλαια πρέπει να θεωρούνται εναλλακτικά φυσικά μυκητοκτόνα πριν από τη συγκομιδή	(Velluti et al, 2004a)
Δεοξυριβαλενόλη	in vitro	αιθέριο έλαιο κανέλας	Τα αιθέρια έλαια πρέπει να θεωρούνται εναλλακτικά φυσικά μυκητοκτόνα πριν από τη συγκομιδή	(Velluti et al, 2004a)
Verο-τοξίνη	in vitro	αιθέριο έλαιο κανέλας	Μείωση της κινητικότητας και της αιμολυτικής	(Kim et al, 2015)

			δραστηριότητας της <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
Λιποπολυσακχαρίτες (LPS)	In vivo	φλοιός κανέλας	Προκάλεσε την αναστολή του μεταγραφικού παράγοντα NF-κB	(Lee et al, 2016)
	in vitro	trans - κινναμαλδεΐδη	Αποδείχθηκε η αποτελεσματικότητα των υπο-ανασταλτικών συγκεντρώσεων trans-κινναμαλδεΐδης	(Amalarardjou et al, 2014)
	in vitro	κινναμαλδεΐδη	Μείωση της παραγωγής και της έκφρασης του μονοξειδίου του αζώτου (NO), της ιντερλευκίνης (IL) - 1b, της IL-6 και του παράγοντα νέκρωσης όγκου (TNF)	(Ho et al, 2013)
	in vitro	κινναμαλδεΐδη και ευγενόλη	Προστασία του τραυματισμένου εντέρου από καταστάσεις φλεγμονής, λοιμώξεων και οξειδωτικού στρες	(Wang et al., 2014)

Πίνακας 9: Μελέτες που αφορούν την προστατευτική επίδραση της κανέλας έναντι χημικών τοξινών

Τοξικότητα (Τοξική χημική ουσία)	Σχεδιασμός μελέτης- δόση- συστατικά κανέλας	Αποτέλεσμα	Βιβλιογραφική αναφορά
Νευροτοξικότητα (γλουταμινικό)	in vitro-PC12 κύτταρα - κινναμαλδεΐδη (5,10 και 20 mM)	Αναστολή της συσσώρευσης ενδοκυτταρικά δραστικών μορφών οξυγόνου, διατήρηση της φυσιολογικής ενίσχυσης των μιτοχονδριακών μεμβρανών, αποκλεισμός της απελευθέρωσης του κυτοχρώματος c, βελτίωση της ενεργοποίησης της κασπάσης	(Lv et al.,2017)
Νεφροτοξικότητα (γενταμικίνη)	in vivo-αρουραίος- εκχύλισμα κανέλας (50,100 και 200 mg/kg για 28 ημέρες)	Μείωση του οξειδωτικού stress	(Wang et al, 2015)
	εκχύλισμα κανέλας 200 mg/kg/d	Τα φυτικά εκχυλίσματα έχουν υπερβολική	(Ullah et al, 2017)

		ποσότητα φλαβονοειδών, τα οποία μπορεί να είναι υπεύθυνα για την εξασθένηση της υπερβολικής εξασθένησης της υπερβολική έκκρισης του ενζύμου LDH στο ουροποιητικό	
Νεφροτοξικότητα (σισπλατίνη)	in vivo – αρουραίοι-κινναμωμικό οξύ (50mg/kg) για 7 ημέρες	Οι αντιοξειδωτικές δραστηριότητες θα μπορούσαν να θεωρηθούν οι κύριοι παράγοντες που προσφέρουν νεφροπροστατευτικά αποτελέσματα	(El-Sayed et al, 2013)
Ηπατοτοξικότητα (diazinon)	in vivo – Sprague-Dawley αρουραίοι-αφέψημα κανέλα και τζίντζερ- υδατικά εκχυλίσματα κανέλας	Αντιοξειδωτική δράση	(Mohamed, 2017)
Τοξικότητα στα νεφρά, στον εγκέφαλο, στους όρχεις (βισφαινόλη Α)	in vivo – αλμπίνο αρουραίοι- υδατικά εκχυλίσματα κανέλας(200mg/kg, 3 φορές τη βδομάδα για 50 μέρες)	Αντιοξειδωτικό. Εξισορροπεί την αναλογία οξειδωτικών/αντιοξειδωτικών κυττάρων	(Morgan et al, 2014)
Ηπατοτοξικότητα και αιματοτοξικότητα (διοξείδιο του τιτανίου)	in vivo – Sprague-Dawley αρουραίοι-εκχυλίσματα κανέλας(50, 100, 150mg/kg για 4 βδομάδες)	Αποκατάσταση του αντιοξειδωτικού συστήματος καθώς και προστατευτικός ρόλος στις αιματολογικές και ιστολογικές βλάβες	(Shakeel et al., 2017)
Αναπαραγωγική τοξικότητα (τετραχλωράνθρακας)	in vivo –αρουραίοι Wistar-αιθέριο έλαιο κανέλας (100mg/kg για 10 βδομάδες)	Φαίνεται να εμπλέκεται στενά με την απομάκρυνση ελεύθερων ριζών και την καταστολή της υπεροξειδάσης των λιπιδίων	(Yuce et al, 2014)
Γονοτοξικότητα (υπεροξείδιο του υδρογόνου)	in vitro- ανθρώπινα λεμφοκύτταρα – κινναμωμικό οξύ (0,74- 3,70- 7,4-14,8- 74,0- 148 mg/ml)	Αντιοξειδωτική δράση	(Taner et al.,2017)
Καρδιοτοξικότητα (ισοπροτενερόλη)	in vivo –αρουραίοι-κινναμαλδεΐδη (22,5, 45, 90 mg/kg) και κινναμωμικό οξύ (37,5,	Προστασία μέσω αντιοξειδωτικής και αντιφλεγμονώδους δράσης	(Song et al.,2013)

	75, 150 mg/kg για 14 ημέρες	
--	-----------------------------	--

Πηγή: Βασισμένο στους Dorri et al, 2018

3.11 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Ο καρκίνος αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ανθρώπινες ασθένειες, η οποία ταλαιπωρεί την ανθρωπότητα. Η επιλεκτική καταστροφή των καρκινικών κυττάρων χωρίς να υφίστανται βλάβη τα φυσιολογικά κύτταρα είναι ένας σημαντικός στόχος της επιστημονικής κοινότητας του 21^{ου} αιώνα. Δυστυχώς δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα εξαιρετικά αποτελεσματικά φάρμακα για τη θεραπεία των περισσότερων κακοηθειών (Fang et al., 2004).

Πίνακας 10: Πρόληψη και αντικαρκινική δράση κανέλας

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Υδατικό εκχύλισμα της κανέλας και δύο προϊόντα απομόνωσης με HPLC (τριμερές και τετραμερές προκυανιδίνης)	Αναστολή της δράση ενζύμου (VEGFR2) που εμπλέκεται στην αγγειογένεση και στην εξάπλωση του καρκινικού όγκου	Lu et al., 2010
Παρουσία CB403 (παράγωγο της κινναμαλδεΐδης). καλλιέργεια ανθρώπινων καρκινικών κυττάρων - in vivo ανάπτυξη ξενομοσχευμάτων ανθρώπινου παχέος εντέρου και μαστού σε ποντίκια	Αναστολή της ανάπτυξης των καρκινικών κυττάρων και παρεμπόδιση της ανάπτυξης των μοσχευμάτων. Σε ανάλυση κυτταρομετρίας ροής με ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα η CB403 προκάλεσε αναστολή της μίτωσης άρα και της ανάπτυξης των κυττάρων	Jeong et al., 2003
Ανθρώπινα κύτταρα A375 υπεύθυνα για το μελάνωμα μεταφέρθηκαν σε υγιή ποντίκια SCID, τα οποία ανέπτυξαν καρκινικούς όγκους. Χορήγηση υψηλής δόσης trans-κινναμικής	Καταστολή της ανάπτυξης των καρκινικών όγκων μελανώματος. Πιθανότατα λόγω αναστολής τη δραστηριότητα του παράγοντα NP-κΒ και την παραγωγή παράγοντα νέκρωσης όγκου άλφα (TNFα-).	Cabello et al., 2009

αλδεϋδης - 120 mg/kg σε ημερήσια βάση	Πιθανή αντικαρκινική δράση.	
trans-κινναμαλδεϋδη απομονώθηκε από <i>Cinnamomum osmophloeum</i> . Ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα και φυσιολογικά κύτταρα ως μάρτυρες καλλιεργήθηκαν παρουσία διαφορετικών συγκεντρώσεων trans-κινναμαλδεϋδης (0,057μM, 0,076μM και 0,095μM για 24h)	Πιθανή καταστολή της ανάπτυξης των καρκινικών κυττάρων και ενίσχυση της απόπτωσης τους, ενώ τα φυσιολογικά κύτταρα έμειναν ανεπηρέαστα	Fang et al., 2004
Μελέτη της προστατευτικής επίδρασης των ελαίων σκόρδου και κανέλας στην διαθυλνιτροζαμίνη (DNA), στην επαγόμενη από 2-ακετυλαμινοφθορένιο- (2-AAF) γονιδιακή μετάλλαξη p53 και στην ηπατοκαρκινογένεση σε αρουραίους.	Η χορήγηση ελαίων μαστίχας προκάλεσε επιβράδυνση της ηπατικής τοξικότητας και μερική αντιστροφή στην φυσιολογική δομή των ιστών του ήπατος. Επίσης, το ήπαρ διατήρησε σχεδόν το φυσιολογικό μέγεθος και τη μορφολογία ενός υγιούς οργάνου	Aly et al., 2019

Οι Lu et al. (2010) σε μελέτη που έκαναν έδειξαν ότι το υδατικό εκχύλισμα της κανέλας και ένα τριμερές προκυανιδίνης τύπου A (Mr=864) και ένα τετραμερές (Mr=1152) που απομονώθηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC), κατάφεραν να αναστείλουν τη δράση της κινάσης του υποτύπου 2 (VEGFR2) του αγγειακού ενδοθηλιακού αυξητικού παράγοντα, αναστέλλοντας έτσι την αγγειογένεση που εμπλέκεται στον καρκίνο². Οι ανθρώπινοι όγκοι μπορούν να παρουσιάσουν χρόνια αδράνεια αν υπάρξει ισορροπία μεταξύ των κυττάρων που πολλαπλασιάζονται και των κυττάρων που παθαίνουν απόπτωση. Η αναστολή της αγγειογένεσης αποτελεί, λοιπόν, μία μέθοδο πρόληψης ή θεραπευτικού ελέγχου του καρκίνου και δυνητικά θα μπορούσε να προστατέψει τον οργανισμό από τον κίνδυνο της μετάστασης. (Lu et al., 2010).

² Γύρω από τους καρκινικούς όγκους δημιουργείται αυξημένη αγγείωση ώστε τα καρκινικά κύτταρα να έχουν οξυγονώνονται επαρκώς. Ο VEGF προκαλεί αύξηση της αγγειακής διαπερατότητας και μεταστάσεις ή/και διασπορά των καρκινικών κυττάρων βλ. <https://athenslab.gr/diagnostikes-exetaseis/aggeiakos-endothiliakos-auxitikos-paragontas-vegf-1297>

Η κινναμαλδεΐδη επίσης έχει συντεθεί και δοκιμαστεί ως αναστολέας κατά της αγγειογένεσης. Οι Jeong et al. (2003) ανέφεραν ότι το CB403, μια χημική ουσία που μπορεί να συντεθεί από 2'-υδροξυκινναμαλδεΐδη η οποία με τη σειρά της προέρχεται από κινναμαλδεΐδη, μπορεί να αναστείλει την ανάπτυξη όγκων. Συγκεκριμένα, τα κύτταρα που υπέστησαν αγωγή με CB403 προσκολλήθηκαν ασθενώς στα τρυβλία καλλιέργειας. Επιπλέον, το CB403 ανέστειλε την ανάπτυξη όγκου σε αυτά τα κύτταρα με τρόπο που εξαρτάται από τη συγκέντρωση. Η ανάλυση κυτταρομετρίας ροής (FACS), χρησιμοποιώντας ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα που υποβλήθηκαν σε αγωγή με αυτήν την ένωση, έδειξε διακοπή του κυτταρικού κύκλου στη μίτωση. Επιπλέον, το CB403 εμπόδισε την *in vivo* ανάπτυξη ξеноμοσχευμάτων ανθρώπινου παχέος εντέρου και μαστού, χωρίς απώλεια σωματικού βάρους σε γυμνούς ποντικούς. Κατά συνέπεια, το παράγωγο CB403 παρουσίασε αντικαρκινικές και ανασταλτικές ιδιότητες ανάπτυξης, γεγονός που υποδεικνύει τη δυνατότητα της κανέλας να χρησιμοποιηθεί ως αντικαρκινικός παράγοντας (Jeong et al., 2003).

Οι Cabello et al. (2009) πραγματοποίησαν μελέτη σχετικά με την προληπτική και θεραπευτική δράση της *trans*-κινναμικής αλδεΐδης εναντίον κυττάρων μελανώματος και της ανάπτυξης καρκινικών όγκων. Χρησιμοποίησαν ανθρώπινα κύτταρα A375 υπεύθυνα για το μελάνωμα τα χορηγήθηκαν υποδορίως σε υγιή ποντίκια SCID. Μετά την εμφάνιση όγκων, ξεκίνησε η χορήγηση *trans*-κινναμικής αλδεΐδης σε δόσεις 120 mg/kg σε ημερήσια βάση, ενώ ορισμένα ζώα με αναπτυσσόμενους καρκινικούς όγκους χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Τελικά, παρατηρήθηκε ότι η *trans*-κινναμική αλδεΐδη προκάλεσε μέτρια καταστολή της ανάπτυξης όγκου, χωρίς να παρουσιαστούν ανεπιθύμητες αντιδράσεις που να σχετίζονται με τη χορήγηση της ουσίας. Αναφέρθηκε ότι αναστέλλει τη δραστικότητα του NP-κΒ και την παραγωγή παράγοντα νέκρωσης όγκου άλφα (TNF α -) που προκαλείται από ιντερλευκίνη-8 (IL-8) σε κύτταρα A375 Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, η κινναμική αλδεΐδη αποτελεί ένα δυνητικό αντικαρκινικό παράγοντα (Cabello et al., 2009).

Οι Fang et al (2004) ανέφεραν την αντικαρκινική επίδραση της *trans*-κινναμαλδεΐδης από νεαρά και ώριμα φύλλα και κλαδιά φύλλων του δέντρου *Cinnamomum osmophloeum*. Για την μελέτη που διεξήγαγαν χρησιμοποίησαν ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα και φυσιολογικά κύτταρα ως μάρτυρες. Παρατήρησαν ότι σε έκθεση των κυττάρων σε ελεγχόμενες δόσεις *trans*-κινναμαλδεΐδης ενώ η βιωσιμότητα των κυττάρων μαρτύρων δεν επηρεάστηκε, τα καρκινικά κύτταρα σε συγκέντρωση 0,057 μ M η ανάπτυξή τους

επιβραδύνθηκε περίπου κατά δύο φορές σε σύγκριση με τους μάρτυρες, ενώ σε συγκέντρωση 0,095 M της ουσίας σταμάτησαν να πολλαπλασιάζονται. Σε ανάλυση του κυτταρικού κύκλου των καρκινικών κυττάρων, διαπιστώθηκε ότι ο κυτταρικός κύκλος επηρεάστηκε με μη γραμμικό τρόπο, εξαρτώμενος από τη συγκέντρωση της trans-κινναμαλδεΐδης. Από την έρευνα αυτή, διαπιστώθηκε ότι η trans-κινναμαλδεΐδη εμφάνισε πιθανή καταστολή της ανάπτυξης των καρκινικών κυττάρων και ενίσχυση της απόπτωσης τους (Fang et al., 2004).

Διεξήχθη μια προκαταρκτική μελέτη για την κανέλα και το κάρδαμο κατά του καρκίνου του παχέος εντέρου που προκαλείται από αζοξυμεθάνιο- (AOM-) σε ελβετικά ποντίκια albino. Οι θεραπείες με τα υδατικά εκχυλίσματα κανέλας και καρδάμου αυξάνουν τις δραστηριότητες του αποτοξινωτικού και αντιοξειδωτικού ενζύμου γλουταθειόνη-s-τρανσφεράση (GST) με ταυτόχρονη μείωση των επιπέδων υπεροξειδωσης των λιπιδίων σε ζώα με καρκίνο του παχέος εντέρου σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Τα αιθέρια έλαια που εξάγονται από την *C. cassia* αναστέλλουν την επαγόμενη από την ορμόνη άλφα μελανοκυττάρων παραγωγή μελανίνης, καταστέλλοντας έτσι το οξειδωτικό στρες σε κύτταρα μελανώματος B16 ποντικού (Rao & Gan, 2014).

Οι Aly et al., (2019), αξιολόγησαν την προστατευτική επίδραση των ελαίων σκόρδου και κανέλας στην διαθυλ-νιτροζαμίνη (DENA) (ισχυρά καρκινογόνα ουσία), στην επαγόμενη από 2-ακετυλαμινοφθορένιο- (2-AAF-) γονιδιακή μετάλλαξη p53 (γονίδιο καταστολής όγκων που αν υποστεί μετάλλαξη μπορεί να ευθύνεται για κακοήθειες) και στην ηπατοκαρκινογένεση σε αρουραίους. Το ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα είναι μία από τις πιο επικίνδυνες κακοήθειες παγκοσμίως, η οποία δεν ανιχνεύεται εύκολα σε πρώιμο στάδιο και έχει κακή πρόγνωση. Διάφορα γονίδια εμπλέκονται στην παθογένεια του ηπατοκυτταρικού καρκινώματος: γονίδια που συμμετέχουν στον κύκλο ζωής του κυττάρου (RB1, P16 INK4A και Cyclin D), γονίδια που συμμετέχουν στην αναστολή της ανάπτυξης των κυττάρων και την απόπτωση (TGF-β, M6P / 1GF2R, SMAD2 και SMAD4), και γονίδια υπεύθυνα για την αλληλεπίδραση των κυττάρων και τη μεταγωγή σήματος (APC / β-catenin μονοπάτι και E-καντερίνη). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τέσσερις ομάδες αρουραίων αλμπίνο (10 μέλη η ομάδα) εκ των οποίων η μία λειτούργησε ως μάρτυρας, ενώ στις άλλες τρεις προκλήθηκε ηπατοκαρκινογένεση με ένεση DENA και διατροφή εμπλουτισμένη με 2-AAF. Στη μία από τις τρεις ομάδες στην οποία χορηγήθηκε έλαιο κανέλας, παρουσιάστηκε επιβράδυνση της ηπατικής τοξικότητας και μερική αντιστροφή στην φυσιολογική δομή των ιστών του ήπατος.

Επίσης, το ήπαρ διατήρησε σχεδόν το φυσιολογικό μέγεθος και τη μορφολογία ενός υγιούς οργάνου (Aly et al., 2019)

3.12 ANTENΔΕΙΞΕΙΣ

Σε αντίθεση με τις πιο δημοφιλείς πεποιθήσεις, τα φυτικά φάρμακα δεν είναι απολύτως ασφαλή και μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως για παράδειγμα να προκαλέσουν τοξικότητα στα όργανα, αλλεργική δερματίτιδα εξ επαφής και να αλληλοεπιδράσουν με άλλα βότανα και φάρμακα (Hajimonfarednejad et al, 2018)

Πίνακας 11: Ορισμένες μελέτες που αφορούν τις παρενέργειες από την κατανάλωση κανέλας

Θέμα μελέτης	Σχεδιασμός -Αποτέλεσμα	Αναφορά
Βιβλιογραφική έρευνα σε προγενέστερες μελέτες	5 στις 38 έρευνες ανέφεραν παρενέργειες. 17 από 141 άτομα που συμμετείχαν στις έρευνες αυτές και τους χορηγήθηκε κανέλα, δήλωσαν ότι αισθάνθηκαν γαστρεντερικά προβλήματα (9), πονοκέφαλο (4), δερματολογικά προβλήματα (2), κράμπες έμμηνου ρύσης (2) και ορισμένοι ασθενείς με εποχιακή αλλεργία: βήχα, πυρετό, πονοκέφαλο, πόνοι στο σώμα και ενόχληση στο λαιμό	Hajimonfarednejad et al, 2018)
Επίδραση της κινναμωμικής αλδεΐδης στην εγκυμοσύνη	80 θηλυκοί έγκυοι αρουραίοι Sprague-Dawley. Χορήγηση κινναμωμικής αλδεΐδης με καθετήρα (5 - 25 - 250 mg/kg σωματικού βάρους από την 7 ^η ως την 17 ^η ημέρα εγκυμοσύνης). ≥ 25 mg/kg ανεξήγητη απώλεια βάρους χωρίς να λαμβάνουν λιγότερη τροφή – δυνητικά επικίνδυνο για αποβολή	Mantovani et al., 1989
Επίδραση κανέλας στην εγκυμοσύνη	Δείγμα 1284 έγκυων γυναικών όπου συμμετείχαν εθελοντικά. Ορισμένες κατανάλωσαν κανέλα και παρασκευάσματα χωρίς να υπερβαίνονται τα	Kim et al, 2020

συνήθη όρια που βρίσκονται στα τρόφιμα. Δεν υπήρξε αύξηση τερατογενέσεων ή αποβολών συγκριτικά με το δείγμα που δεν έλαβε κανέλα ή με το γενικό πληθυσμό	
--	--

Σε βιβλιογραφική έρευνα των Hajimonfarednejad et al (2018) εντοπίστηκαν πέντε προγενέστερες κλινικές μελέτες σε σύνολο 38 συνολικά, όπου αναφέρονται ανεπιθύμητες παρενέργειες από την κατανάλωση κανέλας. Οι δύο από τις πέντε μελέτες αφορούσαν διαβητικούς ασθενείς, μία αναφερόταν σε γυναίκες που παρουσίαζαν σύνδρομο πολυκυστικών ωοθηκών, μία σε ασθενείς με θετικό τεστ καμπυλοβακτηριδίωσης³ και η πέμπτη μελέτη αφορούσε εποχικά αλλεργικούς ασθενείς. Συνολικά, συμμετείχαν 141 άτομα στα οποία χορηγήθηκε κανέλα και 17 από αυτά δήλωσαν ότι η κατανάλωση κανέλας τους προκάλεσε παρενέργειες. Οι πιο συχνές ανεπιθύμητες επιπτώσεις ήταν γαστρεντερικά προβλήματα τα οποία παρουσιάστηκαν σε εννέα ασθενείς οι οποίοι ένιωσαν πόνο στο στομάχι, ναυτία, δυσκοιλιότητα και αίσθημα καύσου στο ύψος της καρδιάς. Τέσσερις ασθενείς ανέφεραν πονοκέφαλο, δύο ασθενείς ανέφεραν δερματολογικά προβλήματα (κνίδωση και εξάνθημα) και τέλος, δύο ασθενείς ανέφεραν κράμπες της εμμήνου ρύσεως. Επίσης, στους εποχικούς αλλεργικούς ασθενείς αναφέρθηκαν συμπτώματα όπως βήχας, πυρετός, πονοκέφαλος, πόνοι στο σώμα και ενόχληση στο λαιμό (Hajimonfarednejad et al, 2018)

Δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να δηλώνουν αν είναι απόλυτα ασφαλές να καταναλώνεται κανέλα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ή κατά τη διάρκεια του θηλασμού. Συστήνεται η κατανάλωση της κανέλας και των προϊόντων που περιέχουν κανέλα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και του θηλασμού να μην υπερβαίνει αυτές που απαντώνται συνήθως στα τρόφιμα. Η κανέλα είναι εμμηναγωγό φυτό, που σημαίνει ότι μπορεί να προκαλέσει διέγερση και αιμοραγία της μήτρας, και έχει αμβλικές επιδράσεις. Οι έγκυες γυναίκες προτείνεται να κάνουν «προσεκτική χρήση» φυτικών σκευασμάτων που

³ Καμπυλοβακτηριδίωση: τροφιμογενής γαστρεντερίτιδα σε ανθρώπους και ζώα από το βακτήριο *Campylobacter*

περιέχουν κανέλα και τα χρησιμοποιούν για διαταραχές του στομάχου, πονοκέφαλο και αναιμία, καθώς και για την πρόκληση εφίδρωσης και ούρησης (Kim et al, 2020).

Οι Mantovani et al. (1989) μελέτησαν την επίδραση της κινναμωμικής αλδεΐδης, η οποία είναι βασικό συστατικό του αιθερίου ελαίου κανέλας, στην εγκυμοσύνη. Για την ακρίβεια, χρησιμοποίησαν 80 θηλυκούς αρουραίους του είδους Sprague-Dawley τα οποία εγκυμονούσαν. Τους χορήγησαν κινναμωμική αλδεΐδη με καθετήρα σε δόσεις 5, 25 και 250 mg/kg σωματικού βάρους σε καθημερινή βάση από την 7^η ως την 17^η ημέρα εγκυμοσύνης. Ανέφεραν ότι οι αρουραίοι που έλαβαν 25 ή 250 mg/kg σωματικού βάρους κινναμωμική αλδεΐδη σημείωσαν απώλεια βάρους χωρίς να λαμβάνουν λιγότερη τροφή, το οποίο δυνητικά θα μπορούσε να είναι επικίνδυνο για την εξέλιξη της εγκυμοσύνης (Mantovani et al., 1989).

Οι Kim et al, (2020) ερεύνησαν τα αποτελέσματα σκευάσματος σε εγκύους λαμβάνοντας υπόψη τα νεογνικά αποτελέσματα που περιελάμβαναν την ηλικία κύησης μέχρι την γέννα, το βάρος γέννησης (g), το ποσοστό των βρεφών που δημιουργήθηκαν με σοβαρές δυσπλασίες, την περίμετρο κεφαλής (cm), τα αποτελέσματα Apgar στα 1 και 5 min μετά τη γέννηση και το ποσοστό των νεογνών με ίκτερο μεταξύ άλλων παραμέτρων. Στο ερευνητικό αυτό πρόγραμμα συμμετείχαν 1284 ασθενείς οικειοθελώς και μέρος αυτών εκτέθηκε σε παρασκευάσματα κανέλας, σε δόσεις που δεν υπερβαίνουν τα ποσά που βρίσκονται στα τρόφιμα συνήθως. Βρέθηκε ότι δεν υπήρξε αυξημένος αριθμός τερατογενέσεων ή αυξημένο αριθμός αποβολών σε σχέση με το γενικό πληθυσμό, επιβεβαιώνοντας ότι η κατανάλωση με μέτρο δεν αποτελεί κίνδυνο (Kim et al, 2020).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κανέλα είναι ένα φυτικό προϊόν που έχει απασχολήσει σημαντικά την επιστημονική κοινότητα. Συχνά η ευεργετική δράση της στον ανθρώπινο οργανισμό έχει γίνει αντικείμενο έρευνας και μελέτης. Είναι πλούσια σε φυτοδραστικά συστατικά με σημαντικές ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Δρα δυνητικά ως αντιοξειδωτικό, αντιφλεγμονώδες, αντιμικροβιακό, αντικαταθλιπτικό, αντιδιαβητικό, καρδιοπροστατευτικό, αντικαρκινικό, αντιλιπιδαιμικό συστατικό. Επίσης, δείχνει ότι μπορεί να προστατέψει τον οργανισμό από νευρολογικές διαταραχές και από τις τοξίνες.

Απαιτούνται περισσότερες έρευνες και επιστημονικές μελέτες, οι οποίες όμως έχουν και σημαντικό κόστος. Η επιστημονική κοινότητα χρειάζεται τη συμβολή και την οικονομική στήριξη της πολιτείας, αλλά και ιδιωτικών φορέων για να μπορέσει να συνεχίσει το έργο της.

Η κανέλα είναι ένα φυτικό προϊόν με σημαντικό δυναμικό, ικανό να αποτελέσει τη βάση για την παραγωγή νέων φαρμακευτικών σκευασμάτων που θα βοηθήσουν τον άνθρωπο να αντιμετωπίσει σημαντικές ασθένειες. Ακόμη και αν δεν μπορεί να αποτελέσει μονοθεραπεία ή εναλλακτική θεραπεία, η συνεργική δράση που παρουσιάζει μπορεί να είναι σημαντική

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- **Abd El-Aziz A.R.M., Mahmoud M.A., Al-Othman M.R., Al-Gahtani M.F.,** (2015), Use of Selected Essential Oils to Control Aflatoxin Contaminated Stored Cashew and Detection of Aflatoxin Biosynthesis Gene, The Scientific World Journal, 2015, 958192 : https://www.researchgate.net/publication/272749524_Use_of_Selected_Essential_Oils_to_Control_Aflatoxin_Contaminated_Stored_Cashew_and_Detection_of_Aflatoxin_Biosynthesis_Gene
- **Altemimi A., Lakhssassi N., Baharlouei A., Watson D.G. and David A.L.,** (2017), Phytochemicals : Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plants Extracts, Plants, 6 (4), 42 : <https://doi.org/10.3390/plants6040042>
- **Aly S.M., Fetaih H.A., Hassasin A.A.I., Abomughaid M.M., Ismail A.A.,** (2019), Protective Effects of Garlic and Cinnamon Oils on Hepatocellular Carcinoma in Albino Rats, Analytical Cellular Pathology, 2019: 1-15: <https://doi.org/10.1155/2019/9895485>
- **Amalaradjou M.A.R., Kim K.S., and Venkitanarayanan K.,** (2014) Sub-inhibitory concentrations of trans-cinnamaldehyde attenuate virulence in *Cronobacter sakazakii* in vitro. International Journal of Molecular Sciences, 15 (5), 8639–8655 : <https://dx.doi.org/10.3390%2Fijms15058639>
- **Aryanezhad M., Abdi M., Amini S., Hassanzadeh K., Valadbeigi E., Hassanzadeh K., Valadbeigi E., Rahimi K., Izadpanah E., Moloudi M.R.,** (2020), Cinnamomum zeylanicum extract haw antidepressant-like effects by increasing brain derived neurotrophic factor (BDNF) and its receptor in prefrontal cortex of rats, Journal of Phytomedicine, (),(): 10.22038/AJP.2020.17146
- **Batiha G.E., Beshbishy A.M., Guswanto A., Nugraha A., Munkhjargal T., Abdel-Daim M., Mosqueda J., Igarashi I.,** (2020), Phytochemical Characterization and Chemotherapeutic Potential of *Cinnamomum verum* Extracts on the Multiplication of Protozoan Parasites In Vitro and In Vivo, Molecules, 25 (4): 996: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7070835/>
- **Bento-Silva A., Koistine V.M., Mena P., Bronze M.R., Hanhineva, Sahlistrom S., Kityrte V., Moco S., Aura A-M.,** (2020), Factors affecting intake, metabolism and health

benefits of phenolic acids: do we understand individual variability?, European Journal of Nutrition, 59, 1275-1293 : <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01987-6>

- **Britannica**, (2019), Cinnamon, plant and spice: <https://www.britannica.com/plant/dill>
- **Cabello C.M., Bair W.B., Lamore S.D., Ley S., Bause A., Azimian S., Wondrak G.T.**, (2009), The Cinnamon-derived Michael Acceptor Cinnamic Aldehyde Impairs Melanoma Cell Proliferation, Invasiveness, and Tumor Growth. Free Radical Biology and Medicine, 46 (2): 220-231: <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.freeradbiomed.2008.10.025>
- **Cardoso-Ugare G.A., Lopez-Malo A., Sosa-Morales M.E.**, (2016), Chapter 38 – Cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*) Essential Oils, from Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, pages : 339-347 : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00038-9>
- **Dhuley J.N.**, (1999), Anti-oxidant effects of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark and greater cardamom (*Amomum Subulatum*) seeds in rats fed high fat diet, Indian Journal of Experimental Biology, 37 (3): 283-242: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10641152/>
- **El-Sayed M.E.S., El-Raouf O.M.A, Fawzy H.M., Manie M.F.**, (2013), Comparative study of the possible protective effects of cinnamic acid and cinnamaldehyde on cisplatin-induced nephrotoxicity in rats, Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 27 (12), 508–514: <https://doi.org/10.1002/jbt.21515>
- **Dorri M., Hashemitabar S. and Hosseinzadeh H.**, (2018), Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) as an antidote or a protective agent against natural or chemical toxicities : a review, Drug and Chemical Toxicology, 41 (3):338-351 : <https://doi.org/10.1080/01480545.2017.1417995>
- **Fang S.-H., Rao Y.K., Tzeng Y.-M.**, (2004), Cytotoxic Effect of trans-Cinnamaldehyde from *Cinnamomum osmophloeum* Leaves on Human Cancer Cell Lines, International Journal of Applied Science and Engineering, 2 (2):136-147: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=30E4A5D0DCA61B7897B5B7840CE0F700?doi=10.1.1.496.9328&rep=rep1&type=pdf>

- **Frydman-Marom A., Levin A., Farfara D., Benromano T., Scherzer-Attali R., Peled S., Vassar R., Segal D., Gazit E. Frenkel D., Ovadia M., (2011),** Orally Administrated Cinnamon Extract Reduces β -Amyloid Oligomerization and Corrects Cognitive Impairment in Alzheimer's Disease Animal Models, PLoS One, 6 (1): e16564: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0016564>
- **Gende L.B., Floris I., Fritz R. Eguaras M.J., (2008),** Antimicrobial activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oil and its main componets against Paenibacillus larvae from Argentina, Bulletin of Insectology, 61 (1) :1-4 : <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol61-2008-001-004gende.pdf>
- **Gholami – Ahangaran M., Ostadpoor M, Heidari S.H., (2020),** An Overview of Cinnamon Propertiew Effects on Blood Glucose and Hemoglobin A1C in Diabetic People, Plant Biotechnology Persa, 2(2):33-37 : http://pbp.medilam.ac.ir/browse.php?a_id=51&sid=1&slc_lang=fa
- **Gunawardena D., Karunaweera N., Lee S., Van De Kooy F., Harman, D.G., Raju R., Bennett L. Gyengensi E., Sucher N.J., Munch G., (2015),** Anti-inflammatory activity of cinnamon (*C.zeylanicum* and *C. cassia*) extracts – identification of E-cinnamaldehyde and o-methoxy cinnamaldehyde as the most potent bioactive compounds, Food & Function, 6 (3), 910-919: <https://doi.org/10.1039/C4FO00680A>
- **Hajimonfarednejah M. Ostovar M., Raei M.J., Hashempur M.H., (2018),** Cinnamon: A systematic review of adverse events, Clinical Nutrition, 38 (2) : 1-9: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2018.03.013>
- **Ho S.C., Chang K.S., and Chang P.-W., (2013),** Inhibition of neuroinflammation by cinnamon and its main components, Food Chemistry, 138 (4), 2275–82: doi:10.1016/j.foodchem.2012.12.020
- **Hua H., Xing F., Selvaraj J.N., Wang Y., Zhao Y., Zhou L, Lio X., Liu Y., (2014),** Inhibitory effect of essential oils on Aspergillus ochraceus growth and ochratoxin a production, PLoS One, 9 (9), e108285: doi: 10.1371/journal.pone.0108285
- **Hwang S.H., Choi Y.G., Jeong M.Y., Hong Y.M., Lee J.H., Lim S., (2009),** Microarray analysis of gene expression profile by treatment of *Cinnamomi Ramulus* in

lipopolysaccharide-stimulated BV-2 cells, *Gene*, 443:83-90 :
<https://doi.org/10.1016/j.gene.2009.04.024>

- **Jeong H.W., Han D., Son K.H., Han M.Y.**, (2003), Antitumor effect of the cinnamaldehyde derivative CB403 through the arrest of cell cycle progression in the G2/M phase, *Biochemical Pharmacology* 65 (8): 1343-1350:
[http://dx.doi.org/10.1016/S0006-2952\(03\)00038-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-2952(03)00038-8)
- **Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1107/2009** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλία της 21^{ης} Οκτωβρίου 2009, σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά και την κατάργηση των οδηγιών 79/117/ΕΟΚ και 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου , ΕΕ L 309 της 24.11.2009, σ.1 : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009R1107-20170828&from=EL>
- **Kim Y.G., Lee J.H., Kim S.I. Baek K.H., Lee J.**, (2015), Cinnamon bark oil and its components inhibit biofilm formation and toxin production, *International Journal of Food Microbiology*, 195, 30–39: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.11.028>
- **Kim S.Y., Kim J.H., Han J.Y., Koren G., Choi J.S.**, (2020), A prospective cohort study of fetan and neonatal outcomes in women taking medicinally *Ramulus Cinnamomi* during pregnancy, *International Medicine*, 2 (4): 208-213:
<https://www.theinternationalmedicine.com/Main/articles/pdf/2.Kim2020-2-4.pdf>
- **Krittanawong C., Isath A., Scott C.Z., Wang Z., Kaplin S., Jneid H., Lavie C.J., Virani S.S.**, (2022), Association between cinnamon consumption and risk of cardiovascular health: A systematic review and meta-analysis, *The American Journal of Medicine*, 125 (1), 110-117: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2021.07.019>
- **Lan H., Zheng Q., Wang K., Li C., Xiong T., Shi J., Dong N.** (2023), Cinnamaldehyde protects donor heart from cold ischemia-reperfusion injury via the PI3K/AKT/mTOR pathway, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 165, 114867:
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114867>
- **Lee H.S., Kim B.S., Kim M.K.**, (2002), Suppression Effect of Cinnamomum Cassia Bark-Derived Component on Nitric Oxide Synthase, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (26): 7700-7703: <http://dx.doi.org/10.1021/jf020751f>
- **Lee J.W., Lew J.H., Kim T.W., Kang H.**, (2016), Effect of an herbal mixture of Cinnamon Cortex, Persicae Semen, and Natril Sulfas on collagen-induced arthritis and

lipopolysaccharides-induced nuclear factor- κ B signaling, Chinese Journal of Integrative Medicine, (),-: <https://doi.org/10.1007/s11655-016-2517-y>

- **Lin, C.-C., Wu, S.-J., Chang, C.-H., Ng, L.-T.,** (2003), Antioxidant activity of *Cinnamomum cassia*, Phytotherapy Research, 17 (7): 726-730. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ptr.1190>
- **Lv C., Yuan X., Zeng H.W., Liu R.H., Zhang W.D.,** (2017), Protective effect of cinnamaldehyde against glutamate-induced oxidative stress and apoptosis in PC12 cells, European Journal of Pharmacology, 815, 487-494: <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2017.09.009>
- **Lu J., Zhang K., Nam S., Anderson R., Jove R., Wen W.,** (2010), Novel angiogenesis inhibitory activity in cinnamon extract blocks VEGFR₂ kinase and downstream signaling, 32 (3): 481-488 : <https://doi.org/10.1093/carcin/bgp292>
- **Lu L., Xiong Y., Zhou J., Wang G., Mi B., Liu G.,** (2022), The therapeutic roles of cinnamaldehyde against cardiovascular diseases, Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022, 9117708: <https://doi.org/10.1155%2F2022%2F91177108>
- **Manso S., Pezo D., Gomez-Luz, Nerin C.,** (2014), Diminution of aflatoxin B1 production caused by an active packaging containing cinnamon essential oil, Food Control, 45, 101-108: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.031>
- **Mantovani A., Stazi A.V., Macri C., Ricciardi C., Piccioni A., Badellino E.,** (1989), Pre-natal (segment II) toxicity study of cinnamic aldehyde in the Sprague-Dawley rat, Food and Chemical Toxicology, 27 (12) : 781-786: [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(89\)90108-7](https://doi.org/10.1016/0278-6915(89)90108-7)
- **Matan N., Rimkeeree H., Mawson A.J., Chompreeda P., Haruthaithanasan V., Parker M.,** (2006), Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions, International Journal of Food Microbiology, 107:180-185: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.07.007>
- **Mbaveng, A.T. & Kuete, V.,** (2017), Chapter 7- Cinnamon Species, from Medicinal Spices and Vegetables from Africa, Therapeutic Potential Against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases, pages 385-395 : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00017-0>

- **Menggala S.R., Vanhove W., Muhammad D.R.A., Hendri J., Speelman S. and Van Damme P.,** (2019), Sustainable Harvesting of *Cinnamomum Burmannii* (Nees & T. Nees) Blume in Kerinci Regency, Indonesia , Sustainability, 11 (23), 6709: <https://doi.org/10.3390/su11236709>
- **Mohamed I.,** (2017), Ameliorative effect of an aqueous mixture of cinnamon and ginger tea against hepatotoxicity induced in rats by the insecticide diazinon: a histopathological and ultrastructural study, International Journal of Pure & Applied Bioscience, 5 (2), 56–71: <https://doi.org/10.18782/2320-7051.2787>
- **Momtaz S., Hassani S., Khan F., Ziaee M., Adollahi M.,** Cinnamon, a promising prospect towards Alzheimers’s disease, Pharmacological Research, 130(): 241-258 : <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.12.011>
- **Morgan A.M., El-Ballal S.S., El-Bialy B.E., El-Borai N.B.E.,** (2014), Studies on the potential protective effect of cinnamon against bisphenol A- and octylphenol-induced oxidative stress in male albino rats, Toxicology Reports, 1, 92–101: doi: 10.1016/j.toxrep.2014.04.003
- **Οδηγία 2004/24/EK** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 31^{ης} Μαρτίου 2004 για την τροποποίηση της οδηγίας 2001/83/EK περί κοινοτικού κώδικος για τα φάρμακα που προορίζονται για ανθρώπινη χρήση όσον αφορά τα παραδοσιακά φάρμακα φυτικής προέλευσης, L 136/85 : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0024&from=EL>
- **Othman L., Sleiman A. and Abdel-Massih R.M.,** (2019), Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in Middle Eastern Plants, Frontiers in Microbiology, 10(),911 : <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00911>
- **Pagliari S., Forcella M., Lonati E., Sacco G., Romaniello F., Rovellini P., Fusi P., Palestini P., Campone L., Labra M., Bulbarelli A., Bruni, I.,** (2023). Antioxidant and anti-inflammatory effect of Cinnamon (*Cinnamomum verum J. Presl*) bark extract after in vitro digestion simulation. Foods, 12 (3):452. <https://doi.org/10.3390%2Ffoods12030452>

- **Parthasarathy H. & Thombare S.**, (2013), Evaluation of antimicrobial activity of Azadirachta indica, Syzygium aromaticum and Cinnamomum zeylanicum against oral microflora, Asian J. Exp. Sci. 27 (2):13-16 : <http://ajesjournal.com/PDFs/2013-2/4.pdf>
- **Pereira D.M. Valentao P., Pereira J.A. and Paula B. Andrade**, (2009), Phenolics : From Chemistry to Biology, Molecules, 14 (6) :2202-2211 : <https://dx.doi.org/10.3390%2Fmolecules14062202>
- **Peterson D.W., George R.C., Scaramozzino F., LaPointe N.E., Anderson R.A., Graves D.J., Lew J.**, (2009), Cinnamon extract inhibits tau aggregation associated with Alzheimer's disease in vitro, Journal of Alzheimer's Disease, 17 (3): 585-597: <https://doi.org/10.3233/jad-2009-1083>
- **Prabuseenivasan S., Jayakumar M. and Ignacimuthu S.**, (2006), In vitro antibacterial activity of some plant essential oils, BMC Complementary Medicine and Therapies, 6:39 : <https://dx.doi.org/10.1186%2F1472-6882-6-39>
- **Rao P.V. & Gan S.H.**, (2014), Cinnamon: A Multifaceted Medicinal Plant, Evidence Based Complementary and Alternative Medicine, 2014,1-12: <https://dx.doi.org/10.1155%2F2014%2F642942>
- **Schink A., Naumoska K., Kitanovski Z., Kampf C.J., Frolich-Nowoisky J., Thines E., Poschi U., Schuppan D., Lucas K.**, (2018), Anti-inflammatory effects of cinnamon extract and identification of active compounds influencing the TLR2 and TLR4 signaling pathways, Food & Function, 9 (11), 5950-5964: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/fo/c8fo01286e>
- **Sedighi M., Nazari A., Faghihi M., Rafieian-Kopaei M., Karimi A., Moghimian M., Mozaffarpur S.A., Rashidipour M., Namdari M., Cheraghi M., Rasouljan B.**, (2018), Protective effects of cinnamon bark extract against ischemia-reperfusion injury and arrhythmias in rat, Phytotherapy Research, 32 (10), 1983-1991: <https://doi.org/10.1002/ptr.6127>
- **Shakeel M., Jabeen F., Qureshi N.A., Fakhr-E-Alam M.**, (2016), Toxic effects of titanium dioxide nanoparticles and titanium dioxide bulk salt in the liver and blood of male

Sprague- Dawley rats assessed by different assays, Biological Trace Element Research, 173 (2), 405–426: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0677-4>

- **Shan B., Cai Y.Z., Corke H.,** (2005), Antioxidant capacity of 26 extracts and characterization of their phenolic constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (20): 7749-7759. <https://doi.org/10.1021/jf051513y>
- **Shoqairan Y.I., Darwish H.K., Hamami M.A.H., Al-Juhaimi F., Ahmed I.A.M., Babiker E.E.,** (2023), The influence of cinnamon powder on the antioxidant and antimicrobial properties of beef burger during refrigerated storage, LWT, 188, 116422: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115422>
- **Silva A.G.S., Goncalves L.C., Da Silva P.A.N., Carneiro L.C., E Sousa J.A.S., Ataides F.S., Passos X.S., Silva A.M.T.C., Maia Y.L.M.,** (2021), Lipid profile and blood glucose in patients with Diabetes Mellitus treated with cinnamon - Systematic Review and Meta-analysis with randomized clinical research, Research, Society and Development, 10(9), e45910918203: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18203>
- **Singh M.K., Singh S.K., Singh A.V., Verma H., Singh P.P., Kumar A.,** (2020), 12- Phytochemicals: Intellectual property rights, Functional and Preservative Properties of Phytochemicals, (), 363-375: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818593-3.00012-9>
- **Song F., Li H., Sun J., Wang S.,** (2013), Protective effects of cinnamic acid and cinnamic aldehyde on isoproterenol-induced acute myocardial ischemia in rats, Journal of Ethnopharmacology, 150 (1), 125–130: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.019>
- **Sun Q., Wang L., Lu Z., Liu Y.,** (2015), In vitro anti-aflatoxigenic effect and mode of action of cinnamaldehyde against aflatoxin B₁, International Biodeterioration & Biodegradation, 104, 419–425 : <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.07.009>
- **Taner G., Vardar D.O., Aydin S., Aytac Z., Basaran A., Basaran N,** (2017), Use of in vitro assays to assess the potential cyto- toxic, genotoxic and antigenotoxic effects of vanillic and cinnamic acid, Drug and Chemical Toxicology, 40 (2), 183–190: <https://doi.org/10.1080/01480545.2016.1190740>
- **Ullah N., Khan M.A., Kan S., Roohullah, Khan A., Ahmad W.,** (2017), Nephroprotective property of Cinnamomum zeylanicum and its antibacterial activity in combination with

gantamicin, Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 30 (1), 55–60:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28603113/>

- **Velluti A., Sanchis V., Ramos A.J., Turon C., Marin S.,** (2004a), Impact of essential oils on growth rate, zearale- none and deoxynivalenol production by *Fusarium graminearum* under different temperature and water activity conditions in maize grain, Journal of Applied Microbiology, 96 (4), 716–724: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02212.x>
- **Velluti A., Sanchis V., Ramos A.J., Turon C., Marin S.,** (2004b), Effect of essential oils of cinnamon, clove, lemon grass, oregano and palmarosa on growth of and fumonisin B1 production by *Fusarium verticillioides* in maize, Journal of the Science of Food and Agriculture, 84 (10), 1141–1146 : <https://doi.org/10.1002/jsfa.1769>
- **Vinatoru M., Mason T.J., Calinescu I.,** (2017), Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials, Trends in Analytical Chemistry, 97 (), 159-178 :
https://www.researchgate.net/publication/319869022_Ultrasonically_Assisted_Extraction_UAE_and_Microwave_Assisted_Extraction_MAE_of_Functional_Compounds_from_Plant_Materials
- **Xing F., Hua H. Selvaraj J. N., Zhao Y., Zhou L., Liu X., Liu Y.,** (2014), Growth inhibition and morphological alterations of *Fusarium verticillioides* by cinnamon oil and cinnamaldehyde, Food Control, 46, 343–350:
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.037>
- **Wang L., Hou Y., Yi D., Ding B., Zhao D., Wang Z., Zhu H., Liu Y., Gong J., Assaad H., Wu G,** (2014), Beneficial roles of dietary *Oleum cinnamomi* in alleviating intestinal injury, Frontiers in Bioscience (Landmark Edition), 20, 814–28: doi: 10.2741/4339
- **Wang H., Li S.H, Zhang Y., Guan J., Wu Y.M., Wang Q. and Luo X.Q,** (2015), Therapeutic efficacy and mechanism of Zhenrenyangzang decoction in rats with experimental ulcerative colitis, International Journal of Clinical and Experimental Medicine, 8 (9), 15254-15261 : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4658900/>
- **Weerasinghe, K.D.N. & Pushpitha, N.P.G.** (2020), Cinammon Process Technology. In: Senaratne, R., Pathinara, R. (eds). Cinnamon. Springer, Cham.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-54426-3_9

- **Yuce A., Turk G., Ceribasi S., Guvenc M., Ciftci M., Sonmez M., Kaya S.O., Cay M., Aksakal M,** (2014), Effectiveness of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) bark oil in the prevention of carbon tetrachloride-induced damages on the male reproductive system, *Andrologia*, 46 (3), 263–272 : <https://doi.org/10.1111/and.12072>
- **Zarazadeh M., Musazadeh V., Foroumandi E., Keramati M., Ostradrahimi A., Mekary R.A.,** (2023), The effect of cinnamon supplementation on glycemic control in patients with type 2 diabetes or with polycystic ovary syndrome: an umbrella meta-analysis on interventional meta-analyses, *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 15, 127: <https://doi.org/10.1186/s13098-023-01057-2>
- **Zare R., Nadjarzadeh A., Zarshenas M.M., Shams M., Heydari M.,** (2019), Efficacy of cinnamon in patients with type II diabetes mellitus: A randomized controlled clinical trial, *Clinical Nutrition*, 38 (2), 549-556: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.03.003>