



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βιοδραστικά συστατικά και ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας Χίου

English Title

Bioactive ingredients and beneficial properties of Chios mastic



ΟΝΟΜΑΤΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ /NAMES OF STUDENTS

**ΚΟΥΓΙΟΥΛΗ ΜΑΡΚΕΛΛΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ
ΦΡΑΓΚΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΚΟΥΓΙΟΥΛΙ ΜΑΡΚΕΛΛΑ ΚΑΛΛΙΟΡΙ
FRAGKOULOPOULOU VASILIKI**

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

**ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ANTONOPOULOS DIONYSIOS**

ΑΙΓΑΛΕΩ / AIGALEO 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει την πτυχιακή εργασία με τίτλο **‘Βιοδραστικά συστατικά και ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας Χίου’** που παρουσιάσθηκε από τις **Κουγιούλη Μαρκέλλα - Καλλιόπη & Φραγκουλοπούλου Βασιλική** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

01	Αντωνόπουλος Διονύσιος	
02	Μπατρίνου Ανθιμία	
03	Χούχουλα Δήμητρα	

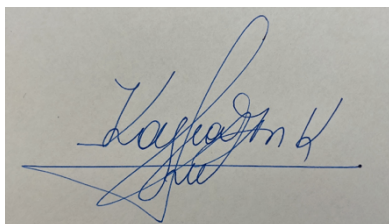
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΚΟΥΓΓΙΟΥΛΗ ΜΑΡΚΕΛΛΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ** του **ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ**, με αριθμό μητρώου **16157** και η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΦΡΑΓΚΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ** του **ΝΙΚΟΛΑΟΥ**, με αριθμό μητρώου **16146** φοιτήτριες του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών του Τμήματος Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι:

«Είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε 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, βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμάς αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μας, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μας ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μας».

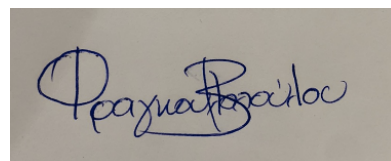
Η Δηλούσα

ΚΟΥΓΓΙΟΥΛΗ ΜΑΡΚΕΛΛΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ



Η Δηλούσα

ΦΡΑΓΚΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή μας και εισηγητή κ. Διονύσιο Αντωνόπουλο, για την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη του κατά την εκπόνηση της εργασίας μας , καθώς και τους γονείς μας για την ανιδιοτελή αγάπη και την αμέριστη στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια, που συνετέλεσαν στην πορεία , στην εξέλιξη μας και τη διαμόρφωση της ανθρώπινης υπόστασής μας .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα τα βιοδραστικά συστατικά και τις ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας Χίου. Η μαστίχα Χίου παράγεται αποκλειστικά και μόνο στο νότιο τμήμα του νησιού της Χίου. Αποτελεί τη φυσική ρητίνη που παράγεται από το φυτό *Pistacia lentiscus var. Chia.*, δηλαδή το μαστιχόδεντρο ή σχίνο. Η συλλογή της ρητίνης παραδοσιακά γίνεται χειρωνακτικά. Οι καλλιεργητές δημιουργούν εγκοπές στον κορμό και τα κλαδιά του δέντρου με κατάλληλα εργαλεία και από τις τομές ρέει η μαστίχα, η οποία συλλέγεται, καθαρίζεται και επεξεργάζεται κατάλληλα. Στο εμπόριο διατίθεται όχι μόνο ως ρητίνη, αλλά και ως αιθέριο έλαιο (μαστιχέλαιο), μαστιχόνερο, σκόνη μαστίχας, άρωμα μαστιχέλαιου και εκχύλισμα. Χρησιμοποιείται στην ζαχαροπλαστική και τη μαγειρική λόγω του χαρακτηριστικού αρωματικού του χαρακτήρα, αλλά και στη βιομηχανία καλλυντικών και φαρμάκων. Η μαστίχα Χίου, αλλά και το μαστιχέλαιο, περιέχουν ένα σημαντικό αριθμό βιοδραστικών συστατικών, κυρίως τριτερπένια και φαινολικά συστατικά, τα οποία ασκούν θεραπευτική και ευεργετική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Σύμφωνα με έρευνες, η μαστίχα έχει αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση, έχει επουλωτική ικανότητα και ασκεί προστατευτικό ρόλο έναντι χρόνιων και οξειών παθήσεων όπως είναι η αθηροσκλήρωση, η χοληστεραιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης, ο καρκίνος, οι γαστρεντερικές διαταραχές.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the bioactive components and the beneficial properties of Chios mastic. Chios mastic is produced exclusively in the southern part of the island of Chios. It is the natural resin produced by the plant *Pistacia lentiscus* var. Chia., i.e. the mastic tree or chino. The collection of the resin is traditionally done manually. Cultivators make incisions in the trunk and branches of the tree with appropriate tools, and the mastic flows from the incisions, which is collected, cleaned, and properly processed. It is commercially available not only as resin, but also as essential oil (mastic oil), mastic water, mastic powder, mastic oil aroma and extract. It is used in confectionery and cooking due to its characteristic aromatic character, but also in the cosmetics and pharmaceutical industry. Chios mastic, as well as mastic oil, contain a significant number of bioactive components, mainly triterpenes and phenolic components, which exert a therapeutic and beneficial effect on the human body. According to research, mastic has an antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory effect, has a healing capacity and exerts a protective role against chronic and acute diseases such as atherosclerosis, cholesterolemia, diabetes, cancer, gastrointestinal disorders.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΕΙΚΟΝΕΣ.....	9
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	10
ΣΚΟΠΟΣ.....	11
ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	12
ΜΑΣΤΙΧΑ ΧΙΟΥ	12
1.1 ΧΙΟΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ.....	12
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ	15
1.3 ΜΑΣΤΙΧΟΔΕΝΤΡΟ	18
1.3.1 Είδη και περιοχές καλλιέργειας.....	18
1.3.2 Καλλιέργεια.....	19
1.3.4 Ιδιαιτερότητα καλλιέργειας μαστιχόδεντρου	23
1.4 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ.....	24
1.5 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΩΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΓΟΡΑΣ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	27
ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ.....	27
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	27
2.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	28
2.2.1 Προετοιμασία εδάφους	28
2.2.2 Πρώτο κέντημα (ρήνιασμα).....	29
2.2.3 Πρώτη συλλογή	31
2.2.4 Δεύτερο κέντημα (κεντιά)	32
2.2.5 Δεύτερο μάζεμα	32

2.2.6 Εναλλακτικές μέθοδοι συλλογής	33
2.3 ΚΑΘΑΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΠΛΥΣΙΜΟ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ	34
2.4 ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΣΤΟ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	35
ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ ΧΙΟΥ	35
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ	35
3.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΚΛΑΣΜΑΤΩΝ ΜΑΣΤΙΧΑΣ	36
3.3 ΦΥΣΙΚΟ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ	39
3.4 ΤΕΡΠΕΝΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ.....	40
3.4.1 Τερπένια	40
3.4.1.2 Σεσκιτερπένια	42
3.5 ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	50
3.6 ΠΤΗΤΙΚΟ ΚΛΑΣΜΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ -ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	54
ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ ΧΙΟΥ	54
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ	54
4.2 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	54
4.3 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	58
4.4 ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ	62
4.5 ΜΑΣΤΙΧΑ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΟΥΛΩΣΗΣ ΠΛΗΓΩΝ.....	65
4.6 ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	67
4.7 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	69
4.8 ΜΑΣΤΙΧΑ ΚΑΙ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ	72
4.9 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ	73
4.10 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80

EΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Χάρτης της Χίου.....	12
Εικόνα 2: Εξάπλωση είδους <i>Pistacia</i> σε παγκόσμιο επίπεδο.....	18
Εικόνα 3: Οι κυριότεροι κλώνοι της ποικιλίας Chia του <i>Pistacia lentiscus</i> , οι οποίες καλλιεργούνται στη Χίο και παρούγουν μαστίχα.....	19
Εικόνα 4: Καλλιέργεια μαστιχόδεντρων	20
Εικόνα 5: <i>Xanthoria parietina</i> (L.)	21
Εικόνα 6: Σχίνοι όπου διακρίνεται η περιστροφή του κορμού και τα φυσικά αυλάκια που δημιουργούνται	22
Εικόνα 7: Κρύσταλλοι μαστίχας.....	24
Εικόνα 8: Στάδια συλλογής μαστίχας.....	27
Εικόνα 9: Ισοπέδωση ή χωμάτισμα εδάφους γύρω από μαστιχόδεντρο. Κάλυψη με ασπρόχωμα.	29
Εικόνα 10: Σχηματική αναπαράσταση μεθοδολογίας διάκριση του ουδέτερου και όξινου κλάσματος των τριτερπενίων.....	37
Εικόνα 11: Μέθοδος διάκρισης κλασμάτων μαστίχας (πτητικό, όξινο, ουδέτερο, πολυμερές) με τη βοήθεια της μεθόδου εκχύλισης με υπερκρίσιμο CO ₂	38
Εικόνα 12: <i>cis</i> -1,4-πολυ-μυρσένιο	39
Εικόνα 13: : Χημικοί τύποι καμφενίου, λιμονένιου, α-μυρκένιου, β-μυρκένιου, α-πινένιου, β-πινένιου, β-θουγένιο.....	40
Εικόνα 14: Χημική δομή ισοπρενίου (σκελετική δομή και τρισδιάσταση αναπαράσταση του μορίου)	40
Εικόνα 15: Σχηματισμός τερπενίων από τη δομική μονάδα του, το ισοπρένιο.....	41
Εικόνα 16: Χημική δομή σκουαλενίου.....	43
Εικόνα 17: Συμππωματολογία ελικοβακτηρίου του πυλωρού	74

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Χημική σύσταση κλασμάτων μαστίχας	38
Πίνακας 2: Χημική σύσταση όξινου κλάσματος τριτερπενοειδών ενώσεων	45
Πίνακας 3: Χημική σύσταση ουδέτερου κλάσματος τριτερπενοειδών ενώσεων	47
Πίνακας 4: Πολυφαινόλες που ανιχνεύθηκαν στη μαστίχα Χίου	51
Πίνακας 5: Ενδεικτικές μελέτες της αντιμικροβιακής δράσης της μαστίχας και των προϊόντων της	54
Πίνακας 6: Ενδεικτικές μελέτες της αντιοξειδωτικής δράσης της μαστίχας και των προϊόντων της	59
Πίνακας 7: Έρευνες για την αντιφλεγμονώδη δράση της μαστίχας και των παραγόμενων προϊόντων	63
Πίνακας 8: Επουλωτική δράση μαστίχας	66

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να προσδιορίσει τα κυριότερα βιοδραστικά συστατικά που περιέχονται στη μαστίχα Χίου σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και, στη συνέχεια, να ελέγξει αν υπάρχουν επιστημονικά στοιχεία που υποστηρίζουν τις ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας.

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία είναι βιβλιογραφική και στηρίζεται κυρίως στην ανασκόπηση μελετών, και επιστημονικών ερευνών, οι οποίες έχουν ως αντικείμενο τη μαστίχα Χίου και τα προϊόντα της, καθώς και τον προσδιορισμό της χημικής της σύστασης. Επίσης, γίνεται αναφορά σε προκλινικές ή κλινικές δοκιμές, οι οποίες προσπάθησαν να προσδιορίσουν τη επίδραση της μαστίχας στον ανθρώπινο οργανισμό και να αξιολογήσουν την ευεργετική ή θεραπευτική δράση της μαστίχας Χίου και των παραγόμενων προϊόντων της.

Η εργασία χωρίστηκε συνολικά σε τέσσερα κεφάλαια. Τα δύο πρώτα κεφάλαια εστιάζουν στην καλλιέργεια, την παραγωγή, τη συλλογή, την επεξεργασία και τη διάθεση της μαστίχας στην αγορά. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά τα βιοδραστικά συστατικά που περιέχει η μαστίχα. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά οι ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας Χίου και των παραγόμενων προϊόντων της. Επίσης, αναφέρονται και τα αποτελέσματα ορισμένων ερευνών που λειτουργούν ως αποδεικτικά και επεξηγηματικά στοιχεία κάθε ισχυρισμού για τη δράση της μαστίχας. Τέλος, εξάγονται τα συμπεράσματα.

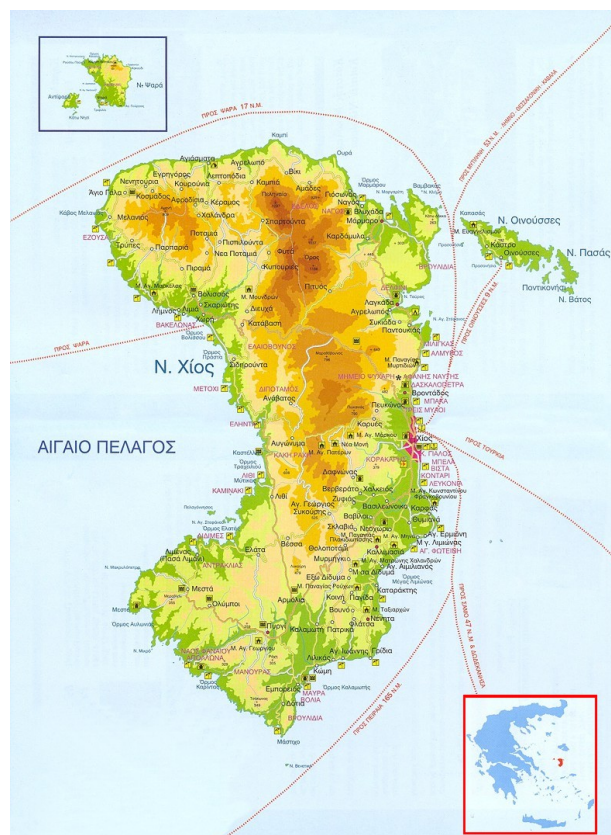
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΜΑΣΤΙΧΑ ΧΙΟΥ

1.1 ΧΙΟΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

Η Χίος είναι νησί της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου και ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Χίου, μαζί με τις Οινούσες και τα Ψαρά. Έχει εμβαδόν 842,54 τ.μ. με μήκος ακτών 213 km και είναι το πέμπτο σε έκταση νησί μετά την Κρήτη, την Εύβοια, τη Λέσβο και τη Ρόδο. Ο πληθυσμός κατά την απογραφή του 2021 υπολογίστηκε ίσος με 50.483 άτομα, σημειώνοντας πτώση 907 ατόμων από την απογραφή του 2011 (μείωση 1,6% (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)).

Στην εικόνα 1, είναι ο γεωφυσικός χάρτης της Χίου, όπου διακρίνεται ότι το έδαφος της Χίου είναι κυρίως ορεινό, ενώ ορισμένες πεδινές εκτάσεις διακρίνονται στα παράλια του νησιού, ιδίως στην νοτιοανατολική πλευρά του νησιού.



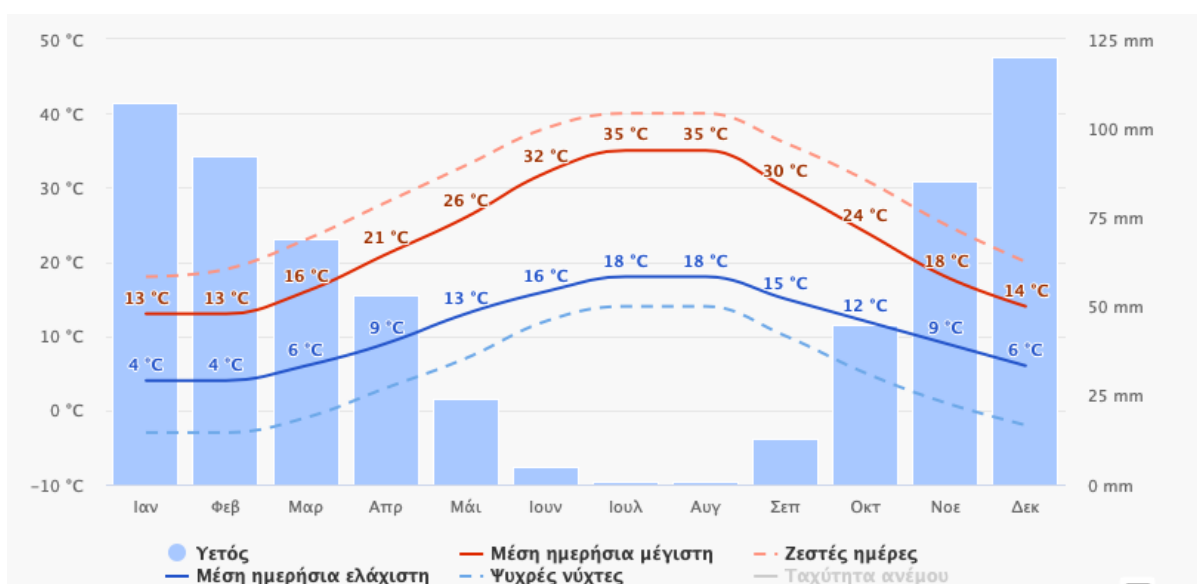
Εικόνα 1: Χάρτης της Χίου

Πηγή: <http://users.sch.gr/kefalas/el/chios/>

Η Χίος έχει μία ιδιαίτερη γεωγραφική θέση, με στρατηγική σημασία, καθώς βρίσκεται πάνω στο θαλάσσιο δρόμο που συνδέει την ανατολική Μεσόγειο με τον Εύξεινο Πόντο, ενώ γεινιάζει με τα παράλια της Μικράς Ασίας, από τα οποία απέχει περίπου 3,5 ναυτικά μίλια. Σύμφωνα με τα αρχαιολογικά ευρήματα, το νησί φαίνεται να πρωτοκατοικήθηκε γύρω στο 6.000 π.Χ. (Τσαρδάκα, 2015).

Δύο από τις επικρατέστερες θεωρίες για την ετυμολογία του ονόματος της Χίου έχουν μυθολογική προσέγγιση. Έτσι, μία εκδοχή είναι ότι το νησί ονομάστηκε Χίος προς τιμή της νύμφης Χιόνης. Πατέρας της Χιόνης ήταν ο πρώτος βασιλιάς του νησιού, ο Οινοπίων, ο οποίος ξεκίνησε από την Κρήτη με τον στόλο του και έφθασε στα νότια παράλια της Χίου. Σύμφωνα με μία άλλη εκδοχή, το νησί οφείλει το όνομά του στον γιο του Ποσειδώνα, Χίο. Ο Χίος γεννήθηκε στο νησί πριν ακόμη κατοικηθεί και ονομάστηκε έτσι εξαιτίας του χιονιού που κάλυπτε το νησί όταν γεννήθηκες. Μία τρίτη θεωρία υποστηρίζει ότι το όνομα του νησιού προέρχεται από την λέξη «κίος», η οποία πιθανολογείται ότι δήλωνε για τους Σύριους τη μαστίχα (Pausanias, 2nd century BC).

Το κλίμα της Χίου είναι εύκρατο μεσογειακό. Χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες. Ο μέσος όρος θερμοκρασιών κυμαίνεται από 13°C τους ψυχρούς μήνες ως 35°C τους θερμούς μήνες του έτους (Διάγραμμα 1). Τους θερινούς μήνες και ιδιαίτερα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο οι βροχές είναι συνήθως ελάχιστες.



Διάγραμμα 1: Κλιματικό διάγραμμα meteoblue όπου απεικονίζεται ο μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων ανά μήνα για την περίοδο 1992-2022.

Πηγή:

https://www.meteoblue.com/el/καιρός/historyclimate/climatemodelled/Χίος_Ελλάδα_259973
[17/9/2022]

Η προέλευση των κυριότερων γεωλογικών σχηματισμών της Χίου είναι ηφαιστειογενής και ασβεστολιθική. Το μαστιχόδεντρο καλλιεργείται σε εδάφη είναι πετρώδη και ασβεστολιθικά. Έχει παρατηρηθεί ότι εδάφη με μεγαλύτερη υγρασία εμποδίζουν τις ρίζες του σχίνου να αερίζονται σωστά, δυσχεραίνοντας έτσι την ανάπτυξή του (Σαββίδης, 2000).

Η κύρια ενασχόληση των κατοίκων της Χίου είναι η ναυτιλία και σε μικρότερο βαθμό το εμπόριο. Με το πέρασμα των ετών, ο αριθμός των γεωργών και των κτηνοτρόφων έχει περιοριστεί σημαντικά, όπως και ο αριθμός των ατόμων που ασχολούνται με τη βιομηχανία (~8% του ενεργού πληθυσμού). Στην πλειοψηφία τους, οι βιοτεχνίες που έχουν απομείνει, παράγουν γλυκά του κουταλιού και ηδύποτα. Παρατηρείται αύξηση του αριθμού των ιχθυοκαλλιεργειών. Η μαστίχα, ακόμη και σήμερα, είναι ένα από τα κυριότερα εμπορεύσιμα αγροτικά προϊόντα, που τα μοναδικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του το καθιστούν παγκοσμίως γνωστό. Η μαστίχα διατηρεί ένα σημαντικό ρόλο στην οικονομία του νησιού (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου)

Τα Μαστιχοχώρια βρίσκονται στο νότιο τμήμα του νησιού της Χίου. Πρόκειται για 24 οικισμούς, οι οποίοι παραδοσιακά καλλιεργούν τον σχίνο και παράγουν μαστίχα. Τα Μαστιχοχώρια ιδρύθηκαν κατά την Βυζαντινή περίοδο (1346-1566), όταν συστηματοποιήθηκε η καλλιέργεια της μαστίχας. Οι διαφορετικοί οικισμοί (Άγιος Γεώργιος, Αρμόλια, Βαβύλοι, Βέσσα, Βουνό, Ελάτα, Έξω Διδύμα, Θολοποτάμι, Θυμιανά, Καλαμωτή, Καλλιμασιά, Καταρράκτης, Κοινή, Λιθί, Μέσα Διδύμα, Μεστά, Μυρμήγκι, Νένητα, Νεοχώρι, Ολύμπιοι, Παγίδα, Πατρικά, Πυργί, Φλάτσια) παρουσιάζουν κοινά γνωρίσματα στο τρόπο με τον οποίο συγκροτήθηκαν : είναι αθέατοι από τη θάλασσα και διαμορφωμένοι ώστε να λειτουργούν σαν φρούρια. Τα σπίτια των οικισμών σχηματίζουν ένα κλειστό τετράπλευρο σχήμα, ενώ αυτά που βρίσκονται περιμετρικά λειτουργούν ως αμυντικό τείχος. Κάθε οικισμός στο κέντρο του φέρει ψηλό, ορθογώνιο πύργο, ενώ στις γωνίες του τείχους υπάρχουν κυλινδρικοί πύργοι. Έγιναν κατά καιρούς στόχοι πολλών πειρατικών επιδρομών και υπέστησαν μεγάλες καταστροφές (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

Σύμφωνα με την παράδοση, ο σχίνος και το ξεχωριστό άρωμα της μαστίχας Χίου συνδέονται με τον Άγιο Ισίδωρο, ο οποίος υπέστη βασανιστήρια πάνω στο νησί της

Χίου το 255 μ.Χ.. Υπάρχουν δύο εκδοχές για τη σύνδεση Αγίου και μαστίχας: η μία υποστηρίζει ότι το αίμα και τα δάκρυα του Αγίου Ισίδωρου πότισαν και ευλόγησαν τον σχίνο και η άλλη ότι το μαστιχόδεντρο από συμπόνια για τα βασανιστήρια στα οποία υποβλήθηκε, δάκρυσε (Σαββίδης, 2000).

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

Η ιστορία της μαστίχας Χίου στον ελληνικό χώρο έχει διάρκεια μεγαλύτερη από 2500 χρόνια. Χρησιμοποιήθηκε ως παραδοσιακό φάρμακο από αρκετούς πληθυσμούς της Μεσογείου και οι πρώτες γραπτές αναφορές για τη χρήση της στη θεραπεία γαστρεντερικών διαταραχών, καθώς ως συστατικό καλλυντικών σκευασμάτων καταγράφονται σε αρχαία κείμενα του Διοσκουρίδη, του Γαληνού και του Θεόφραστου κατά τον 1^ο και 2^ο αιώνα μ.Χ. (Pachi et al., 2020).

Ο Ηρόδοτος, στο έργο του, Ηροδότου *Ίστορία* 2.86.6 (5^{ος} αι. π.Χ.), περιέγραψε αναλυτικά τα έθιμα ταφής των αρχαίων Αιγυπτίων καθώς και τη διαδικασία ταρίχευσης που ακολουθούσαν. Αναφέρεται, λοιπόν, ότι μετά την ολοκλήρωση της ταρίχευσης και μετά από εβδομήντα μέρες, το σώμα του νεκρού πλενόταν και τυλιγόταν με ταινίες λινού υφάσματος, οι οποίες στο κάτω μέρος ήταν αλειμμένες με κόμμι, την οποία οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν συχνά αντί για κόλλα. Η κόμμι αυτή συσχετίσθηκε με τη μαστίχα, ύστερα από την εμπειριστατωμένη μελέτη μίας μούμιας του 7^{ου} αι. π.Χ, όπου τα δεδομένα που συλλέχθηκαν έδειξαν ότι η μαστίχα ήταν βασικό συστατικό της ταρίχευσης (Pachi et al., 2020).

Στην αρχαία Ελλάδα, όταν ο καθαρισμός των δοντιών ήταν ακόμη μία άγνωστη συνήθεια, τα νεαρά κορίτσια συνήθιζαν να μασούν μαστίχα, ώστε να αποκτήσουν ευχάριστη αναπνοή. Πρόκειται για μία συνήθεια που παρέμεινε μέχρι και τους νεότερους χρόνους. Ακόμη και την περίοδο της Τουρκοκρατίας, η μαστίχα είχε μεγάλη ζήτηση μεταξύ των κυριών του χαρεμιού (Browicz, 1987).

Η πρώτη γραπτή αναφορά για τις θεραπευτικές ιδιότητες της μαστίχας εντοπίζεται τον 1^ο αιώνα π.Χ. στο έργο του Διοσκουρίδη με τίτλο *De Materia Medica* (*Περί Ύλης Ιατρικής*). Ο Διοσκουρίδης ο Πεδάνιος υπήρξε Έλληνας ιατρός και γνώστης των φαρμάκων και των φαρμακευτικών φυτών. Περιέγραψε, λοιπόν, τη μαστίχα ως φυτοθεραπευτικό παράγοντα και αναφέρθηκε αναλυτικά και με λεπτομέρειες στα φαρμακευτικά ή καλλυντικά παρασκευάσματα της εποχής που είχαν σαν συστατικό το υλικό αυτό και στην ιατρική εφαρμογή και χρήση τους. Πρότεινε τη

χρήση μαστίχας και το μαστιχέλαιου από ασθενείς που παρουσίαζαν γαστρεντερικές διαταραχές, καθώς και για την καθημερινή φροντίδα του δέρματος. Ανάφερε ότι η μαστίχα είναι ικανή να βοηθήσει στην υγιεινή και τον καθαρισμό της στοματικής κοιλότητας, ενώ βοηθάει παράλληλα στην αποτελεσματική αντιμετώπιση της δυσσοσμίας. Κατά τον 2^ο αιώνα μ.Χ. το παράδειγμα του Διοσκουρίδη ακολουθεί και ο Γαληνός από την Πέργαμο, ο οποίος αναφέρθηκε στην ανθρώπινη φυσιολογία και την ιατρική. Ανέφερε ότι η μαστίχα ενισχύει την αντιμετώπιση του στομαχικού πόνου και της δυσεντερίας και, επίσης, ότι μπορεί να λειτουργήσει ως αντίδοτο από τα τσιμπήματα ορισμένων ειδών φιδιών. Στο έργο του γίνεται για πρώτη φορά διάκριση ανάμεσα στη μαστίχα Χίου και στην ανώτερη ποιότητα που παρουσιάζει συγκριτικά με άλλες ρητίνες διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης (Pachi et al., 2021).

Η χρήση της μαστίχας στην παραδοσιακή ιατρική συνεχίστηκε και κατά την περίοδο της Ρωμαϊκής και Βυζαντινής αυτοκρατορίας. Οι Ρωμαίοι, επίσης, ανέμιξαν τη μαστίχα με κρασί δημιουργώντας ένα νέο αρωματικό ποτό. Κατά τα χρόνια του Βυζαντίου, το εμπόριο της μαστίχας αποδείχθηκε κερδοφόρο για τα αυτοκρατορικά ταμεία. Ήταν ένα προϊόν γνωστό και επιθυμητό, το οποίο στις ευρωπαϊκές χώρες το χρησιμοποιούσαν κυρίως για ιατρικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς και το μονοπώλιο του άνηκε στον αυτοκράτορα (Pachi et al., 2021).

Το 1346, η Χίος περνάει στην κυριαρχία των Γενουατών. Οι Γενοβέζοι συστηματοποίησαν και οργάνωσαν το εμπόριο της μαστίχας, θέτοντας αυστηρούς κανονισμούς στους μαστιχοκαλλιεργητές. Οι κανονισμοί αυτοί αφορούσαν όχι μόνο την καλλιέργεια, αλλά και την ποιότητα της πρώτης ύλης, τον περιορισμό του λαθρεμπορίου καθώς και τις οικονομικές συναλλαγές των παραγωγών με τους αγοραστές της μαστίχας.

Ακόμη και με την άνοδο της οθωμανικής αυτοκρατορίας, οι συναλλαγές των μαστιχοπαραγωγών με τις ευρωπαϊκές και ασιατικές χώρες συνεχίστηκε. Τα Μαστιχοχώρια την περίοδο αυτή διατήρησαν ένα είδος αυτοδιοίκησης, γεγονός που τα βοήθησε να ακμάσουν. Ωστόσο, σαν ένα είδος αντίτιμου, ο σουλτάνος επέβαλε την αποστολή της καλύτερης ποιοτικά μαστίχας στο παλάτι, για τις γυναίκες του χαρεμιού. Ένα χρόνο μετά την έναρξη της ελληνικής επανάστασης, το 1822, η Χίος καταστράφηκε από τους Οθωμανούς. Ζημιές υπέστησαν και τα μαστιχόδεντρα μετά την πυρπόληση της Ναυαρχίδας του οθωμανικού στόλου από τον Κανάρη. Η παραγωγή και το εμπόριο της μαστίχας πλήγησαν σοβαρά. Η κατάσταση ξεκίνησε να βελτιώνεται από το 1853 και ως το 1910 είχε φθάσει το μέγιστο. Στη συνέχεια, οι

πολεμικές αναταράξεις του πρώτου μισού του 20^{ου} αιώνα (βαλκανικοί πόλεμοι, Α΄ και Β΄ παγκόσμιος, εμφύλιος), οδήγησαν σε πτώση της ζήτησης της μαστίχας, η οποία πρόσφατα ανέκαμψε (Pachi et al., 2020).

Η επιστημονική κοινότητα επίσημα ασχολήθηκε με τις ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας Χίου κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1980 – 1990. Την περίοδο αυτή δημοσιεύθηκαν τα αποτελέσματα των πρώτων μελετών που έκαναν αναφορά στην ευεργετική επίδραση της μαστίχας στην αντιμετώπιση παθήσεων του στομάχου και του εντέρου και κυρίως στις φλεγμονές που δημιουργούνται από το βακτήριο *Helicobacter pylori*. Από τότε μέχρι σήμερα, έχει αποδειχθεί ότι η μαστίχα Χίου έχει ένα ευρύ φάσμα φαρμακολογικής δράσης, το οποίο έχει αποδοθεί στην ύπαρξη περισσότερων από 120 ενώσεις και στα παραγόμενα εκχυλίσματα και αιθέρια έλαιά της (Pachi et al., 2020).

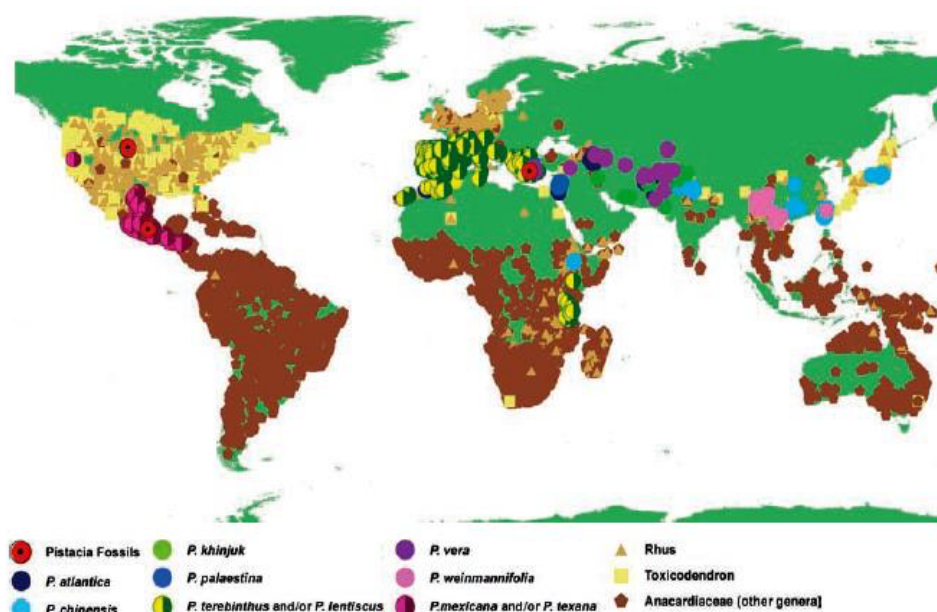
Η μαστίχα και το μαστιχέλαιο αναγνωρίστηκαν το 1997 από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως προϊόντα Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) και το 2014 η τεχνογνωσία της καλλιέργειας της μαστίχας στη Χίο ενσωματώθηκε στον κατάλογο εκπροσώπων της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Ανθρωπότητας της UNESCO (Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity). Το 2015 ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Φαρμάκων (European Medicines Agency – EMA) αναγνώρισε τη μαστίχα Χίου (resina, mastix, mastic tree resin) ως παραδοσιακό φυτικό φαρμακευτικό προϊόν (Herbal Medicinal Products – HMPC) με δύο ενδείξεις: για τη θεραπεία ήπιων δυσπεπτικών διαταραχών και για τη θεραπεία φλεγμονών του δέρματος, αλλά και την επούλωση μικροτραυμάτων (EMA, 2016).

Από το πρώτο τέταρτο του δέκατου ένατου αιώνα έχει ξεκινήσει μία συζήτηση σχετικά με την επιστημονική ονομασία του μαστιχόδεντρου. Το 1825, ο Ελβετός βοτανολόγος De Candolle (1778-1841), κάνει αναφορά στην *Pistacia Lentiscus L. var Chia*. Το 1943, ο Αυστραλός βοτανολόγος Rechinger (1906-1998) πρότεινε την ονομασία *Pistacia chia Desf*, ενώ αναφέρθηκε και σε μία ποικιλία σχίνου που εντόπισε να καλλιεργείται στην Κρήτη και την Κύπρο, την *Pistacia lentiscus L. var. Latifolis Coss*. Το 1985, ο Browicz υποστήριξε την άποψη ότι κατάλληλο όνομα για την ποικιλία που καλλιεργείται στη νότια Χίο και παράγει τη μαστίχα είναι: *Pistacia lentiscus cv. Chia*. Η ονομασία αυτή έγινε αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα, και από το 2000 άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως. Ωστόσο το 2015, η βιομηχανία φαρμάκων της Ευρώπης, πρότεινε το μαστιχόδεντρο να ονομάζεται *Pistacia lentiscus L*, μία ονομασία που φαίνεται να επικρατεί όλο και περισσότερο (Pachi et al., 2020).

1.3 ΜΑΣΤΙΧΟΔΕΝΤΡΟ

1.3.1 Είδη και περιοχές καλλιέργειας

Το μαστιχόδεντρο, *Pistacia lentiscus* var. *chia*, ανήκει στην οικογένεια Anacardiaceae, στο γένος *Pistacia* και στο είδος *Pistacia lentiscus*. Στο γένος *Pistacia* ανήκουν έντακα είδη : *P. vera*, *P. khinjuk*, *P. terebinthus*, *P. palaestina*, *P. atlantica*, *P. chinensis*, *P. lentiscus*, *P. weinmannifolia*, *P. mexicana*, *P. texana* και *P. aethiopic*. Πρόκειται για δίοικα (υπάρχουν αρσενικά και θηλυκά φυτά), αειθαλή ή φυλλοβόλα και ρητινοφόρα δέντρα ή θάμνοι, οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως ξηρόφυτα είδη, δηλαδή ως είδη που αντέχουν σε συνθήκες έλλειψης νερού και αναπτύσσονται σε ημίξηρες ή ξηρές περιοχές (Kostas et al., 2021). Τα φυτά που ανήκουν στο γένος *Pistacia* καλλιεργούνται σε μία στενή γεωγραφική ζώνη μεταξύ των παραλλήλων της γης: 10° Βορρά και 45° Βορρά (εικόνα 2) (Kozhoridze et al., 2015).



Εικόνα 2: Εξάπλωση είδους *Pistacia* σε παγκόσμιο επίπεδο

Πηγή: Kozhoridze et al., 2015

Το *Pistacia lentiscus* L καλλιεργείται κυρίως σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στις μεσογειακές ακτές, είναι αειθαλής θάμνος που το ύψος του μπορεί να φθάσει τα 2-3 μέτρα ή σε ορισμένες περιπτώσεις τα 3-4 μέτρα (Kostas et al., 2021).

Στο νησί της Χίου καλλιεργείται η ποικιλία Chia του *Pistacia lentiscus*, η οποία είναι το γνωστό μαστιχόδεντρο. Διαφέρει από τα άγρια είδη καθώς εξαιτίας της ανάπτυξής της λαμβάνει τη μορφή δέντρου (Kostas et al., 2021).

Με βάση το σχήμα του στελέχους, το σχήμα και το χρώμα των φύλλων, την σκληρότητα του φλοιού και την ποιότητα της παραγόμενης μαστίχας, έχουν περιγραφεί πέντε κλώνοι *Pistacia lentiscus*, οι οποίοι ανήκουν στην ποικιλία «Chia»: *Μαυρόσκοινος* ή *Λαγκαδιώτης*, *Βοτόμος*, *Βιγλιώτης* ή *Μαρουλόσκοινος* ή *Μαρουλιώτης* ή *Καλλιμασιώτης*, *Κρεμεντινός*, *Λιβανός* (Browicz, 1987 - Σαββίδης, 2000) :



Εικόνα 3: Οι κυριότεροι κλώνοι της ποικιλίας Chia του *Pistacia lentiscus*, οι οποίες καλλιεργούνται στη Χίο και παρούσγουν μαστίχα.

Πηγή: Browicz, 1987 - Σαββίδης, 2000

1.3.2 Καλλιέργεια

Η καλλιεργούμενη έκταση με μαστιχόδεντρα, *Pistacia lentiscus var. Chia*, είναι περίπου $2,5 \cdot 10^4$ στρέμματα (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου). Τα μαστιχόδεντρα καλλιεργούνται στην Χίο σε κοιλάδες, κατά μήκος δρόμων ή κοντά σε χωριά. Οι φυτείες συχνά αποτελούνται από μόλις μερικές δεκάδες άτομα, φυτεμένα σε σειρές ή σε

βαθμίδες, αν η περιοχή καλλιέργειας είναι ορεινή με κλίση (εικόνα 2). Σε λοφώδεις περιοχές με ελαφρά κλίση η καλλιέργεια επεκτείνεται από τη βάση ως την κορυφή, όπως στους οικισμούς Πυργί ή στους Αγίους Πάντες (Browicz, 1987).



Εικόνα 4: Καλλιέργεια μαστιχόδεντρων

Πηγή: <https://agrotikoskosmos.gr/μαστίχα-και-μαστιχόδεντρο/>

Τα δέντρα της ίδιας σειράς φυτεύονται σε απόσταση περίπου 2m - 3m το ένα με το άλλο. Το φύλλωμα του ενός δέντρου εφάπτεται με το διπλανό του και διαμορφώνεται έτσι ώστε ο κορμός να διατηρεί την προσβασιμότητά του. Οι αποστάσεις μεταξύ των σειρών είναι αρκετά μεγάλες ώστε να εξασφαλίζεται η απομόνωση των κορμών. Ενδεχομένως, το άμεσο ηλιακό φως στους κορμούς και η θέρμανσή τους να παίζει κάποιο ρόλο στην αφθονία της ροής της μαστίχας (Browicz, 1987 – Σαββίδης, 2000 – Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

Ο κύκλος ζωής των μαστιχόδεντρων κυμαίνεται κατά μέσο όρο στα 100 χρόνια. Η ηλικία των δέντρων μία φυτείας είναι μεταβλητή, δηλαδή μέσα στην ίδια φυτεία μπορούν να συνυπάρχουν νεαρά, ώριμα και γερασμένα δέντρα. Τα παλαιότερα δέντρα μίας φυτείας μπορούν να φθάσουν σε ύψος τα 4-5 μέτρα ενώ στη βάση τους ο κορμός μπορεί να φθάσει ακόμη έως και 1,5 μέτρα σε περίμετρο. Στα κλαδιά των γερασμένων, ετοιμοθάνατων δέντρων αναπτύσσεται συνήθως μία πορτοκαλοκίτρινη

λειχήνα, η *Xanthoria parietina* (L.) (εικόνα 3), η οποία καλύπτει τον κορμό και συνδέεται ειδικά στη Χίο με μαστιχόδεντρα, καθώς δεν εμφανίζεται σε άλλα είδη δέντρων ή θάμνων που αναπτύσσονται στην περιοχή (Browicz, 1987).



Εικόνα 5: *Xanthoria parietina* (L.)

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Tremella-caloplacae-a-lichenicolous-basidiomycete-parasitizing-the-apothecia-of_fig1_260284577

Πολλαπλασιασμός: Το μαστιχόδεντρο πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα (τμήματα βλαστών) που έχουν οφθαλμούς. Τον σημαντικότερο ρόλο στον πολλαπλασιασμό των σχίνων έχει ο καλλιεργητής, ο οποίος ιδανικά πρέπει από την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο να έχει εντοπίσει τα ζωηρότερα και παραγωγικότερα φυτά, με τη βέλτιστη απόδοση σε ποσότητα και ποιότητα μαστίχας. Τα μοσχεύματα που κόβονται έχουν μεγάλο μήκος και φυτεύονται στο χωράφι τον Φεβρουάριο ή τον Μάρτιο. Το βάθος φύτευσης είναι περίπου στα 40 -50 cm και το μόσχευμα δεν τοποθετείται κάθετα ως προς την επιφάνεια του εδάφους, αλλά έχει κλίση (Σαββίδης, 2000).

Κλάδεμα: Η διαδικασία του κλαδέματος για τα νέα φυτά ξεκινάει περίπου τρία χρόνια μετά τη φύτευσή τους. Συνηθίζεται το δέντρο να καθαρίζεται από τα ξερά κλαδιά και να κλαδεύεται κάθε χρόνο. Η διαμόρφωση του σχήματος του σχίνου πραγματοποιείται κάθε πέντε με έξι χρόνια με στόχο το δέντρο να αερίζεται και να διευκολύνεται η πρόσβαση του καλλιεργητή στον κορμό (Σαββίδης, 2000; Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου). Ο σχηματισμός των θολωτών φυλλωμάτων ξεκινάει όταν το δέντρο είναι ακόμη σε νεαρή ηλικία. Αρχικά επιλέγονται να αφεθούν να αναπτυχθούν τα κύρια κλαδιά, συνήθως 2-4 στον αριθμό, τα οποία μπορούν να εκφύονται ακόμη και από τη βάση του κορμού. Σε κάθε κύριο κλαδί αφήνονται μικρότερα κλαδιά, τα οποία καθώς αναπτύσσονται δημιουργούν πυκνό φύλλωμα και το επιθυμητό σχήμα του δέντρου. Ο κοντός κορμός και τα κύρια κλαδιά σε ορισμένες

περιπτώσεις περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους ώστε η επιφάνειά τους να είναι ακανόνιστη και να σχηματίζει φυσικά αυλάκια (εικόνα 4) (Browicz, 1987).



Εικόνα 6: Σχίνοι όπου διακρίνεται η περιστροφή του κορμού και τα φυσικά αυλάκια που δημιουργούνται

Πηγή: <https://www.chiospen.gr/aftos-einai-o-logos-pou-i-masticha-paragetai-mono-sti-chio-to-fysiko-kai-mystiriodes-orio-tou-nisiou/>

Λίπανση και άρδευση: Η *Pistacia lentiscus var. Chia* είναι ένα φυτό με σχετικά μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά. Καλλιεργείται σε πετρώδη, άγονα και φτωχά εδάφη. Ωστόσο, οι καλλιεργητές συνηθίζουν να εμπλουτίζουν το έδαφος κυρίως με αζωτούχα λιπάσματα κάθε χρόνο, τους μήνες Ιανουάριο ή Φεβρουάριο. Μία εναλλακτική τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η «χλωρή λίπανση», δηλαδή συνκαλλιέργεια συνήθως με ψυχανθή, τα οποία στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης ενσωματώνονται στο έδαφος. Πρόκειται για μία διαδικασία που αποσκοπεί στη βελτίωση της δομής του εδάφους, αλλά και στον εμπλουτισμό του με οργανική ύλη και θρεπτικά υλικά (Σαββίδης, 2000).

Ο σχίνος δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό και το πλήρως αναπτυγμένο φυτό αντέχει ακόμη και σε συνθήκες έντονης ξηρασίας. Ωστόσο, τα πολύ νεαρά φυτά ευνοούνται από δύο ως τέσσερα ποτίσματα ετησίως κατά τα 2-3 πρώτα χρόνια μετά τη φύτευσή τους (Σαββίδης, 2000; Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

1.3.4 Ιδιαιτερότητα καλλιέργειας μαστιχόδεντρου

Η συστηματική καλλιέργεια των μαστιχόδεντρων είναι ένα αποκλειστικό προνόμιο της Χίου. Αν και το γένο έχει γίνει ένας σημαντικός αριθμός προσπαθειών να αναπτυχθεί η *Pistacia lentiscus* var. *Chia* και σε άλλες περιοχές, εκτός του νησιού, καμία δεν ήταν επιτυχής. Έγιναν επαναλαμβανόμενες αποτυχημένες προσπάθειες να μεταφερθεί η καλλιέργεια του φυτού και στην Αττική ή σε άλλα νησιά του Αιγαίου, όπως η Ρόδος και η Λέσβος ή ακόμη και στα γειτονικά παράλια της Τουρκίας, τα οποία απέχουν μόλις 17 χιλιόμετρα από το νησί. Ακόμη και η προσπάθεια να επεκταθεί η καλλιέργεια του μαστιχόδεντρου στο βόρειο τμήμα της Χίου, ήταν αποτυχημένη. Ακόμη και αν το φυτό αναπτύχθηκε ως ένα βαθμό, η παραγόμενη ρητίνη δεν είχε την απαιτούμενη ποιότητα, τις φυσικοχημικές ιδιότητες και τον οργανοληπτικό χαρακτήρα ώστε να γίνει αποδεκτή από τους καταναλωτές (Σαββίδης, 2000; Pachi et al., 2021).

Σύμφωνα με την Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου, τρεις είναι οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλουν στην αποκλειστική παραγωγή μαστίχας σε μία περιορισμένη έκταση, όπως είναι η Νότια Χίος, (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου):

1. Το ιδιαίτερο μικροκλίμα της Νότιας Χίου. Η οροσειρά Περίαιτο διαχωρίζει το βόρειο από το νότιο τμήμα του νησιού και αποτελεί ένα φυσικό εμπόδιο για τους βόρειους ανέμους. Ταυτόχρονα, τα ψηλά βουνά συγκρατούν την υγρασία επηρεάζοντας τις κλιματικές συνθήκες του νότιου τμήματος του νησιού. Στα Μαστιχοχώρια οι χειμώνες είναι ήπιοι, ενώ τα καλοκαίρια ξηρά. Η απουσία βροχών τους θερινούς μήνες επιτρέπει το στέγνωμα και τη συλλογή της μαστίχας υπό τις βέλτιστες συνθήκες.
2. Ο ευγονισμός. Πρόκειται για μία εμπειρική καλλιεργητική τεχνική που έχει ξεκινήσει από τα αρχαία χρόνια και μεταφέρεται από γενιά σε γενιά. Ο καλλιεργητής μαθαίνει να παρατηρεί τα δέντρα και να εντοπίζει εκείνα που έχουν τη μέγιστη απόδοση και παράγουν τη βέλτιστη ποιότητα μαστίχας. Όταν, λοιπόν, έρχεται η στιγμή να φυτεύσει νέα δέντρα, τότε επιλέγει να χρησιμοποιήσει μοσχεύματα από τους σχίνους εκείνους που έχει εντοπίσει. Τα μοσχεύματα αυτά διατηρούν τα χαρακτηριστικά του μητρικού φυτού από το οποίο προήλθαν. Έτσι, με την πάροδο των αιώνων, οι φυτείες μαστιχόδεντρων αποτελούνται από δέντρα υπερπαραγωγικά τα οποία παράγουν ανώτερης ποιότητας μαστίχα.

3. Ορθή διαχείριση της καλλιέργειας του μαστιχόδεντρου, της παραγωγής και του διάθεσης στην αγορά της μαστίχας και των προϊόντων της.

1.4 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

Τα μαστιχόδεντρα (*Pistacia lentiscus var. Chia*) παράγουν μία ρητίνη η οποία είναι γνωστή ως μαστίχα (Chios Mastic Gum -CMG). Πρόκειται για ένα ξηρό ρητινώδη μεταβολίτη που παράγεται μετά τον τραυματισμό ή «κέντημα» του δέντρου στο νότιο τμήμα του νησιού, εκεί όπου το περιβάλλον είναι ξηρό και ζεστό (Kostas et al., 2021). Οι μορφές στις οποίες μπορεί κανείς να την συναντήσει στην αγορά είναι (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου):

1. Ρητίνη ή τσίχλα μαστίχας (εικόνα 6). Στο εμπόριο διατίθεται σε συσκευασίες 500 g, 100 g, 50 g, 20 g και 10 g. Διακρίνεται ανάλογα το μέγεθος των κόκκων σε μαστίχα χονδρή, μεσαία και ψιλή.



Εικόνα 7: Κρύσταλλοι μαστίχας

Πηγή: <https://nutbar.gr/masticha/>

2. Μαστιχέλαιο. Παράγεται συνήθως με απόσταξη με νερό από την ρητίνη (Chios Mastic Oil – CMO). Πρόκειται για το αιθέριο έλαιο της μαστίχας και είναι ιδιαίτερα αρωματικό.
3. Σκόνη μαστίχας. Συνήθως περιέχει και μικρή ποσότητα μαλτοδεξτρινών, οι οποίες βελτιστοποιούν την κονιοποίηση

4. Άρωμα μαστιχέλαιου. Είναι μαστιχέλαιο που ουσιαστικά έχει αραιωθεί με τη βοήθεια ενός ελαιώδη διαλύτη και επιτρέπει την καλύτερη διασπορά, είναι πιο εύχρηστο και οικονομικό
5. Μαστιχόνερο. Υδατικό διάλυμα που παράγεται κατά την απόσταξη της μαστίχας. Χρησιμοποιείται κυρίως για βιομηχανική χρήση.

Η μαστίχα και τα προϊόντα της χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων, κυρίως στον κλάδο της ζαχαροπλαστικής, της μαγειρικής, της ποτοποιίας, αλλά και στη συντήρηση των τροφίμων. Το άρωμα της μαστίχας είναι διακριτικό και χαρακτηριστικό και έτσι έχει χρησιμοποιηθεί για τον αρωματισμό ποτών, πασχαλινών γλυκών, όπως είναι τα τσουρέκια, μπισκότων, ψωμιών, επιδόρπιων, παγωτών, όπως το καϊμάκι αλλά και παραδοσιακών γλυκών. Η μαστίχα επίσης έχει χρησιμοποιηθεί στη μαγειρική ως καρύκευμα, ενώ στο Λίβανο και τη Συρία παρασκευάζεται ένα είδος παραδοσιακού τυριού με γεύση μαστίχας. Τυρί με γεύση μαστίχα («μαστιχοτύρι») έχει εμφανιστεί και στην ελληνική αγορά. Επίσης, η μαστίχα και τα προϊόντα της βρίσκουν εφαρμογή στην παραγωγή καλλυντικών και προϊόντων ομορφιάς, αλλά και στη φαρμακευτική βιομηχανία (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου, 2020).

1.5 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΩΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΓΟΡΑΣ

Η μαστίχα είναι μία υγρή, αρωματική και ρητινοειδής ουσία η οποία εκκρίνεται από τομές που κάνουν οι παραγωγοί στον κορμό του μαστιχόδεντρου με συγκεκριμένη τεχνική. Σε συνήθεις θερμοκρασίας και υγρασίας, στην αρχή η ουσία που εκκρίνεται από την πληγή, είναι ένα παχύρευστο, κολλώδες και διαυγές ρευστό. Μετά από διάστημα μερικών ημερών (15 ως 25 ημέρες), στερεοποιείται και χάνει την κολλώδη υφή της (Σαββίδης, 2000).

Αρχικά, η μαστίχα που συλλέγεται είναι ημιδιαφανής και το χρώμα της είναι λευκό ή υποκίτρινο ή μπορεί να φέρει ένα ασθενή πράσινο χρωματισμό που αποδίδεται στην παρουσία χλωροφύλλης. Σταδιακά, τους επόμενους 12-18 μήνες, η μαστίχα αποκτά μία χροιά πιο κίτρινη και χάνει τη διαφάνειά της. Η αλλαγή του χρώματος και της διαφάνειας της ρητίνης θεωρείται ότι μπορεί να είναι αποτέλεσμα της οξειδωσης ορισμένων συστατικών που περιέχει. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, ιδιαίτερα η θερμοκρασία, ο χρόνος έκθεσης το μέγεθος των σταγονιδίων της ρητίνης καθορίζουν τη σκληρότητά της. Αν η ροή της ρητίνης είναι έντονη και συνεχής, τα «δάκρυα» της

μαστίχας θα είναι μεγάλου μεγέθους και μαλακά, ενώ μία μη συνεχής ροή οδηγεί στον σχηματισμό μικρότερου μεγέθους «δακρύων» και αυξημένης σκληρότητας. (Σαββίδης, 2000 – Soulaïdopoulos et al., 2022).

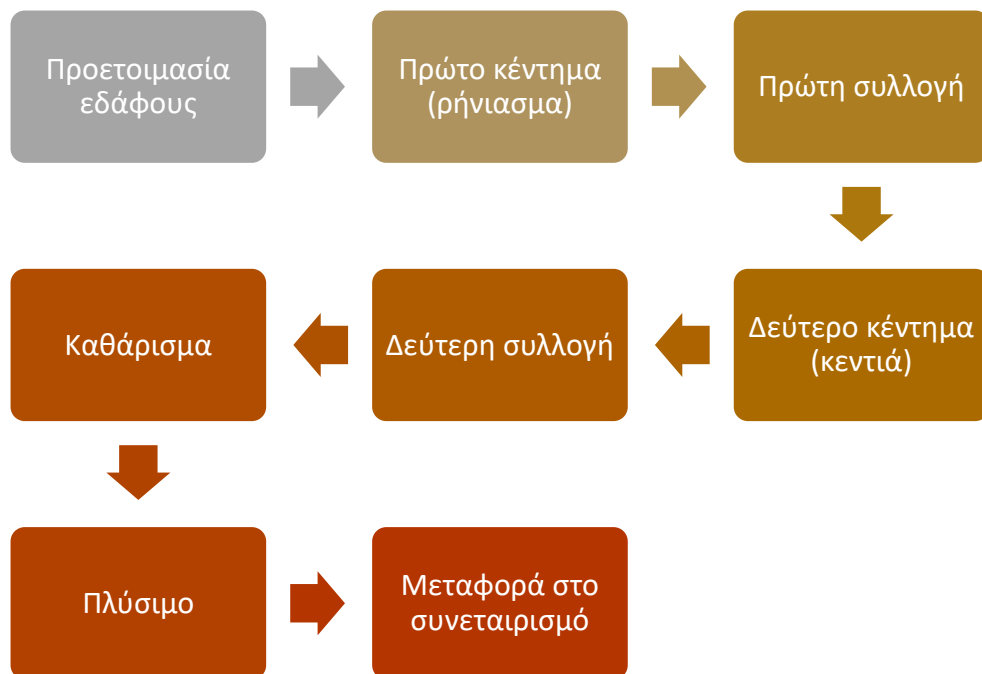
Η παραγωγή της μαστίχας Χίου αγγίζει τους 250 τόνους ετησίως. Παραδοσιακά η καλλιέργεια του σχίνου και η συλλογή της μαστίχας ήταν οικογενειακή ασχολία (Χynos et al., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η συλλογής της μαστίχας είναι μία παραδοσιακή, επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία. Στην εικόνα, αναφέρονται επιγραμματικά τα κυριότερα στάδια αυτής της διαδικασίας.



Εικόνα 8: Στάδια συλλογής μαστίχας

Το πρώτο στάδιο είναι η προετοιμασία του εδάφους περιμετρικά από το μαστιχόδεντρο. Το έδαφος καθαρίζεται και απλώνεται λεπτή σκόνη ανθρακικού ασβεστίου, πάνω στην οποία θα πέσει η μαστίχα. Στο δεύτερο στάδιο, δημιουργούνται τομές στον κορμό και τα κλαδιά του μαστιχόδεντρου, με ειδικά εργαλεία που λέγονται «κεντητήρια» ώστε να ξεκινήσει η εκροή της μαστίχας. Η μαστίχα, αφού στερεοποιηθεί, συλλέγεται και η διαδικασία επαναλαμβάνεται, δηλαδή δημιουργούνται νέες τομές – στεροποίηση – νέα συλλογή. Στη συνέχεια, η μαστίχα καθαρίζεται,

πλένεται, στεγνώνει και οδηγείται στον συνεταιρισμό, όπου από εκεί διατίθεται στην αγορά (Pachi et al., 2020).

Για να ξεκινήσει η εκροή της μαστίχας δημιουργούνται τομές στον κορμό και τα κλαδιά του μαστιχόδεντρου, με ειδικά εργαλεία που λέγονται «κεντητήρια». (Pachi et al., 2020).

2.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ

2.2.1 Προετοιμασία εδάφους

Πριν ξεκινήσει η διαδικασία συλλογής της μαστίχας, το έδαφος γύρω από το μαστιχόδεντρο θα πρέπει να προετοιμαστεί κατάλληλα. Πρώτα από όλα, περιμετρικά του κορμού του σχίνου οριοθετείται μία περιοχή η οποία θα λειτουργήσει σαν «τραπέζι» για την ρητίνη που θα βγει από τις τομές και θα πέσει στο έδαφος. Στα τέλη Ιουνίου με αρχές Ιουλίου, από την επιλεγμένη κυκλική περιοχή απομακρύνονται τα αγριόχορτα ή τα ζιζάνια με τη βοήθεια φτυαριού, μυστριού ή ενός ειδικού σιδερένιου εργαλείου που καλείται «άμια». Η «άμια» ετυμολογικά προέρχεται από το ομοηρικό ρήμα «άμάω / άμῶ» που σημαίνει «θερίζω, κόπτω, συλλέγω». Πρόκειται για ένα άχαρο και κοπιαστικό στάδιο, το οποίο όμως είναι απαραίτητο για τη συλλογή ποιοτικά ανώτερης μαστίχας (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

Το έδαφος που έχει καθαριστεί, στη συνέχεια, πρέπει να σκουπιστεί («φροκάλημα») είτε με τη βοήθεια μίας σκούπας κοινής χρήσεως είτε με μία αυτοσχέδια σκούπα που κατασκευάζεται από τα κλαδιά του μαστιχόδεντρου, από θυμάρι και αγριόσπαρτο, από αστυφίδα (*Poterium spinosum*) ή από εχινόποδια (*Genista acanthoclada*) (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

Η προετοιμασία του εδάφους ολοκληρώνεται με την ισοπέδωση ή χωμάτισμα. Στην επιλεγμένη περιοχή ρίχνεται ασπρόχωμα, το οποίο έχει κοσκινιστεί καλά και στο οποίο ασκείται πίεση ώστε καταφέρει ο παραγωγός να καλύψει πλήρως το έδαφος και να διαμορφωθεί μία λεία επιφάνεια, έτοιμη να δεχθεί τα δάκρυα της μαστίχας (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).



Εικόνα 9: Ισοπέδωση ή χωμάτισμα εδάφους γύρω από μαστιχόδεντρο. Κάλυψη με ασπρόχωμα.

Πηγή: <https://www.athinorama.gr/travel/travelideas/articles.aspx?artid=2514784>

Το ασπρόχωμα επιτρέπει στις σταγόνες της μαστίχας που πέφτουν πάνω του να αποκτούν να αποκτούν διαύγεια και λάμψη, ενώ, ταυτόχρονα διευκολύνουν τη στερεοποίησή τους. Το κύριο συστατικό του ασπροχώματος είναι το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), το οποίο είναι αδρανές υλικό και έτσι αφήνει τη ρητίνη αναλλοίωτη, χωρίς να επηρεάζει τις φυσικοχημικές της ιδιότητες ή την καθαρότητά της. Σε περίπτωση που η ρητίνη δεν πέσει πάνω σε ασπρόχωμα, έχει παρατηρηθεί ότι αποκτάει σκούρο χρώμα («μαυρομάστιχο») και χάνεται μέρος ή ακόμη και όλη η εμπορική της αξία, καθώς δεν είναι πια αποδεκτή από τον καταναλωτή. Η μαστίχα αυτή αποκαλείται «μαυρομάστιχο» (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

2.2.2 Πρώτο κέντημα (ρήνιασμα)

Το κέντημα του μαστιχόδεντρου ξεκινάει στις 15 Ιουλίου.

Η μαστίχα είναι το αποτέλεσμα του τραυματισμού του φλοιού του βλαστού με ειδικά εργαλεία με κυρίαρχο το «κεντητήρι», ένα μικρό, αιχμηρό και αυλακωτό στην άκρη του εργαλείο. Οι τομές, «κεντήματα», επαναλαμβάνονται μερικές φορές από τις αρχές Ιουλίου μέχρι το τέλος του Αυγούστου. Οι τομές είναι κάθετες ή επιμήκεις και εισχωρούν σε βάθος 4-5 mm. Μεγαλύτερο βάθος δεν είναι απαραίτητο καθώς η ρητίνη εκρέει από τον φλοιό του δέντρου και όχι από τον κορμό. Το μήκος των τομών συνήθως κυμαίνεται από 10 ως 15 mm. Ο αριθμός των τομών είναι ανάλογος με το

μέγεθος και την ηλικία του δένδρου. Αρχίζει από 10-20 και φθάνει τις 100 κεντιές σε όλη τη διάρκεια του κεντήματος. Το κέντημα γίνεται δυο φορές την εβδομάδα και διαρκεί 5-6 εβδομάδες. Οι κάθετες τομές προτιμώνται γιατί επουλώνονται ευκολότερα. Το κέντημα γίνεται τις πρωινές ώρες. Η στερεοποίηση της μαστίχας (πήξιμο) διαρκεί από 10-15 ή ακόμα και μέχρι 20 ημέρες. Ο αέρας και η χαμηλή θερμοκρασία επιταχύνουν το πήξιμο.



Εικόνα: Κεντητήρια από το Μουσείο μαστίχας της Χίου



Εικόνα : Τομές στον κορμό της μαστίχας

Πηγή: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Καλλιέργεια_μαστιχοδενδρου

2.2.3 Πρώτη συλλογή

Η πρώτη συλλογή ξεκινάει μετά τα μέσα Αυγούστου και αφού πρώτα έχουν προηγηθεί 6-10 κεντήματα. Αφού στερεοποιηθεί η μαστίχα, οι παραγωγοί με τη βοήθεια ενός ειδικού εργαλείου που λέγεται «τιμητήρι» ή «καμωτήρι», κάνουν το πρώτο μάζεμα. Αρχικά, συλλέγεται η χοντρή μαστίχα που έπεσε στο κατάλληλα διαμορφωμένο έδαφος που έχει καλυφθεί με ασπρόχωμα, δηλαδή στο «τραπέζι». Στη συνέχεια, με το ίδιο εργαλείο συλλέγεται όση ρητίνη έχει στερεοποιηθεί και βρίσκεται ακόμη πάνω στον κορμό του δέντρου (δάκρυα), καθώς και αυτή που βρίσκεται πάνω στα κλαριά (φλισκάρια). Αρχικά, τοποθετείται σε ένα ρηχό πανέρι («καυκί») και από εκεί μεταφέρεται σε ένα μεγαλύτερο («μαλαθούνι»). Όση ποσότητα μαστίχας μείνει στο έδαφος συλλέγεται με σκούπες ή με το χέρι. Η μεταφορά από το χωράφι γίνεται με ειδικά μικρά κοφίνια τα «καλαθούνια ή χανικοκάλαθα». Η μαστίχα αποθηκεύεται σε ξύλινα κιβώτια σε δροσερούς χώρους μέχρι τη στιγμή που θα καθαριστεί και θα πλυθεί.

2.2.4 Δεύτερο κέντημα (κεντιά)

Μόλις γίνει η πρώτη συλλογή, ακολουθεί και το δεύτερο κέντημα, διάρκειας 5-6 βδομάδων. Πρόκειται για μία επανάληψη των ίδιων εργασιών μέχρι να πραγματοποιηθεί η τελική συλλογή το φθινόπωρο. Κάθε σχίνος μπορεί να κεντηθεί συνολικά το έτος 10 -12 φορές.

Και στη φάση αυτή επαναλαμβάνονται οι ίδιες εργασίες μέχρι την τελευταία συλλογή του φθινοπώρου. Κάθε δένδρο πρέπει να κεντηθεί 10-12 φορές.

2.2.5 Δεύτερο μάζεμα

Το δεύτερο ή τελικό μάζεμα πραγματοποιείται μετά τα μέσα Σεπτεμβρίου. Σε αυτή τη φάση, συλλέγονται όλα τα δάκρυα, είτε βρίσκονται στον κορμό είτε στο έδαφος. Σύμφωνα με το νόμο 4381/1929 η περίοδος της συλλογής μαστίχας διαρκεί τρεις μήνες, από τις 15 Ιουλίου ως τις 15 Οκτωβρίου κάθε έτους. Οι μήνες αυτοί, Ιούλιος – Οκτώβριος έχουν επιλεγεί για τη συλλογή μαστίχας, καθώς επικρατούν στο νησί οι πλέον κατάλληλες συνθήκες για το «πήξιμο» της ρητίνης, δηλαδή αυξημένες θερμοκρασίες και ελάχιστες βροχές. Παράταση του χρόνου συλλογής για 15 ημέρες μπορεί να δοθεί μόνο με απόφαση του νομάρχη.

Η ετήσια παραγωγή μαστίχας ανά δέντρο δεν είναι σταθερή, αλλά ποικίλει σημαντικά ακόμη και μεταξύ δέντρων του ίδιου κλώνου. Εξαρτάται από την ηλικία του δέντρου, την ευρωστία του, τις κλιματικές συνθήκες και εδαφολογικές συνθήκες. Κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 60 – 250 γραμμάρια ανά δέντρο. Τα νεαρά φυτά έχουν μία χαμηλή αρχική απόδοση που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 7–13 γραμμάρια. Καθώς το φυτό αναπτύσσεται, η ετήσια απόδοση ρητίνης αυξάνει φθάνοντας τα 130–250 γραμμάρια περίπου, ενώ σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να φθάσει τα 650 γραμμάρια (Soulaidopoulos et al., 2022).

Η μέγιστη απόδοση του μαστιχόδεντρου σημειώνεται όταν το φυτό φθάσει τα 12-15 έτη. Όταν το φυτό είναι ακόμη νεαρό, τα κεντήματα πρέπει να γίνονται προσεκτικά και να μην είναι πολύ εκτεταμένα. Αν ο σχίνος υποστεί εξάντληση σε νεαρή ηλικία, τότε αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την πρόωρη γήρανση του. Μία μικρή ποσότητα ρητίνης εκκρίνεται και από τυχόν μικροτραυματισμούς που προκαλούν ορισμένα έντομα.

2.2.6 Εναλλακτικές μέθοδοι συλλογής

Η παραδοσιακή διαδικασία της παραγωγής και συλλογής της μαστίχας είναι απλή και οι περισσότεροι μαστιχοπαραγωγοί, ακόμη και σήμερα, την ακολουθούν πιστά. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν και ορισμένες εναλλακτικές τεχνικές για τη συλλογή της μαστίχας, με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν το κόστος και τις απώλειες και να βελτιστοποιήσουν την παραγωγή (Triantafyllou et al., 2007). Ωστόσο τα αποτελέσματα δεν έδωσαν εξίσου ποιοτικό αποτέλεσμα. Η μαστίχα συλλέγεται σαν μία υγρή πάστα πλούσια σε αιθέρια έλαια (Pachi et al., 2020)

Ορισμένες από τις εναλλακτικές τεχνικές που έχουν εφαρμοστεί είναι:

1. Συλλογή υγρής ρητίνης. Πρόκειται για μία μέθοδο συλλογής όπου χρησιμοποιείται ένας διεγερτικός παράγοντας, η ιστοερεθιστική ουσία Ethrepon (Ethrel) σε μορφή πάστας, για να αυξήσει την παραγωγή ρητίνης. Εφαρμόζεται σε 2 τομές περίπου ημικυκλικές, δύο φορές κατά τη θερινή περίοδο. Ακόμα το Ethrepon εφαρμόζεται μερικές φορές πάνω στις γνωστές κεντιές. Η συλλεγόμενη ρητίνη έχει μεγαλύτερο ποσοστό μαστιχελαίου το οποίο παραλαμβάνεται με μικρότερο κόστος κατά την απόσταξη. Η μαστίχα που παράγεται είναι σε ρευστή μορφή και έχει χαρακτηριστική οσμή (Assimoroulou & Papageorgiou, 2005)
2. Χρήση πάστας θειικού οξέος – καολίνης. Αντί για κέντημα, εφαρμόζεται πάστα θειικού οξέος-καολίνης σε αναλογία 3:2, πάνω στον φλοιό του μαστιχόδενδρου. Η μέθοδος αυτή οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή ρητίνης και απαιτεί λιγότερο εργατικό δυναμικό. Ωστόσο, το κύριο μειονέκτημά της, που ουσιαστικά την κάνει ακατάλληλη για εφαρμογή, είναι ότι το τραύμα που δημιουργείται στο δέντρο δεν επουλώνεται. Κατά συνέπεια, το μαστιχόδεντρο μαραίνεται.
3. Χρήση πλαστικών φύλλων. Η χρήση φύλλων πλαστικού ή παρόμοιων υλικών για τη συλλογή της μαστίχας, ξεκίνησε με τη λογική ότι αν η μαστίχα δεν έπεφτε απευθείας στο έδαφος, αλλά σε μία καθαρή και λεία επιφάνεια, το καθάρισμα και το πλύσιμο δεν θα ήταν τόσο επίπονα και χρονοβόρα. Αποδείχθηκε, όμως, πειραματικά ότι η ρητίνη πάνω στα πλαστικά φύλλα δεν επέτρεψε στη ρητίνη

να στεγνώσει καλά και έτσι χάθηκε το κρυσταλλικό της χρώμα, δηλαδή υποβαθμίστηκε η εμπορική της αξία.

4. Χρήση διαχυτήρων θειώδες νατρίου. Προσαρμόζονται πλαστικά στον κορμό και στους βραχίονες του δένδρου τα οποία περιέχουν θειώδες νάτριο. Προκαλείται ερεθισμός του μαστιχόδεντρου και παράγεται ρητίνη η οποία συλλέγεται πάνω σε διπλούς νάιλον σάκους που περιέχουν τη χημική ουσία. Ωστόσο πρόκειται για μία διαδικασία που οδηγεί σε μικρότερες αποδόσεις και σε υποβαθμισμένη ποιότητα της μαστίχας (Κοκολάκης, 2008).

2.3 Καθάρισμα και πλύσιμο της Μαστίχας

Ο καθαρισμός της μαστίχας και το πλύσιμο συνήθως γίνεται από τον παραγωγό. Είναι μία εργασία που για να ολοκληρωθεί απαιτεί κόπο και χρόνο και συνήθως ξεκινάει τον Νοέμβρη και μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες, σχεδόν μέχρι την άνοιξη. Αρχικά, γίνεται το «ταχτάρισμα», δηλαδή το κοσκίνισμα της μαστίχας όπου απομακρύνονται τα ογκώδη ξένα σώματα, όπως φύλλα, ξύλα ή πέτρες.

Στη συνέχεια, η μαστίχα πλένεται με κρύο νερό και σαπούνη και απλώνεται να στεγνώσει σε δροσερό μέρος υπό σκιά. Η μαστίχα, στη συνέχεια, τοποθετείται σε μεγάλα «σινιά» (είδος ταψιού) και με τη βοήθεια μικρών μαχαιριών απομακρύνονται ξένα συστατικά από κάθε κόκκο, τα οποία έχουν πιθανόν κολλήσει πάνω της (Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου).

2.4 Παράδοση στο Συνεταιρισμό

Αφού η μαστίχα καθαριστεί τότε παραδίνεται στους κατά τόπους συνεταιρισμούς και από εκεί μεταφέρεται στην Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου, όπου μετά από κατάλληλη επεξεργασία και συσκευασία διατίθεται στο εμπόριο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ ΧΙΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

Η χημική σύνθεση της μαστίχας μελετήθηκε για πρώτη φορά το 1930. Από τότε μέχρι σήμερα ταυτοποιήθηκε ένας σημαντικός αριθμός χημικών ενώσεων, αλλά η πλήρης σύσταση τη μαστίχας δεν έχει ακόμη πλήρως προσδιοριστεί. Πρόκειται για ένα σύνθετο φυσικό προϊόν. Η ρητίνη μαστίχας φαίνεται να αποτελείται από μια ποικιλία οργανικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένου ενός φυσικού πολυμερούς, πτητικά και αρωματικά συστατικά που αποτελούν το αιθέριο έλαιο (μαστιχέλαιο), τερπενικά οξέα, φυτοστερόλες, πολυφαινολικά μόρια και έναν μεγάλο αριθμό άλλων δυννητικά ενεργών δευτερογενών μεταβολιτών. που έχουν απομονωθεί και προσδιοριστεί στη φύση για πρώτη φορά (EMA, 2016). Θεωρείται ότι η μαστίχα Χίου περιέχει περίπου 120 διαφορετικές ενώσεις (Xanthis et al., 2021).

Οι κυριότερες κατηγορίες χημικών ενώσεων που έχουν ανιχνευθεί στη μαστίχα είναι (EMA, 2016):

- Φυσικό πολυμερές cis-1,4-πολυ-β-μυρσένιο
- Τριτερπένια
- Αιθέριο έλαιο της μαστίχας, το οποίο αποτελείται κυρίως από μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες σε ποσοστό 50%, οξυγονωμένα μονοτερπένια (20%) και σεσκιτερπένια (25%)
- Λοιπές κατηγορίες χημικών ενώσεων, όπως πολυφαινόλες και φυτοστερόλες

Η χημική σύσταση της μαστίχας και των παραγόμενων αιθερίων ελαίων αλλοιώνεται με το πέρασμα του χρόνου. Η γήρανση κατά την αποθήκευση μελετήθηκε από τους Pachi et al. (2021). Μελετήθηκαν δείγματα που η συλλογή τους είχε γίνει 2 και 10 χρόνια πριν την ανάλυση της σύνθεσής του. Παρατηρήθηκε μείωση των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (κατά 18,04% στα 2 χρόνια και κατά 86,8% στα

δέκα χρόνια) και των υδρογονανθράκων των σεσκιτερπενίων (σχεδόν ολική απουσία στα 10 χρόνια), ενώ οι αντίστοιχες οξειδωμένες μορφές του παρουσίασαν αύξηση (Pachi et al., 2021).

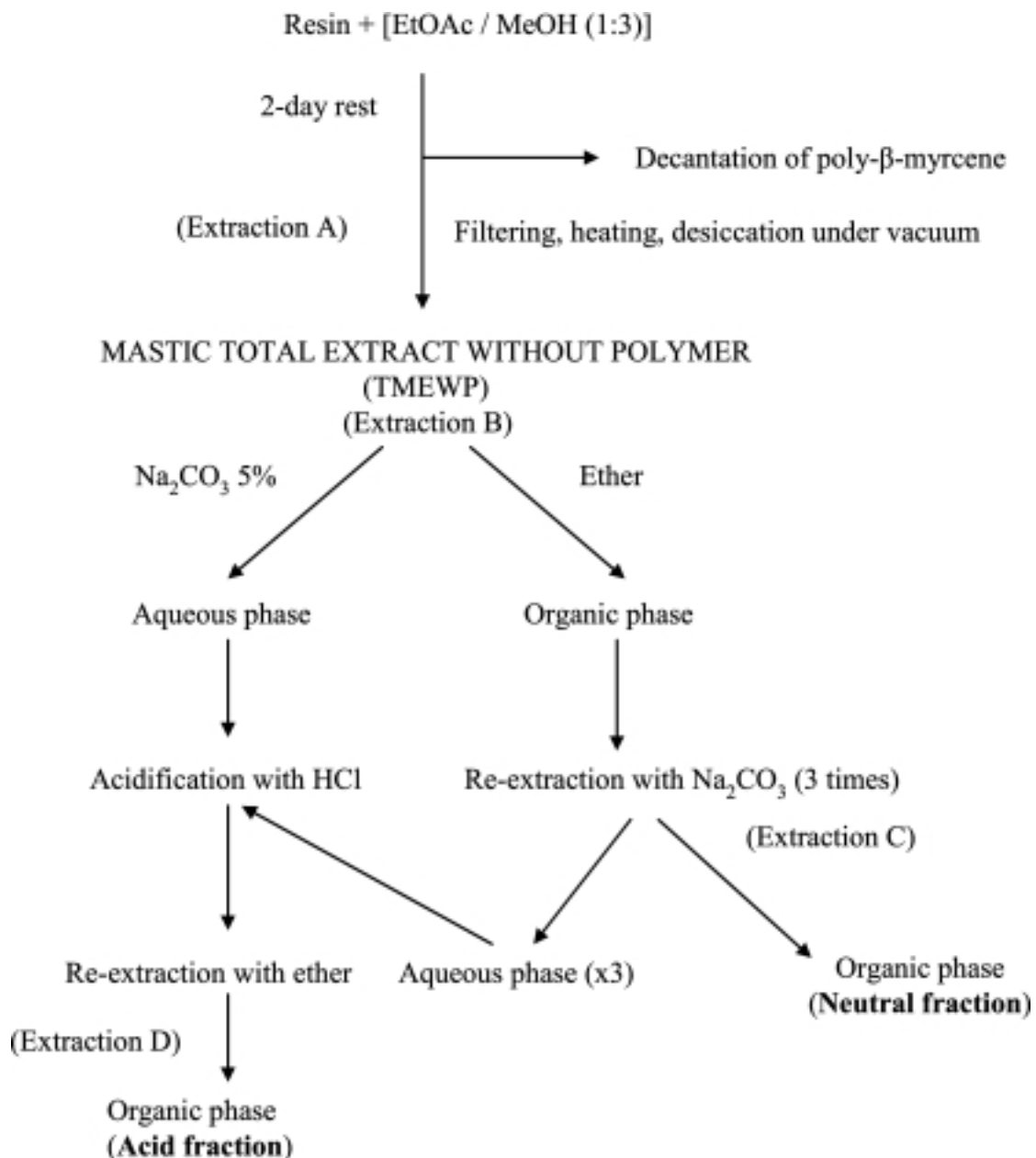
3.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΚΛΑΣΜΑΤΩΝ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

Το αιθέριο έλαιο απομακρύνεται με παραδοσιακά χρησιμοποιούμενες μεθόδους, όπως με υδροαπόσταξη της ρητίνης ή απόσταξη με ατμό, αλλά και με πιο σύγχρονες μεθόδους, όπως είναι η εκχύλιση με υπερκρίσιμο υγρό (supercritical fluid extraction SFE (Xanthis et al., 2021).

Στη συνέχεια, η ρητίνη που απομένει μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κλάσματα: το όξινο και το ουδέτερο κλάσμα. Το όξινο κλάσμα αποτελείται κυρίως από τριτερπενοειδή καρβοξυλικά οξέα ενώ το ουδέτερο κλάσμα αποτελείται από καρβονυλικού τύπου τριτερπενοειδείς ενώσεις (Xynos et al., 2018).

Για να διαχωριστούν τα δύο κλάσματα από την μαστίχα μπορούν να ακολουθήσει κανείς διάφορες τεχνικές, εκ των οποίων αρκετές βασίζονται σε διαδοχικές εκχυλίσεις. Οι Paraschos et al. (2007), για παράδειγμα, πρότειναν ένα ολοκληρωμένο σχήμα για τον διαχωρισμό του όξινου και του ουδέτερου κλάσματος των τριτερπενοειδών συστατικών της μαστίχας (εικόνα 13). Τα βασικά βήματα ήταν:

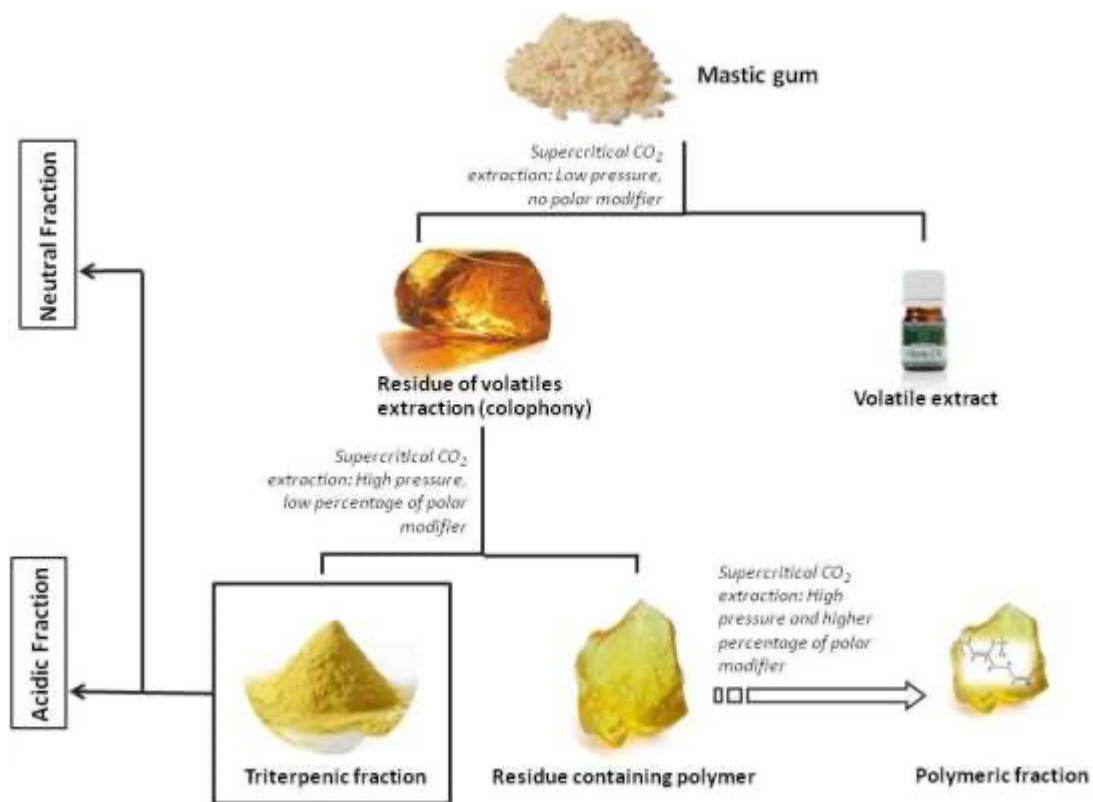
- Εκχύλιση της μαστίχας με μεθανόλη και αιθέρα σε αναλογία 3 προς 1, ώστε να απομακρυνθεί το πολυμερές στον αιθέρα.
- Διαδοχικές εκχυλίσεις της φάσης της μεθανόλης με αιθέρα και υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 (5%). Το ουδέτερο κλάσμα εκχυλίζεται στην οργανική φάση και το όξινο κλάσμα στην υδατική
- Οξίνιση της υδατικής φάσης με HCl και επανεκχύλιση με αιθέρα, όπου το όξινο κλάσμα εντοπίζεται στην αιθερική στοιβάδα.
- Η οργανική φάση επανεκχυλίζεται (3 φορές) με υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 (5%), όπου η υδατική φάση απομακρύνεται και η οργανική σε κάθε εκχύλιση εμπλουτίζεται στο ουδέτερο κλάσμα των τριτερπενοειδών συστατικών και συλλέγεται.



Εικόνα 10: Σχηματική αναπαράσταση μεθοδολογίας διάκριση του ουδέτερου και όξινου κλάσματος των τριτερπενίων

Πηγή: Paraschos et al., 2007

Οι Χυнос et al. (2018) χρησιμοποίησαν εκχύλιση με υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) (χαμηλή πίεση και χωρίς πολικό τροποποιητή) να διαχωρίσουν το πτητικό κλάσμα της μαστίχας(αιθέριο έλαιο) από την υπόλοιπη μάζα της ρητίνης. Στη συνέχεια, η ρητίνη χωρίς τα πτητικά συστατικά υποβλήθηκε σε νέα εκχύλιση με υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) (υψηλή πίεση και χαμηλό ποσοστό πολικής τροποποίησης) και διαχωρίστηκε στο κλάσμα του πολυμερούς και στο κλάσμα των τριτερπενίων (εικόνα 7). Το τριτερπένια της μαστίχας στη συνέχεια διαχωρίστηκαν στα δύο επιμέρους κλάσματα, όξινο και ουδέτερο (Χυнос et al., 2018).



Εικόνα 11: Μέθοδος διάκρισης κλασμάτων μαστίχας (πητικό, όξινο, ουδέτερο, πολυμερές) με τη βοήθεια της μεθόδου εκχύλισης με υπερκρίσιμο CO₂

Πηγή: Xynos et al., 2018

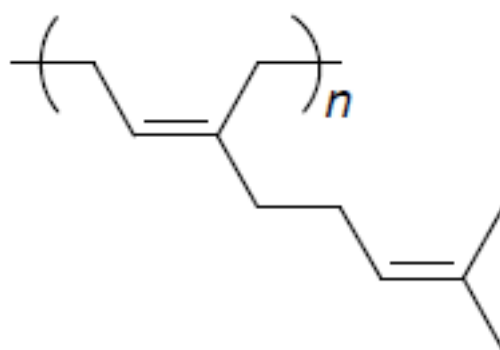
Πίνακας 1: Χημική σύσταση κλασμάτων μαστίχας

Ουδέτερο κλάσμα	Όξινο κλάσμα	Πητικό κλάσμα (αιθέριο έλαιο)
οξείδιο του καρυφυλλενίου	24Z-ισομαστιχαδιενονικό οξύ	α-πινένιο
μαστιχαδιενονική	24Z-μαστιχαδιενονικό οξύ	trans-βερμπενόλη
ολεανονική αλδεΐδη	24Z-ισομαστιχαδιενονικό οξύ	
β-αμυρόνη	24Z-μαστιχαδιενονικό οξύ	β-μυρσένιο
υδροξυ-δαμμαρενόνη	μορονικό οξύ	η α-τερπινεόλη
τιρουκαλλόλη	ολεανονικό οξύ	(E)-μεθυλ ισοευγενόλη
28-νορολεαν-12-έν-3-όνη		
δαμμαρεδιενόνη		
ολεανολική αλδεΐδη		

Πηγή: Miyamoto et al., 2014 - Xynos et al., 2018

3.3 ΦΥΣΙΚΟ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

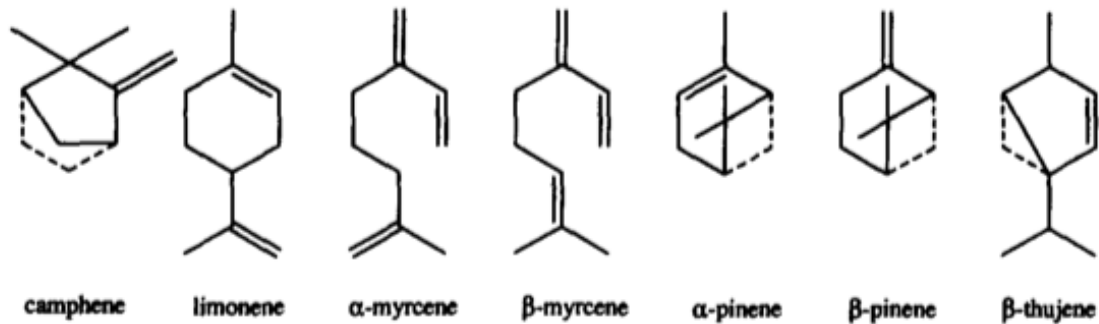
Το πολυμερές (1,4-πολυ-β-μυρκένιο) είναι το κλάσμα εκείνο που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία στη ρητίνη μαστίχας (25-30%), αλλά δεν ανήκει στα βιοδραστικά συστατικά της. Από χημική άποψη, παράγεται με πολυμερισμό του μυρκένιου, το οποίο είναι μονοτερπένιο. Σε ποσοστό 75% περίπου η γεωμετρική διαμόρφωση του πολυμερούς είναι σε cis μορφή (εικόνα 8) (Paraschos et al., 2007; Van den Berg et al., 1998).



Εικόνα 12: cis-1,4-πολυ-μυρκένιο

Πηγή: EMA, 2016

Οι Van den Berg et al. προσδιόρισαν τη δομή του πολυμερούς κλάσματος της ρητίνης μαστίχας το 1998. Απομόνωσαν με εκχύλιση και με χρωματογραφία αποκλεισμού μεγέθους (Size Exclusion Chromatography) το πολυμερές. Το μοριακό βάρος του ήταν κυμαινόμενο, ανάλογα των αριθμό των μονομερών από τα οποία σχηματίστηκε και έφθανε μέχρι και τα 100.000 Da. Προχώρησαν σε ανάλυση του ελαίου των δακρυϊκών σταγόνων μαστίχας σύμφωνα με την οποία το α-πινένιο ήταν η πιο άφθονη ένωση. Εντοπίστηκαν, επίσης, β-μυρκένιο και χαμηλές ποσότητες λιμονενίου, καμφενίου και β-πινενίου (εικόνα 9). Από αυτές τις ενώσεις το β-μυρκένιο ήταν η μόνη ένωση με συζευγμένους διπλούς δεσμούς που ήταν σχετικά επιρρεπής σε πολυμερισμό. Κατέληξαν, λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι το μαστιχόδεντρο πρέπει να παράγει σχετικά μεγάλες ποσότητες β-μυρκένιου, το οποίο όμως πολυμερίζεται μόλις η ρητίνη αποπνέει από το δέντρο (Van den Berg et al., 1998).

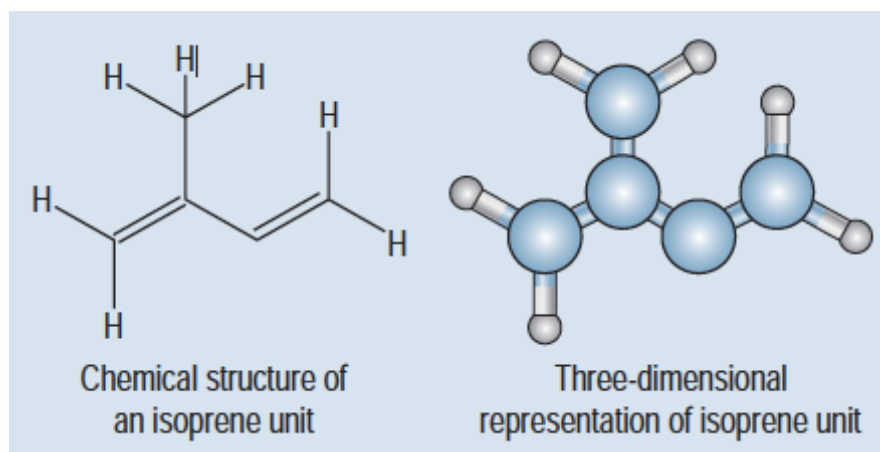


Εικόνα 13: : Χημικοί τύποι καμφενίου, λιμονένιου, α-μυρκένιου, β-μυρκένιου, α-πινένιου, β-πινένιου, β-θουγένιο
 Πηγή: Van den Berg et al., 1998

3.4 ΤΕΡΠΕΝΙΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

3.4.1 Τερπένια

Τα τερπένια είναι μία πολυπληθής ομάδα οργανικών ενώσεων που συναντάται σε μεγάλο βαθμό ως συστατικό των αιθέριων ελαίων. Πρόκειται κυρίως για μόρια υδρογονανθράκων με μοριακό τύπο $(C_5H_8)_n$, όπου το n εκφράζει τις δομικές μονάδες ισοπρενίου ή 2-μέθυλο-1,3 βουταδιενίου που σχηματίζουν το μόριο του τερπενίου (εικόνα 14) (Aldred et al., (2009).

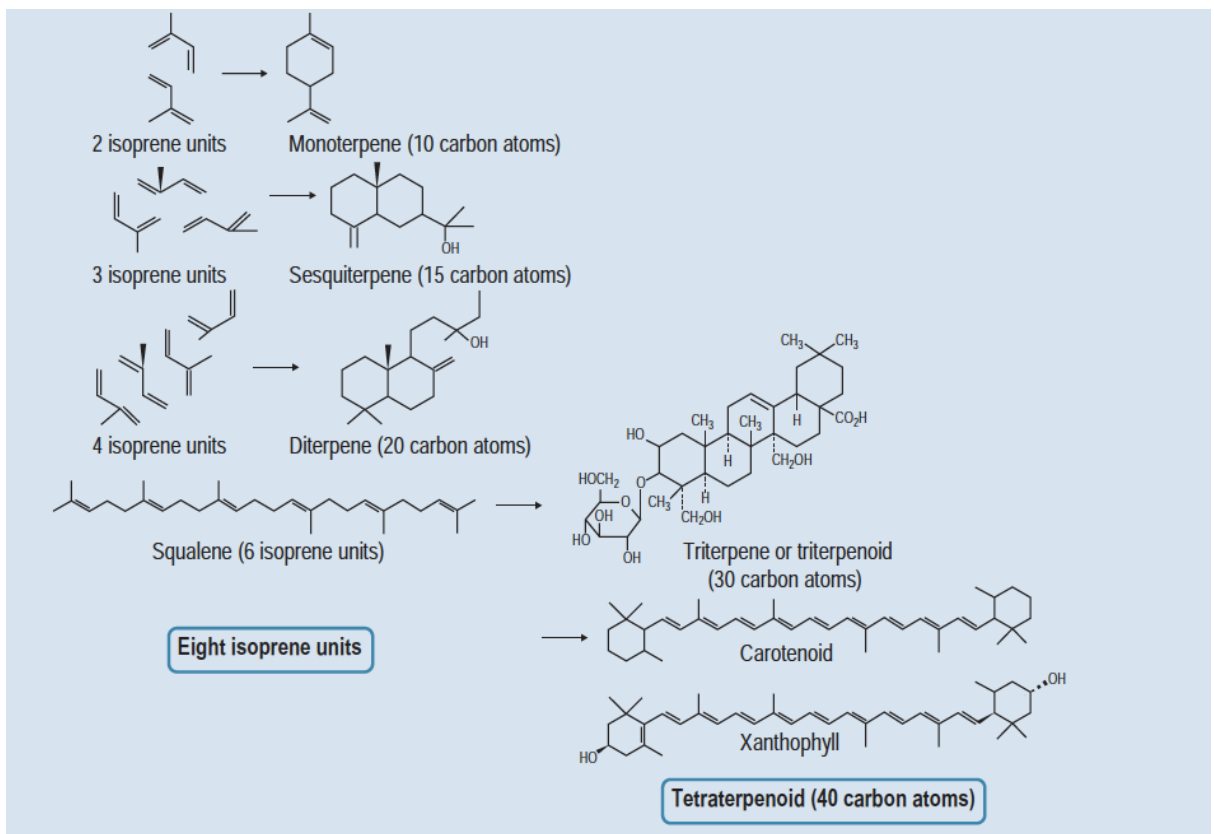


Εικόνα 14: Χημική δομή ισοπρενίου (σκελετική δομή και τρισδιάστατη αναπαράσταση του μορίου)

Πηγή: Aldred et al., 2009

Οι υδρογονάνθρακες τερπενίων με κριτήριο των αριθμών των μορίων ισοπρενίου διακρίνονται σε υποκατηγορίες (Aldred et al., 2009) (εικόνα 11):

- Μονοτερπένια (monoterpenes): 2 μονάδες ισοπρενίου, 10 άτομα άνθρακα.
- Σεσκιτερπένια (sesquiterpenes): 3 μονάδες ισοπρενίου, 15 άτομα άνθρακα.
- Διτερπένια (diterpenes): 4 μονάδες ισοπρενίου, 20 άτομα άνθρακα.
- Τριτερπένια (triterpenes): 6 μονάδες ισοπρενίου, 30 άτομα άνθρακα.
- Τετρατερπένια (tetraterpenes): 8 μονάδες ισοπρενίου, 40 άτομα άνθρακα.



Εικόνα 15: Σχηματισμός τερπενίων από τη δομική μονάδα του, το ισοπρένιο

Πηγή: Πηγή: Aldred et al., 2009

3.4.1.1 Μονοτερπένια

Χημική δομή: τα μονοτερπένια προέρχονται βιοσυνθετικά από τη συνένωση δύο ομάδων ισοπρενίου και αποτελούνται από 10 άτομα άνθρακα.

Ιδιότητες - χρήσεις: Είναι στο σύνολό τους πτητικές ενώσεις με πολύ χαρακτηριστικές οσμές. Είναι μη πολικές, λιπόφιλες ενώσεις και μερικά είναι γλυκοσίδες, δηλαδή συνδέονται με σάκχαρα με γλυκοζιτικό δεσμό.

Βιολογική δράση: Τα μονοτερπένια διακρίνονται για τις αντικαρκινικές, αντιβακτηριακές, αντιικές, αντιυπεργλυκαιμικές, αντιφλεγμονώδεις , αντιπαρασιτικές , αντιοξειδωτικές, ανοσορυθμιστικές δράσεις τους, καθώς και για τη δράση του απέναντι σε διαταραχές του Κεντρικού Νευρικού συστήματος και σε διαταραχές του καρδιαγγειακού συστήματος (Aldred et al., 2009)

3.4.1.2 Σεσκιτερπένια

Χημική δομή: Τα σεσκιτερπένια προέρχονται βιοσυνθετικά από τη συνένωση τριών ομάδων ισοπρενίου και αποτελούνται από 15 άτομα άνθρακα.

Ιδιότητες – Χρήσεις: Δεν είναι τόσο πτητικές ενώσεις όσο τα μονοτερπένια.

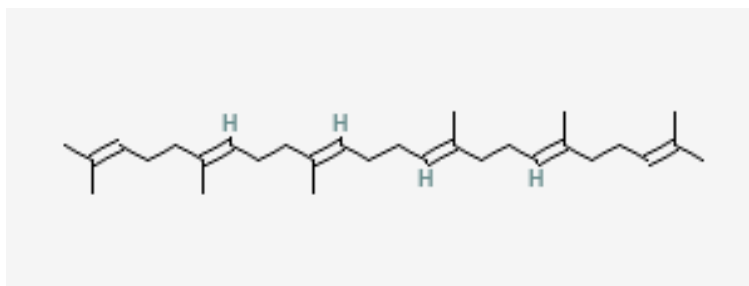
Βιολογική δράση: Όπως και τα μονοτερπένια, σύμφωνα με έρευνες, παρουσιάζουν αντικαρκινική, αντιμικροβιακή, αντιυπεργλυκαιμική, αντιφλεγμονώδης , αντιπαρασιτική , αντιοξειδωτική, ανοσορυθμιστική και καρδιοπροστατευτική ικανότητα (Aldred et al., 2009).

3.4.1.3 Τριτερπένια

Τα τριτερπένια είναι οργανικές ενώσεις που σχηματίζονται από 6 μονάδες ισοπρενίου και περιέχουν 30 άτομα άνθρακα.

3.4.1.4 Τριτερπενοειδή - στεροειδή

Τα τριτερπενοειδή είναι μια μεγάλη ομάδα φυσικών προϊόντων (στερόλες, στεροειδή, σαπωνίνες) που προέρχονται από τα τριτερπένια. Έχει υπολογιστεί ότι στη φύση υπάρχουν περισσότερα από 20.000 τερπενοειδή, τα οποία βρίσκονται κυρίως σε διάφορα φυτά, όπως είναι τα μήλα, τα κράνμπερι, τα σύκα, οι ελιές, το γκι, η λεβάντα, η ρίγανη, το θυμάρι και η μαστίχα. Η βιοσύνθεση των τριτερπενοειδών πραγματοποιείται συνήθως με κυκλοποίηση του σκουαλενίου (squalene) (εικόνα 16). Το σκουαλένιο είναι ένα τριτερπένιο και αποτελεί την πρόδρομη ένωση για τον σχηματισμό των στεροειδών (Bishayee et al., 2011).



Εικόνα 16: Χημική δομή σκουαλενίου

Πηγή: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Squalene#section=2D-Structure>

Γενικά, είναι άχρωμα, κρυσταλλικά, με υψηλό σημείο ζέσεως, οπτικά ενεργές ουσίες, που είναι δύσκολο να χαρακτηριστούν λόγω της έλλειψης χημικής δραστηριότητας. Όμως υπάρχει μια ευρέως διαδεδομένη διαδικασία που λέγεται αντίδραση Liberman-Burchard (αντίδραση οξικού ανυδρίτη σε πυκνό υδροχλωρικό οξύ) και δίνει γαλαζοπράσινο χρώμα με τα περισσότερα τριτερπένια και στερόλες.

Τα τριτερπενοειδή χαρακτηρίζονται από χαμηλή τοξικότητα και χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς σε πολλές Ασιατικές χώρες για τις αντιφλεγμονώδεις, αντιπυρετικές, αναλγητικές, ηπατοπροστατευτικές, καρδιοτονωτικές και καταπραυντικές ιδιότητες. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες τα τριτερπενοειδή χαρακτηρίζονται επίσης από αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, αντιικές, αντιαλλεργικές και σπασμολυτικές δράσεις. Ένας σημαντικός αριθμός τριτερπενοειδών αναφέρεται για την κυτταροτοξική δράση απέναντι σε μία ποικιλία καρκινικών κυττάρων, χωρίς να εκδηλώνουν κάποια τοξικότητα απέναντι στα τοξικά κύτταρα (Bishayee et al., 2011).

Τα περισσότερα **κυκλικά τριτερπενοειδή** έχουν ανθρακικό σκελετό 6-6-6-5 τετρακυκλικό, 6-6-6-5 πεντακυκλικό, 6-6-6-6 πεντακυκλικό και έχουν απομονωθεί από φυσικές πηγές.

Μια σημαντική κατηγορία αυτών είναι τα **στεροειδή** και απόλυτα συγγενικά με τις ενώσεις που υπάρχουν στην μαστίχα και θα αναφερθούν μετέπειτα. Τα στεροειδή είναι μια σημαντική κατηγορία φυσικών προϊόντων των οποίων οι δομές έχουν ως βάση το σκελετό του υδρογονωμένου τετρακυκλικού περυδροκυκλοπεντανοφαινανθρενίου.

Τα στεροειδή είναι πολύ διαδεδομένα στη φύση και απαντώνται τόσο σε φυτικούς όσο και σε ζωικούς οργανισμούς. Είναι δυνατόν να προέλθουν βιοσυνθετικά από τα

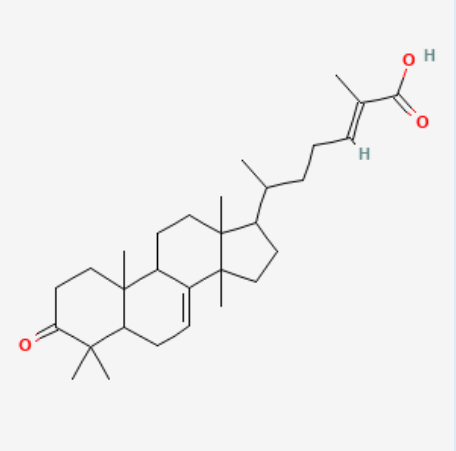
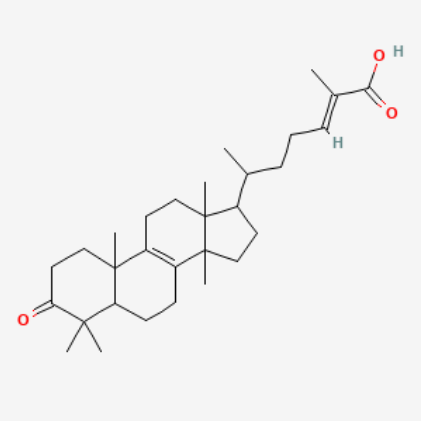
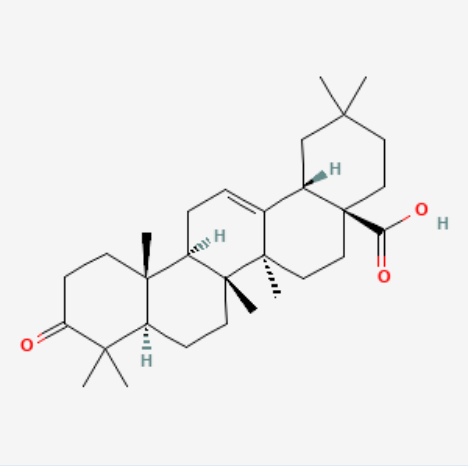
τριτερπένια λανοστερόλη (στα ζώα) και κυκλοαρτενόλη (στα φυτά). Τα στεροειδή σχηματίζονται από τα συγκεκριμένα τριτερπένια με απώλεια τριών μεθυλο-υποκαταστατών από τον ανθρακικό σκελετό και ενός μικρότερου τμήματος της πλευρικής αλυσίδας. Ειδικά τα στεροειδή των ζωικών οργανισμών συμμετέχουν σε πολλές σημαντικές βιολογικές λειτουργίες. Οι ορμόνες του φύλου των θηλαστικών, οι στερόλες, τα χολικά οξέα, η βιταμίνη D, οι ορμόνες των επινεφριδίων (κορτικοστεροειδή), οι καρδιακοί γλυκοζίτες ανήκουν στην κατηγορία των στεροειδών.

Τα στεροειδή τα οποία απαντούν στη φύση, συνήθως είναι ενωμένα με οξυγόνο στον C-3. Επίσης τα περισσότερα στεροειδή είναι υποκατεστημένα με μεθυλομάδες στις θέσεις C-10 και C-13, ενώ στον C-17 υπάρχει κάποιος υποκαταστάτης που είναι αλκύλιο ή άλλη ομάδα. Τα φυτικά στεροειδή αποτελούν την κυριότερη πηγή στεροειδών φαρμάκων. Ένα μικρό ποσοστό παρασκευάζεται από ζωικά στεροειδή και η ολική σύνθεση είναι συμφέρουσα μόνο στην περίπτωση ορισμένων αρωματικών στεροειδών και των 19-νορ-στεροειδών, όπως η νορεθιστερόνη. Η λειτουργία των στεροειδών είναι να διατηρούν την ρευστότητα της κυτταρικής μεμβράνης και την ρύθμιση της σταθερότητας της. Ίσως αυτή είναι μια από τις πιθανές αιτίες των φαρμακευτικές δράσεων των συστατικών της μαστίχας (π.χ. μαστιχαδιενονικό οξύ). Οι ιδιότητες που τους προσάπτουν μπορεί να οφείλονται σε προσομοίωση μορίων που παράγονται από τον οργανισμό για την διατήρηση του.

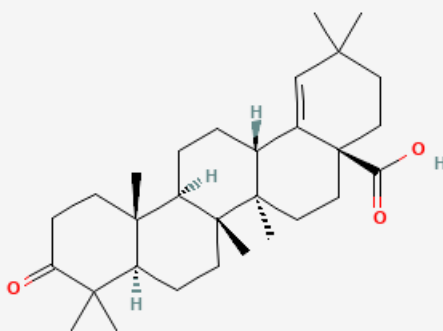
Από την μαστίχα έχουν απομονωθεί αρκετές τριτερπενοειδείς ενώσεις. Πιο το ολικό εκχύλισμα της μαστίχας, δηλαδή η ρητίνη χωρίς το πολυμερές, μπορεί να διαχωριστεί, όπως αναφέρθηκε, σε όξινο και ουδέτερο κλάσμα. Το όξινο κλάσμα τερπενίων αποτελεί περίπου το 39% της ρητίνης και τα μη όξινα τριτερπένια αποτελούν περίπου το 28% της ρητίνης. Το όξινο κλάσμα περιλαμβάνει όλα τα κύρια τερπενικά οξέα, όπως μαστιχαδιενονικό, ισομαστιχαδιενονικό ολεανονικό οξύ, μορονικό οξύ και σε μικρότερες ποσότητες 3-Ο-ακετυλ-3-επι-ισομαστιχαδιενολικό οξύ, 3-επι-ισομαστιχαδιενολικό οξύ, ολεανολικό οξύ, 18-α-Η-ολεανονικό οξύ (εικόνα 15). Το ουδέτερο κλάσμα περιλαμβάνει ουδέτερες τριτερπενικές ενώσεις, όπως ολεανολική αλδεΐδη, 28-νοροελαν-17-εν-3-όνη, τρουκαλλόλη, β-αμυρίνη, ισομαστιχαδιενολική αλδεΐδη και (20S)-3-οξυ-8-ακετοξυ-20-υδροξυδαμμαρ-24-ένη (εικόνα 16) (Georgiadis et al., 2015).

Στους παρακάτω πίνακες αναφέρονται οι κυριότερες ενώσεις που αποτελούν το όξινο και ουδέτερο κλάσμα της μαστίχας καθώς και η χημική τους δομή.

Πίνακας 2: Χημική σύσταση όξινου κλάσματος τριτερπενοειδών ενώσεων

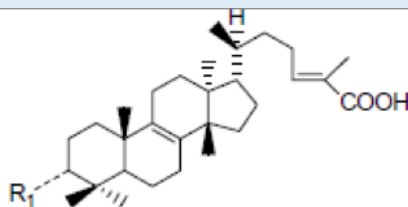
Χημική ένωση	Χημικός τύπος
<p>Μαστιχαδιενονικό οξύ (Masticadienonic acid - $C_{30}H_{46}O_3$)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Masticadienonic-acid#section=2D-Structure</p>
<p>Ισομαστιχαδιενονικό οξύ (Isomasticadienonic acid - $C_{30}H_{46}O_3$)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/15559978#section=2D-Structure</p>
<p>Ολεανονικό οξύ (Oleanonic acid - $C_{30}H_{46}O_3$)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/12313704#section=2D-Structure</p>

Μορονικό οξύ
(Moronic acid -
 $C_{30}H_{46}O_3$)



<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/489941#section=2D-Structure>

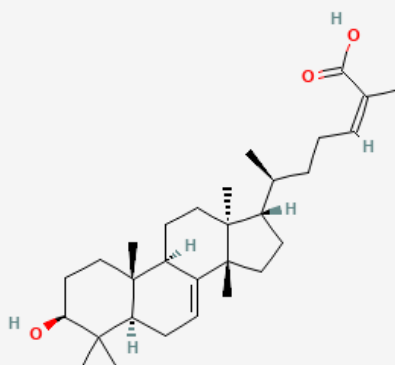
3-Ο-Ακετυλ-3-επι-
ισομαστιχαδιενολικό
οξύ (3-O-Acetyl-3-epi-
isomasticadienolic
acid
- $C_{32}H_{50}O_4$)



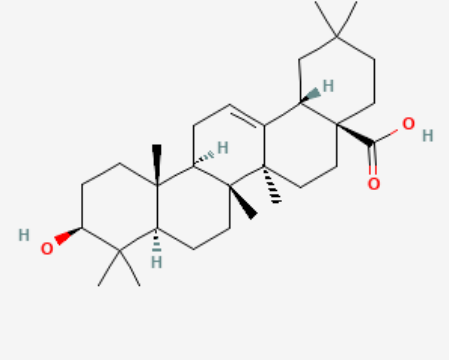
3-επι-
ισομαστιχαδιενολικό
οξύ (3-epi-
isomasticadienolic
acid - $C_{30}H_{48}O_3$)

$R_1=OH$, 3-Επι-ισομαστιχαδιενολικό οξύ
 $R_1=OCOCH_3$, 3-Ο-Ακετυλο-2-επι-μαστιχαδιενολικό οξύ

Μαστιχαδιενολικό οξύ
(Masticadienolic acid
- $C_{30}H_{48}O_3$)

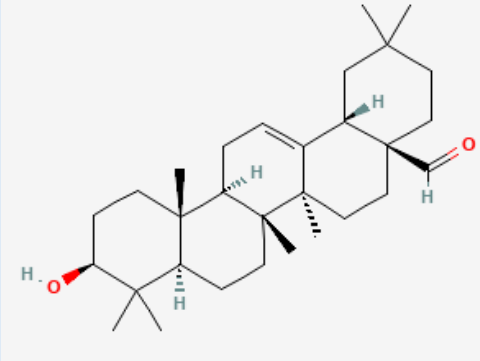


<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/102004474#section=2D-Structure>

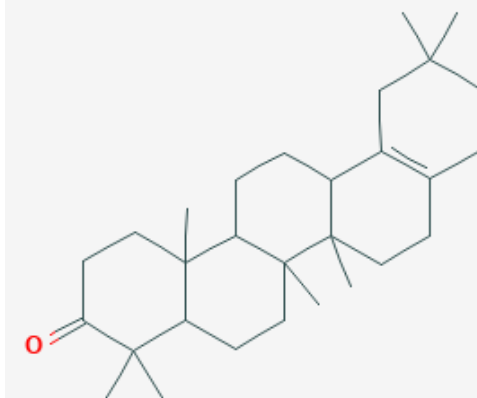
<p>Ολεανολικό οξύ (Oleanolic acid - $C_{30}H_{48}O_3$)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/10494#section=2D-Structure</p>
<p>18-a-H-ολεανονικό οξύ (18-a-H- Oleanonic acid - $C_{30}H_{46}O_3$)</p>	

Πηγή: Βασίζεται στους Georgiadis et al, 2015

Πίνακας 3: Χημική σύσταση ουδέτερου κλάσματος τριτερπενοειδών ενώσεων

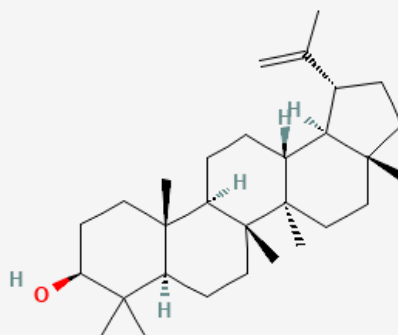
Χημική ένωση	Χημικός τύπος
<p>Ολεανολική αλδεΐδη (Oleanolic aldehyde - $C_{30}H_{48}O_2$)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/10321055#section=2D-Structure</p>

28-νοροελαν-17-εν-3-όνη (28-Norolean-17-en-3-one - $C_{29}H_{46}O$)



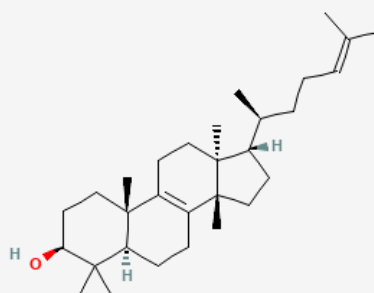
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/596103#section=2D-Structure>

Λουπεόλη (lupeol - $C_{30}H_{50}O$)

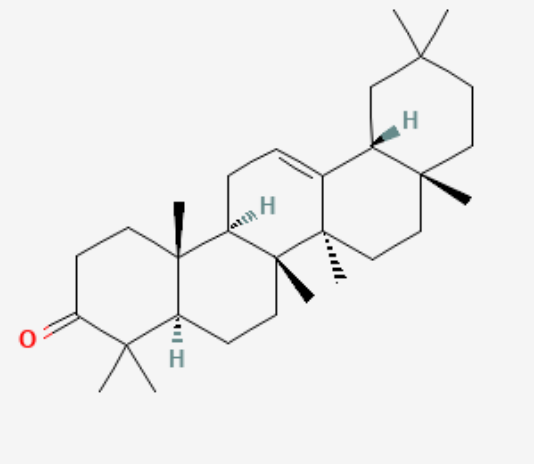
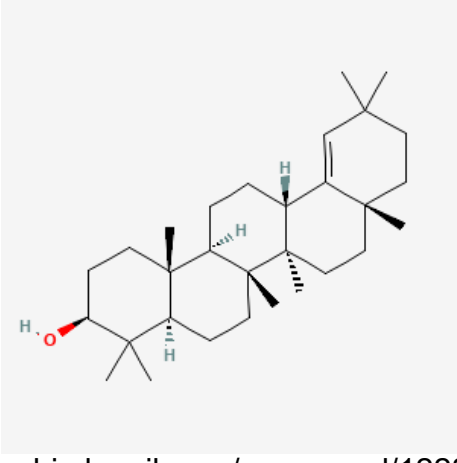
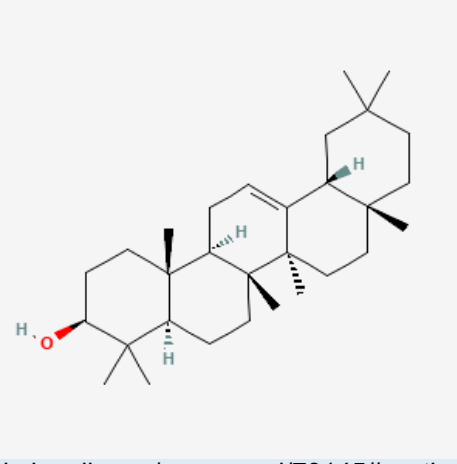


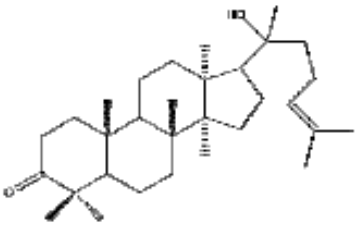
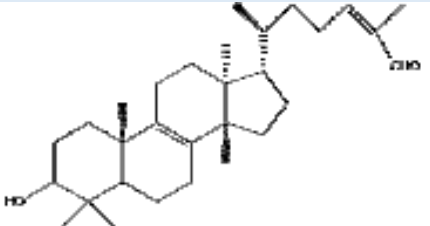
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/259846#section=2D-Structure>

Τιρουκαλλόλη (tirucallol - $C_{30}H_{50}O$)



<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/101257#section=2D-Structure>

<p>β-αμυρόνη (b - amyrone - C₃₀H₄₈O)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/12306160#section=2D-Structure</p>
<p>Γερμανικόλη (germanicol - C₃₀H₅₀O)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/122857#section=2D-Structure</p>
<p>β-Αμυρίνη (b-Amyrin - C₃₀H₅₀O)</p>	 <p>https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/73145#section=2D-Structure</p>
<p>28-νοροελαν-18-εν-3-όνη (28-Norolean-</p>	

18-en-3-one (C ₂₉ H ₄₆ O)	-	
Δαμμαραδιενόνη (dammaradienone – C ₃₀ H ₄₈ O)		
Υδροξυ- δαμμαρενόνη (hydroxy dammaradenone – C ₃₀ H ₅₀ O ₂)	-	 <p>Hydroxydammarenone</p>
Ισομαστιχαδιενολική αλδεΐδη (Isomasticadienolic aldehyde (C ₃₀ H ₄₈ O ₂))		 <p>Isomasticadienolic aldehyde</p>

Πηγή: Βασίζεται στους Georgiadis et al, 2015

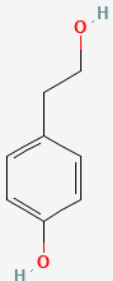
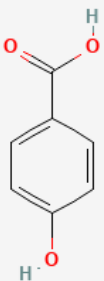
3.5 ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

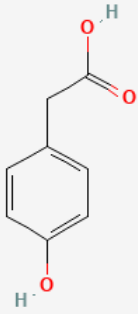
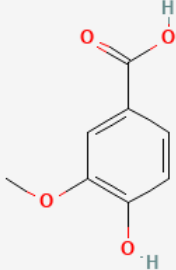
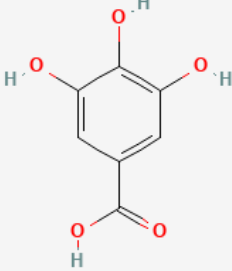
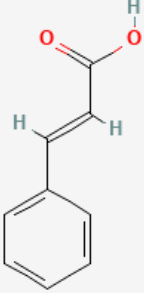
Τα φαινολικά συστατικά από θεραπευτικά βότανα και φυτά αποτελούνται δομικά από έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους και φέρουν μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες με πάνω από 800 δομικές παραλλαγές. Τα φαινολικά συστατικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διάφορες ομάδες συμπεριλαμβανομένων των φαινολικών οξέων και παραγώγων, φλαβονοειδών, ταννινών, σπιλβενίων, κουρκουμνοειδών, κουμαρινών, λιγνανίων, κινονών κ.τλ. Η κατηγοροποίηση αυτή βασίζεται στον αριθμό των φαινολικών δακτυλίων και των δομικών στοιχείων που συνδέονται με αυτούς τους δακτυλίους. Τα φαινολικά συστατικά παίζουν σημαντικό

ρόλο στην αναπαραγωγή και στην ανάπτυξη των φυτών, δρουν ως μηχανισμοί άμυνας έναντι παθογόνων παραγόντων, παρασίτων και αρπακτικών, καθώς και συνεισφέρουν στο χρώμα των φυτών. Τα φαινολικά συστατικά διακρίνονται για τις αντιοξειδωτικές, αντικαρκινογόνες, αντιαθηροσκληρωτικές, αντιβακτηριακές, αντιικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις τους (Huang et al., 2010).

Οι Kaliora et al (2004) μελέτησαν την παρουσία φαινολικών ενώσεων στην μαστίχα Χίου. Για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών συστατικών χρησιμοποίησαν το πολικό εκχύλισμα της ρητίνης και με τη βοήθεια της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) και την αέρια χρωματογραφία-χρωματογραφία μάζας (GC-MS). Οι πολυφαινόλες που ανιχνεύθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα (Kaliora et al., 2004).

Πίνακας 4: Πολυφαινόλες που ανιχνεύθηκαν στη μαστίχα Χίου

Πολυφαινόλη	Χημικός τύπος	ng / g ρητίνης
Τυροσόλη (tyrosol)		375
p-υδροξυ-βενζοϊκό οξύ (p-hydroxy-benzoic acid)		136

<p>ρ-υδροξυ-φαινυλοξικό οξύ (p-hydroxy-phenylacetic acid)</p>		<p>107</p>
<p>Βανιλικό οξύ (vanillic acid)</p>		<p>41</p>
<p>Γαλλικό οξύ (Gallic acid)</p>		<p>Ίχνη</p>
<p>trans-κινναμωμικό οξύ (trans-cinnamic acid)</p>		<p>Ίχνη</p>

Πηγή: Kaliora et al, 2004 & <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

3.6 ΠΗΗΤΙΚΟ ΚΛΑΣΜΑ ΜΑΣΤΙΧΑΣ -ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Ως αιθέρια έλαια θεωρούνται φυσικά μείγματα πηητικών, υδρόφοβων, άχρωμων δευτερογενών μεταβολιτών. Έχουν έντονα και χαρακτηριστικά αρώματα και η εξαγωγή των αιθέριων ελαίων μπορεί να πραγματοποιηθεί από διάφορα μέρη ενός αρωματικού φυτού, όπως είναι τα άνθη, τα φύλλα, οι μίσχοι, τα κλαδιά, οι σπόροι, οι καρποί, οι ρίζες, το ξύλο ή ο βλαστός. Ο αριθμός των διαφορετικών δευτερογενών μεταβολιτών που μπορούν να περιέχονται σε ένα αιθέριο έλαιο ποικίλει και συνήθως κυμαίνεται από 20-60 διαφορετικοί δευτερογενείς μεταβολίτες σε διαφορετικές συγκεντρώσεις κάθε φορά ακόμη και για το ίδιο φυτό, ανάλογα τη μέθοδο παραλαβής του αιθερίου ελαίου που εφαρμόστηκε, τον φυτικό ιστό που χρησιμοποιήθηκε, ακόμα και τις συνθήκες καλλιέργειας. Από τις ενώσεις που συνθέτουν το αιθέριο έλαιο ορισμένες μόνο έχουν βιολογικές ιδιότητες και θεωρούνται βιοδραστικά συστατικά. Από τις κυριότερες κατηγορίες ενώσεων με βιολογική δράση είναι τα τερπενοειδή, οι φαινόλες και τα φλαβονοειδή (Xanthis et al., 2021).

Σύμφωνα με παλαιότερες έρευνες, οι Boelens & Jimenez, (1991) μελέτησαν τη χημική σύσταση του μαστιχέλαιου που απομονώθηκε από τη μαστίχα Χίου με εκχύλιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μαστιχέλαιο αποτελείται από 90% τερπενικούς υδρογονάνθρακες, και ότι τα κυριότερα συστατικά ήταν α-πινένιο (79%) και β-μυρσένιο (3%) (Boelens & Jimenez, 1991). Οι Magiatis et al., (1999) προσδιόρισαν με αέρια χρωματογραφία/ φασματοσκοπία μάζας (GC/MS), 69 διαφορετικές ενώσεις στο αιθέριο έλαιο της *Pistacia lentiscus* var. *Chia*. Σε μεγαλύτερη αναλογία εντόπισαν το α-πινένιο (68,48%), το β-μυρκένιο (8,34%) και το β-πινένιο (3,29%) (Magiatis et al., 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ ΧΙΟΥ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΧΑΣ

Οι ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας Χίου στον ανθρώπινο οργανισμό έχουν προκαλέσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας και έχουν αποτελέσει αντικείμενο έρευνας για ένα σημαντικό, αν και περιορισμένο, αριθμό μελετών και κλινικών δοκιμών. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών συνεχώς ενισχύουν και επικυρώνουν τις θεραπευτικές ιδιότητες της μαστίχας. Η θεραπευτική ικανότητα της μαστίχας αποδίδεται στην παρουσία ενός σημαντικού αριθμού βιοδραστικών ενώσεων που περιέχει. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι η βιοπροσβασιμότητα και η βιοδιαθεσιμότητα αυτών των συστατικών δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητή, καθώς και ότι δεν έχουν διευκρινιστεί πλήρως οι μηχανισμοί που οδηγούν στην ευεργετική επίδραση της μαστίχας στην ανθρώπινη υγεία (Soulaïdoropoulos et al., 2022).

4.2 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Η μαστίχα και το αιθέριο έλαιο της μαστίχας παραδοσιακά χρησιμοποιούνται από την ιατρική για την αντιμετώπιση μικροβιακών μολύνσεων και την προστασία του οργανισμού. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένες μελέτες που αποδεικνύουν την αντιμικροβιακή δράσης της μαστίχας και των προϊόντων της.

Πίνακας 5: Ενδεικτικές μελέτες της αντιμικροβιακής δράσης της μαστίχας και των προϊόντων της

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Χημική σύσταση και αντιμικροβιακή δράση μαστίχας και μαστιχέλαιου. Μέθοδος ελέγχου αντιβακτηριακής δράσης: διάχυση δίσκων σε άγαρ. Βακτήρια: <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> και <i>Bacillus subtilis</i>	Δράση ενάντια των εξεταζόμενων βακτηρίων που πιθανώς οφείλεται σε συνεργία πολλών διαφορετικών συστατικών του μαστιχέλαιου, όπως	Koutsoudaki et al., 2005

	βερβενόνη, τερπινεόλη, λιναλοόλη	
Προσδιορισμός συστατικών μαστιχόνερου με αντιμικροβιακή δράση ενάντια <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida spp.</i>	Διαφορετική σύσταση από μαστιχέλαιο. Κύριες ενώσεις βερβενόνη και α-τερπινεόλη. Ισχυρά αντιμικροβιακά συστατικά: λιναλοόλη και α-τερπινεόλη	Paraschos et al., 2011
Δράση μαστιχέλαιου έναντι παθογόνων υπεύθυνων για τροφιμογενείς λοιμώξεις και αλλοιογόνων μικροοργανισμών και υπολογισμός της ελάχιστης ανασταλτικής συγκέντρωσης του. Βακτήρια: <i>Bacillus cereus</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> Ζυμομύκητες: <i>Saccharomyia</i> και <i>Cecharomyia</i> Μύκητες: <i>Penicillium roquefortii</i> , <i>Aspergillus flavus</i> και <i>Eurotium amstelodamami</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Αντιμικροβιακή δράση μαστιχέλαιου. Κάθε μικροοργανισμός παρουσίασε διαφορετική ευαισθησία. • Gram θετικά βακτήρια πιο ευαίσθητα από Gram αρνητικά • Στις ποσότητες που προστίθεται στη ζαχαροπλαστική και την αρτοποιία δεν μπορεί να περιορίσει τη δράση των μικροοργανισμών 	Gkogka et al., 2013
Αξιολόγηση αντιμικροβιακής δράσης μαστίχας. Σε θρεπτικό ζωμό με <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pseudomonas fragi</i> και <i>Salmonella enteritidis</i> έγινε προσθήκη μαστίχας	Αναστολή της ανάπτυξης μικροοργανισμών. Gram θετικά βακτήρια παρουσίασαν μεγαλύτερη αναστολή του ρυθμού ανάπτυξης συγκριτικά με Gram αρνητικά βακτήρια	Tassou & Nychas, 1995

<p>0,2% μαστιχέλαιο, 0,006% αιθέριο έλαιο <i>Fortunella margarita</i> και 2% υδατικό υπόλειμμα από το έλαιο <i>Fortunella margarita</i>.</p> <p>Δείγματα παγωτού εμβολιασμένα με <i>Escherichia coli</i>, <i>Listeria monocytogenes</i> ή <i>Pseudomonas fragi</i>, και χυμοί φρούτων (λεμόνι, μήλο, φραγκοστάφυλο) με <i>Aspergillus niger</i> ή <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p>	<p>Προσδιορίστηκε μικρότερος αριθμός μικροοργανισμών σε όλα τα δείγματα συγκριτικά με μάρτυρα → σημαντική επιβράδυνση της ανάπτυξης λόγω αιθερίων ελαίων→εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων.</p>	<p>Mitropoulou et al., 2022</p>
--	--	---------------------------------

Οι Koutsoudaki et al. (2005) αξιολόγησαν την αντιβακτηριακή δράση του μαστιχέλαιου και της μαστίχας. Αφού αρχικά προσδιόρισαν την χημική σύσταση τους, απομόνωσαν δώδεκα συστατικά. Εφάρμοσαν τη μέθοδο διάχυσης δίσκων σε άγαρ ώστε να εξετάσουν τη δράση τους έναντι των βακτηρίων *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* και *Bacillus subtilis*. Τα βακτήρια παρουσίασαν διαφορετική ευαισθησία σε κάθε ένωση. Η αντιβακτηριακή δράση του μαστιχέλαιου φαίνεται ότι οφείλεται στη συνεργιστική δράση μίας ομάδας συστατικών. Οι τερπενοειδείς ενώσεις βερβενόνη (verbeneone), τερπινεόλη και λιναλοόλη, αν και ανιχνεύθηκαν σε μικρές ποσότητες, έδειξαν ότι συμβάλλουν σημαντικά στην αντιβακτηριακή δράση του μαστιχέλαιου. Ο χειρισμός της μαστίχας φάνηκε πιο δύσκολος (Koutsoudaki et al., 2005).

Οι Paraschos et al. (2011) μελέτησαν τη χημική σύσταση του μαστιχόνερου, το οποίο είναι δευτερογενές προϊόν που λαμβάνεται κατά την απόσταξη με ατμό της μαστίχας και οδηγεί στην παραγωγή του μαστιχέλαιου. Προσδιόρισαν ποια από τα συστατικά του μαστιχόνερου δυνητικά έχουν αντιμικροβιακή δράση. Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν ήταν στελέχη *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* και *Candida spp.* που υπεύθυνα για τροφιμογενείς λοιμώξεις ή ανθεκτικά στα αντιβιοτικά. Η σύσταση του μαστιχόνερου ήταν διαφορετική από τη σύσταση του μαστιχέλαιου και οι κυριότερες ενώσεις του μαστιχόνερου ήταν η βερβενόνη, η α-τερπινεόλη, η λιναλοόλη και η trans-πινοκαρβεόλη. Από τις ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν, βέλτιστη αντιμικροβιακή ικανότητα παρουσίασαν η λιναλοόλη και η α-τερπινεόλη (Paraschos et al., 2011).

Ένα από τα ερωτήματα που εξετάστηκαν από την επιστημονική κοινότητα είναι η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν η μαστίχα ή/ και το μαστιχέλαιο ως φυσικά συντηρητικά τροφίμων. Μελετήθηκε η δράση τους έναντι ενός ευρέος φάσματος παθογόνων μικροοργανισμών υπεύθυνα για τροφιμογενείς λοιμώξεις αλλά και έναντι αλλοιογόνων μικροοργανισμών, οι οποίοι είναι μπορούν να προκαλέσουν πρόβλημα στην ασφάλεια και την ποιότητα ενός τροφίμου. Έτσι, οι Gkogka et al. (2013) μελέτησαν *in vitro* την δράση του μαστιχέλαιου ενάντια σε παθογόνους και αλλοιογόνους μικροοργανισμούς και προσδιορίστηκε η ελάχιστη ανασταλτική συγκέντρωση του μαστιχέλαιου για κάθε είδος. Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν 6 είδη βακτηρίων (*Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*), 2 είδη ζυμομυκήτων (*Saccharomyia* και *Cecharomyia*) και 3 είδη μυκήτων (*Penicillium roquefortii*, *Aspergillus flavus* και *Eurotium amstelodamami*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ευαισθησία στο μαστιχέλαιο ήταν διαφορετική για κάθε μικροοργανισμό. Ο *C. perfringens* αποδείχθηκε ο πιο ευαίσθητος και ακολούθησαν οι *S. cerevisiae* και *Z. bailii*. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι το μαστιχέλαιο ήταν πιο αποτελεσματικό ενάντια στα Gram θετικά βακτήρια με εξαίρεση το *C. jejuni* σε σύγκριση με τα Gram αρνητικά, ενώ οι μύκητες αποδείχθηκαν ότι έχουν τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Ωστόσο, σημειώνεται ότι αν και αποδεικνύεται σύμφωνα με αυτή τη μελέτη ότι το μαστιχέλαιο είναι ικανό να αναστείλει τη δράση παθογόνων ικανών να προκαλέσουν τροφιμογενείς λοιμώξεις και αλλοιογόνων για τα τρόφιμα μικροοργανισμών, δεν αποδεικνύεται η καταλληλότητα του ως φυσικό συντηρητικό. Οι ελάχιστες ανασταλτικές συγκεντρώσεις που προσδιορίστηκαν ήταν υψηλότερες από τις συνήθεις ποσότητες μαστιχέλαιου που χρησιμοποιούνται ως συνήθως στην αρτοποιία και τη ζαχαροπλαστική για άρωμα (Gkogka et al., 2013).

Η μεγαλύτερη ευαισθησία των Gram θετικών βακτηρίων από τα Gram αρνητικά βακτήρια στη μαστίχα επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα προγενέστερης έρευνας που πραγματοποίησαν οι Tassou & Nychas (1995). Σε μία προσπάθεια να αξιολογήσουν την αντιμικροβιακή δράση της μαστίχας, πρόσθεσαν μαστίχα σε θρεπτικό ζωμό ο οποίος είχε εμβολιαστεί με *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pseudomonas fragi* και *Salmonella enteritidis*. Παρατήρησαν αναστολή στο ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών, ο οποίος ήταν μεγαλύτερος στα Gram θετικά βακτήρια (Tassou & Nychas, 1995).

Η δυνατότητα να αξιοποιηθεί το αιθέριο έλαιο της μαστίχας από τη βιομηχανία των τροφίμων ως συντηρητικό και για την αντιμετώπιση παθογόνων μικροοργανισμών υπεύθυνων για τροφιμογενείς λοιμώξεις εξετάστηκε και από τους Mitropoulou et al., (2022). Χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με αιθέριο έλαιο και υδατικό υπόλειμμα *Fortunella margarita* (κουμκουάτ). Έτσι, παρασκευάστηκαν δείγματα παγωτού με 0,2% μαστιχέλαιο, 0,006% αιθέριο έλαιο *Fortunella margarita* και 2% υδατικό υπόλειμμα από το έλαιο *Fortunella margarita* τα οποία εμβολιάστηκαν με έναν από τους μικροοργανισμούς *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* ή *Pseudomonas fragi*, ενώ χυμοί φρούτων (λεμόνι, μήλο, φραγκοστάφυλο) που περιείχαν την ίδια αναλογία αιθερίων ελαίων, εμβολιάστηκαν με *Aspergillus niger* ή *Saccharomyces cerevisiae*. Σε όλα τα δείγματα παρουσιάστηκε σημαντικά μικρότερος αριθμός μικροοργανισμών, που σημαίνει ότι η ανάπτυξή τους επιβραδύνθηκε σημαντικά παρουσία των αιθερίων ελαίων (Mitropoulou et al., 2022)

4.3 ANTIOΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Το οξειδωτικό στρες εμφανίζεται όταν το επίπεδο των ελεύθερων ριζών οξυγόνου και αζώτου (ROS και RNS) υπερβεί την ικανότητα των αντιοξειδωτικών μηχανισμών ενός οργανισμού να τις αφομοιώσουν. Πρόκειται για μία κατάσταση όπου οι ελεύθερες ρίζες δύνανται να προκαλέσουν βλάβες στα μακρομόρια του οργανισμού (λιπίδια, πρωτεΐνες, DNA, RNA, υδατάνθρακες), γεγονός που οδηγεί σε δυσλειτουργία των κυττάρων και προσβολή του γενετικού υλικού. Το οξειδωτικό στρες φαίνεται ότι μπορεί να ενεργοποιήσει φλεγμονώδεις οδούς που οδηγούν σε πρόωρη γήρανση, ενώ μπορούν να ενισχύσουν την παθογένεση ορισμένων εκφυλιστικών ασθενειών, όπως η αθηροσκλήρωση, ο σακχαρώδης διαβήτης και η καρκινογένεση (Parada & Kaliora, 2019 - Xanthis et al., 2021).

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες έχουν την ικανότητα είτε να αποτρέπουν τον σχηματισμό των ελεύθερων ριζών οξυγόνου (ROS) είτε να αντιδρούν τα ίδια με τις ελεύθερες ρίζες (ROS) και να μετατρέπονται σε ενεργά μόρια, τα οποία, όμως, είναι σημαντικά λιγότερο επιβλαβή. Σε ορισμένες περιπτώσεις λειτουργούν προοξειδωτικά, δηλαδή δημιουργούν ήπιο οξειδωτικό στρες το οποίο οδηγεί το κύτταρο να αντιδράσει και να αυξήσει την αντιοξειδωτική του άμυνα (Xanthis et al., 2021).

Η αντιοξειδωτική ικανότητα της μαστίχας Χίου αποτελεί αντικείμενο έρευνας ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες. Η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να μελετήσει την αντιοξειδωτική ικανότητα της φυσικής ρητίνης, αλλά και του μαστιχέλαιου, να προσδιορίσει τον μηχανισμό ή τους μηχανισμούς με τους οποίους προστατεύει τον ανθρώπινο οργανισμό από το οξειδωτικό στρες, αλλά και τις ενώσεις εκείνες που είναι υπεύθυνες για την αντιοξειδωτική δράση τους.

Πίνακας 6: Ενδεικτικές μελέτες της αντιοξειδωτικής δράσης της μαστίχας και των προϊόντων της

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράση φυσικών κόμμεων και ρητινών (ρητίνη μαστίχας, κόμμεα ακακίας και τραγάνθακου, κόμμι storax, αλλά και μεμονωμένα συστατικά, όπως ολεανολικό, σικονίνη και ουρσολικό οξύ) ενάντια της οξείδωσης της LDL την οποία προκαλεί ο χαλκός in vitro	Βέλτιστη αντιοξειδωτική ικανότητα η μαστίχα λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε τριτερπένια	Andrikopoulos et al., 2003
Αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας φυσικών ρητινών (<i>Pistacia lentiscus</i> var. <i>Chia</i> (μαστίχα), <i>Commiphora myrrh</i> (μύρο), <i>Boswellia serrata</i> (λιβάνι) και <i>Gum storax</i>) και των βιοδραστικών τριτερπενίων: ολεανολικού και ουρσολικού οξέος σε διάφορα ελαιώδη υποστρώματα (λαρδί, ηλιέλαιο, ελαιόλαδο, αραβοσιτέλαιο)	Η μαστίχας σε συγκεντρώσεις από 0,1%, και πάνω έδειξε ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, η οποία ενισχύθηκε με την προσθήκη κιτρικού οξέος σε συγκέντρωση 0,02% w/w στο ηλιέλαιο και στο καλαμποκέλαιο.	Assimopoulou et al., 2005

Αξιολόγηση των αντιοξειδωτικών, κυτταροπροστατευτικών και επουλωτικών ιδιότητες του μαστιχέλαιου και του α-πινένιου και μυρκένιου	Έμμεση αντιοξειδωτική δράση που σχετίζεται με αύξηση των επιπέδων mRNA, προστασία από την οξειδωτική βλάβη που μπορεί να προκαλέσει η έκθεση σε UVB (ακτινοβολία B), καθώς και δοσοεξαρτώμενη επουλωτική δράση	Xanthis et al, 2021
Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αντιοξειδωτικής και την αντιφλεγμονώδης ικανότητας της μαστίχας Χίου	Η αντιοξειδωτική δράση της μαστίχας αποδόθηκε στην αναστολή της πρωτεϊνικής κίνησης, ενώ η αντιφλεγμονώδης δράση της θεωρήθηκε ότι μπορεί να αποτελεί αποτέλεσμα της ενεργοποίησης των κυττάρων NF-kB	Papada & Kaliora, 2019

Μία από τις πρώτες έρευνες που πραγματοποιήθηκε ήταν από τους Andrikopoulos et al. (2003) οι οποίοι αξιολόγησαν την προστατευτική δράση ορισμένων φυσικών κόμμεων και ρητινών έναντι της οξείδωσης LDL (λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας) την οποία προκαλεί ο χαλκός *in vitro*. Για την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε ρητίνη μαστίχας (διαχωρίστηκε σε ουδέτερο και όξινο κλάσμα, μαστιχέλαιο, υπόλειμμα), κόμμεα ακακίας και τραγάνθακου, κόμμι storax, αλλά και μεμονωμένα συστατικά, όπως ολεανολικό, σικονίνη και ουρσολικό οξύ. Τα αυξημένα επίπεδα της οξειδωτικά τροποποιημένης μορφής της LDL χοληστερόλης μπορεί να προκαλέσει αύξηση των επιπέδων των τριγλυκεριδίων και φλεγμονή, η οποία με τη σειρά της, μπορεί να οδηγήσει σε αθηροσκλήρωση. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα, η μαστίχα Χίου (μαστιχέλαιο, υπόλειμμα, όξινο κλάμα) έδειξε τη βέλτιστη αντιοξειδωτική ικανότητα (65,0 ως 77,8%) συγκριτικά με όλα τα άλλα κόμμεα και ρητίνες, γεγονός που αποδόθηκε στην αυξημένη παρουσία των τριτερπενίων (Andrikopoulos et al., 2003).

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Assimoroulou et al. (2005) αξιολόγησαν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες ορισμένων φυσικών ρητινών: *Pistacia lentiscus var. Chia* (μαστίχα), *Commiphora myrrh* (μύρο), *Boswellia serrata* (λιβάνι) και *Gum storax*, καθώς και των βιοδραστικών τριτερπενίων: ολεανολικού και ουρσολικού οξέος. Για τον έλεγχο τις αντιοξειδωτικής δράσης των ρητινών, χρησιμοποιήθηκαν ως υποστρώματα: λαρδί, ηλιέλαιο, ελαιόλαδο και αραβοσιτέλαιο, τα οποία είναι λιπαρές ουσίες ευαίσθητες στην οξείδωση. Η ρητίνη από το *Pistacia lentiscus var. Chia* προστέθηκε σε συγκεντρώσεις 0,05%, 0,1% και 0,015%. Παρατηρήθηκε ότι σε συγκεντρώσεις από 0,1%, έδειξε ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, ενώ η αντιοξειδωτική δράση της ενισχύθηκε με την προσθήκη κιτρικού οξέος σε συγκέντρωση 0,02% w/w στο ηλιέλαιο και στο καλαμποκέλαιο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, η ρητίνη της *Pistacia lentiscus var. Chia* έχει αντιοξειδωτική δράση σε υποστρώματα ελαίων και λιπών, άρα δύναται να χρησιμοποιηθεί σε φάρμακα ή καλλυντικά σκευάσματα ή λειτουργικά τρόφιμα με λιπαρή βάση (Assimoroulou et al., 2005).

Οι Xanthis et al. (2021) μελέτησαν τις αντιοξειδωτικές, κυτταροπροστατευτικές και επουλωτικές ιδιότητες του μαστιχέλαιου (*Pistacia lentiscus var. Chia*), καθώς και δύο από τα κυριότερα συστατικά του, του α-πινένιου και του μυρκένιου. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δεν έδειξαν σημαντική άμεση αντιοξειδωτική δράση για το μαστιχέλαιο και τα κύρια συστατικά του, αλλά παρατηρήθηκε έμμεση αντιοξειδωτική δράση που σχετίζεται με αύξηση των επιπέδων mRNA, προστασία από την οξειδωτική βλάβη που μπορεί να προκαλέσει η έκθεση σε UVB (ακτινοβολία Β), καθώς και δόσοεξαρτώμενη επουλωτική δράση (Xanthis et al, 2021).

Σε μία βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποίησαν οι Papada & Kaliora (2019), συγκέντρωσαν στοιχεία από 19 μελέτες που πληρούσαν συγκεκριμένα κριτήρια και μελέτησαν την αντιοξειδωτική και την αντιφλεγμονώδη ικανότητα της μαστίχας Χίου. Η αντιοξειδωτική δράση της μαστίχας αποδόθηκε στην αναστολή της πρωτεϊνικής κινάσης, ενώ η αντιφλεγμονώδης δράση της θεωρήθηκε ότι μπορεί να αποτελεί αποτέλεσμα της ενεργοποίησης των κυττάρων NF-kB (Papada & Kaliora, 2019).

4.4 ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΔΡΑΣΗ

Οι φλεγμονές αποτελούν ουσιαστικά την απόκριση του ανθρώπινου ανοσοποιητικού συστήματος έναντι διάφορων ερεθισμάτων, όπως είναι η προσβολή από παθογόνους μικροοργανισμούς, η έκθεση σε τοξικές ενώσεις και η παρουσία κυττάρων που έχουν υποστεί δομικές ή λειτουργικές αλλαγές. Η έναρξη και η διαιώνιση μίας φλεγμονής ρυθμίζεται από ενδογενείς παράγοντες, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται οι κυτοκίνες, ορισμένοι αυξητικοί παράγοντες και μόρια ενεργοποιητές. Οι φλεγμονές διακρίνονται σε οξείες ή βραχυπρόθεσμες και χρόνιες. Η οξεία φλεγμονή συνήθως προκαλείται ως αποτέλεσμα ενός εξωτερικού ερεθίσματος, ενός τραυματισμού ή της εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών. Είναι μία βραχυπρόθεσμη ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος. Η χρόνια φλεγμονή, όπως δηλώνει και το όνομά της, διαρκεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα (μήνες ή και χρόνια) και μπορεί να κάνει την εμφάνισή της ακόμη και αν απουσιάζουν συγκεκριμένα ερεθίσματα. Είναι το κύριο παθογενές υπόστρωμα για την ανάπτυξη πολλών χρόνιων και σοβαρών ασθενειών, όπως φλεγμονώδεις παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος, ανάπτυξη σακχαρώδη διαβήτη, καρκινογένεση και ανάπτυξη των καρκινικών όγκων, καθώς και καρδιαγγειακές διαταραχές (Soulaidopoulos et al., 2022).

Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός επιστημονικών μελετών και στοιχείων που υποστηρίζουν ότι η μαστίχα Χίου αλλά και το παραγόμενο μαστιχέλαιο έχουν αντιφλεγμονώδη ικανότητα. Αν και ο μοριακός μηχανισμός της αντιφλεγμονώδους δράσης της *Pistacia lentiscus* var. *Chia* έχει αποσαφηνιστεί, θεωρείται ότι οφείλεται στην παρουσία ορισμένων βιοδραστικών συστατικών, όπως είναι τα τριτερπένια και οι πολυφαινόλες (Triantafyllou et al., 2007).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες από τις μελέτες πραγματοποιήθηκαν με σκοπό να αξιολογηθεί η αντιφλεγμονώδης δράση της μαστίχας Χίου. Παρουσιάζεται συνοπτικά ο πειραματικός σχεδιασμός και η επίδραση που είχε στον οργανισμό (πίνακας 2)

Πίνακας 7: Έρευνες για την αντιφλεγμονώδη δράση της μαστίχας και των παραγόμενων προϊόντων

Σχεδιασμός μελέτης	Αποτελέσματα	Αναφορά
10 ασθενείς με ενεργό νόσο του Crohn και 8 υγιείς μάρτυρες 2,2 g μαστίχας καθημερινά για 4 εβδομάδες	- Μείωση του δείκτη δραστηριότητας της νόσου του Crohn - μείωση της IL-6 και της Crohn - καμία επίδραση στον TNF-a του πλάσματος	Kaliora et al., 2007
60 ασθενείς με φλεγμονώδη νόσο του εντέρου. Έλαβαν μαζί με τη φαρμακευτική αγωγή είτε 2,8 g μαστίχας ημερησίως για 3 μήνες είτε σε εικονικό φάρμακο	-Βελτίωση των συμπτωμάτων -Μείωση του oxLDL -Μείωση της κυστεΐνης του πλάσματος και της λυσοζύμης των κοπράνων	Papada et al., 2019
129 ασθενείς με φλεγμονώδη νόσο του εντέρου έλαβαν: 2,8g μαστίχας για 6 μήνες αν η νόσος ήταν σε ύφεση (67 άτομα) και 2,8 g μαστίχας για 3 μήνες αν ήταν σε υποτροπή (62 άτομα) μαζί με τη φαρμακευτική αγωγή. Οι 83 ασθενείς έπασχαν από νόσο του Crohn. Σε επιπλέον 61 ασθενείς δόθηκε εικονικό φάρμακο για το ίδιο χρονικό διάστημα.	Αύξηση της ιντερλευκίνης 17A (IL-17A) στον ορό και αλλαγή του βιοχημικού προφίλ των κοπράνων. Μπορεί να δηλώνει μετακίνηση των T-17 βοηθητικών κυττάρων σε ρυθμιστικό ρόλο για την άμυνα.	Amerikanou et al., 2021
Έλεγχος σε κύτταρα ποντικών την ικανότητα της μαστίχας και παρασκευάσματος με ρητίνη μαστίχας και λάδι καρύδας (3:7) να αναστείλουν την	Αναστολή της έκφρασης των ενζύμων συνθετάση και κυκλοοξυγενάση, που καθορίζουν την έκφραση παραγωγής νιτρικού οξειδίου και προσταγλανδίνης.	Zhou et al., 2009

έκφραση προ-φλεγμονωδών παραγόντων		
------------------------------------	--	--

Δείκτης δραστηριότητας της νόσου του Crohn: Δείκτης που σχετίζεται με την παρουσία ελκών στο έντερο (μέγεθος, βάθος διείσδυσης, ευκολία ή δυσκολία διέλευσης του ενδοσκοπίου)

IL-6: ιντερλευκίνη-6. Προφλεγμονώδης κυτοκίνη που βοηθάει στη ρύθμιση της ανοσολογικής απόκρισης

TNF-a: Παράγοντας νέκρωσης όγκων α. Κυτοκίνη που σχετίζεται με τις φλεγμονές, την απόκριση του οργανισμού, την απόπτωση κυττάρων και το μεταβολισμό των λιπιδίων

oxLDL: οξειδωμένη LDL. Προκαλεί την ενεργοποίηση των φλεγμονών και μπορεί να οδηγήσει σε αρτηροσκλήρυνση

Κυστεΐνη πλάσματος: Αυξημένες τιμές είναι δείκτης αυξημένου κινδύνου για εμφάνισης θρομβωτικών επεισοδίων και στεφανιαίας νόσου

Λυσοζύμη κοπράνων: δείκτης φλεγμονής εντέρου και της δραστηριότητας της νόσου Crohn

Οι Kaliora et al. (2007) πραγματοποίησαν μία πιλοτική κλινική δομή στην οποία αξιολόγησαν την επίδραση της μαστίχας στην εξέλιξη της νόσου του Crohn και στους φλεγμονώδεις μεσολαβητές του πλάσματος. Χορήγησαν 2,2 g μαστίχας σε μορφή κάψουλας σε καθημερινή βάση σε δέκα ασθενείς με ενεργή νόσο του Crohn και σε 8 μάρτυρες οι οποίοι ήταν υγιείς. Μετά από ένα διάστημα 4 εβδομάδων προχώρησαν σε βιοχημικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασθενείς που έλαβαν το συμπλήρωμα μαστίχας παρουσίασαν σημαντική μείωση του δείκτη δραστηριότητας της νόσου του Crohn, γεγονός που δηλώνει ύφεση της ασθένειας. Μειώθηκε, επίσης, σημαντικά η ιντερλευκίνη-6 (IL-6). Κανένας από τους ασθενείς ή τους μάρτυρες δε δήλωσε ότι παρουσίασε κάποια παρενέργεια από την κατανάλωση της μαστίχας (Kaliora et al., 2007).

Σε αξιολόγηση της επίδρασης της μαστίχας στην ιδιοπαθή φλεγμονώδη νόσο του εντέρου προχώρησαν και οι Amerikanou et al. (2021). Πραγματοποίησαν κλινική δοκιμή όπου 129 ασθενείς με ιδιοπαθή φλεγμονώδη νόσο του εντέρου έλαβαν 2,8g μαστίχας για 6 μήνες αν η νόσος ήταν σε ύφεση (67 άτομα) και 2,8 g μαστίχας για 3 μήνες αν ήταν σε υποτροπή (62 άτομα) μαζί με τη φαρμακευτική αγωγή. Με βάση το ιατρικό ιστορικό των ασθενών, οι 83 ασθενείς επιβεβαιώθηκε ότι έπασχαν από νόσο του Crohn. Επίσης, μία πρόσθετη ομάδα 61 ασθενών έλαβαν εικονικό φάρμακο για το ίδιο χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του ποσοστού της ιντερλευκίνης 17A (IL-17A) στον ορό και αλλαγή του βιοχημικού προφίλ των κοπράνων. Η ιντερλευκίνη 17A είναι μία κυτοκίνη και η αύξηση του ποσοστού της

μπορεί να δηλώνει μετακίνηση των T-17 βοηθητικών κυττάρων σε ρυθμιστικό ρόλο για την άμυνα του οργανισμού, ώστε να αντιμετωπίσει τη φλεγμονή (Amerikanou et al., 2021).

Ορισμένοι από τους παράγοντες που οδηγούν στη δημιουργία φλεγμονών είναι οι προσταγλανδίνες, ο ενεργοποιημένος με αιμοπετάλια παράγοντας (PAF) και η ισταμίνη. Πολλοί ασθενείς με χρόνιες παθήσεις όπως το άσθμα, η κυστική ίνωση και η ψωρίαση κινδυνεύουν να αναπτύξουν καρδιαγγειακά προβλήματα. Εξετάστηκε η ρητίνη μαστίχας και ένα παρασκεύασμα από ρητίνη μαστίχας και λάδι καρύδας σε αναλογία 3: 7 για την ικανότητά τους να αναστέλλουν προ-φλεγμονώδεις παράγοντες και συγκεκριμένα να τερματίζουν την παραγωγή νιτρικού οξειδίου (NO) και προσταγλανδίνης (PGE2) σε λιποπολυ-σακχαρίτη (LPS). Για την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν ενεργοποιημένα κύτταρα ποντικού που μοιάζουν με μακροφάγα. Η δοσολογία για τη μαστίχα κυμάνθηκε από 0-100 μg / ml και για το παρασκεύασμα από 0-0,5%. Και στις δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκε αναστολή στην έκφραση δύο γονιδίων που είναι υπεύθυνα για την έκφραση του NO και του PGE2. Αυτά τα γονίδια είναι η συνθετάση και κυκλοοξυγενάση (COX) -2 (Zhou et al., 2009).

Οι Papada et al., (2019) σε κλινική δοκιμή που πραγματοποίησαν διερεύνησαν την επίδραση της μαστίχας στην ενεργό φλεγμονώδη νόσο του εντέρου. Στη συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν 60 ασθενείς με διαγνωσμένη φλεγμονώδη νόσο του εντέρου, οι οποίοι διαχωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Για τρεις μήνες, η μία ομάδα έλαβε 2,8 μαστίχα σε συμπλήρωμα, ενώ η δεύτερη ομάδα έλαβε εικονικό φάρμακο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασθενείς οι οποίοι έλαβαν τα συμπληρώματα μαστίχας παρουσίασαν μείωση των συμπτωμάτων της φλεγμονώδους νόσου και βελτίωση της συνολικής τους εικόνας: μείωση της ποσότητας της οξειδωμένης LDL, μείωση της κυστεΐνης του πλάσματος και της λυσοζύμης των κοπράνων (Papada et al., 2019)

4.5 ΜΑΣΤΙΧΑ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΟΥΛΩΣΗΣ ΠΛΗΓΩΝ

Η αντιμικροβιακή και αντιφλεγμονώδης της μαστίχας και των προϊόντων της ενισχύει την άποψη ότι η μαστίχα μπορεί να λειτουργήσει θετικά στην επούλωση των πληγών αλλά και στην αποφυγή επιπλοκών (πίνακας 8).

Πίνακας 8: Επουλωτική δράση μαστίχας

Μελέτη	Αποτελέσματα	Αναφορά
Νανοκάψουλες με ενθυλακωμένο αιθέριο έλαιο μαστίχας	Αντιμικροβιακή δράση έναντι <i>Escherichia coli</i> και <i>Bacillus subtilis</i> Σταδιακή απελευθέρωση αιθερίου ελαίου → παράταση της αντιμικροβιακής και αντιφλεγμονώδους δράσης → ενίσχυση και αύξηση της ταχύτητας επούλωσης τραυμάτων	Vrounaki et al., 2020

Για την επούλωση των τραυμάτων εξετάζεται τα τελευταία χρόνια αν μπορεί να εφαρμοστεί νανοτεχνολογία. Μέρος της επιστημονικής κοινότητας ασχολείται με τη δημιουργία νανοσυστημάτων που θα επικάθονται στην πληγή και θα απελευθερώνουν βιοδραστικά συστατικά σταδιακά, με ασφάλεια και ακρίβεια. Πιστεύεται ότι η εφαρμογή νανοσωματιδίων με αντιμικροβιακή και αντιφλεγμονώδη δράση πάνω σε ένα τραύμα, θα ενισχύσει και θα επιταχύνει τη διαδικασία εκχύλισης. Οι Vrounaki et al (2020) σχεδίασαν και παρασκεύασαν πολυμερή νανοσωματιδίων (νανοκάψουλες) στα οποία ενθυλάκωσαν αιθέριο έλαιο μαστίχας. Ως υλικό κέλυφους χρησιμοποιήθηκε το πολύ(γαλακτικό) οξύ (PLA), λόγω της βιοσυμβατότητας και της βιοδιασπασιμότητάς του. Ως επιφανειοδραστικές ουσίες επιλέχθηκαν η πολυ(βινυλική αλκοόλη) (PVA) και η λεκιθίνη (LEC). Μελέτησαν *in vitro* τον ρυθμό με τον οποίο απελευθερώνεται το αιθέριο έλαιο και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πολύ(βινυλική αλκοόλη) επιτρέπει την ήπια απελευθέρωση των αιθερίων ελαίων επιτυγχάνοντας την ελάχιστη ανασταλτική συγκέντρωση έναντι των *Escherichia coli* και *Bacillus subtilis*. Κατά συνέπεια, οι νανοκάψουλες επιτρέπουν τη δράση του ελαίου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από την άμεση εφαρμογή και πιθανότατα θα μπορούσαν να προστεθούν σε μία κρέμα (Vrounaki et al., 2020).

4.6 ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, η μαστίχα Χίου είναι ένα προϊόν που παρουσιάζει σημαντικές ενδείξεις ότι ασκεί προστατευτική δράση έναντι διαφόρων μορφών καρκίνου, δύναται να προκαλέσει την απόπτωση καρκινικών κυττάρων, ενώ, ταυτόχρονα, αναστέλλει την ανάπτυξη μεταστατικών όγκων. Οι He et al. (2007) προσπάθησαν να αξιολογήσουν την επίδραση της μαστίχας έναντι καρκινικών κυττάρων του προστάτη. Μελετήθηκε η επίδραση του κόμμιος μαστίχας στα ανδρογόνα καρκινικά κύτταρα του προστάτη (PC3), καθώς και το επίπεδο της πρωτεΐνης NF-κappaB, η οποία εμπλέκεται στη ανοσολογική και φλεγμονώδη απόκριση του οργανισμού, στην κυτταρική ανάπτυξη, τη διαφοροποίηση και την απόπτωση των κυττάρων. Η NF-κappaB μπορεί να προάγει την κυτταρική ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό σε καρκινικά κύτταρα του προστάτη ρυθμίζοντας την έκφραση γονιδίων όπως το c-myc, η κυκλίνη D1 και η IL-6. Το NF-κappaB μπορεί επίσης να αναστείλει την απόπτωση στα καρκινικά κύτταρα του προστάτη μέσω της ενεργοποίησης της έκφρασης αντι-αποπτωτικών γονιδίων. Το κόμμι μαστίχας προκάλεσε αναστολή της ανάπτυξης των ανδρογόνων καρκινικών κυττάρων του προστάτη, ενώ ανέστειλε τη δραστηριότητα της NF-κappaB (He et al., 2007, Suh and Rabson, 2004).

Οι Balan et al., (2005) πραγματοποίησαν *in vitro* μελέτη στην οποία αξιολόγησαν αν το εκχύλισμα μαστίχας Χίου με διαλύτη το εξάνιο, μπορεί να σκοτώσει ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα του παχέος εντέρου, HCT116. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το εκχύλισμα της μαστίχας είχε αντιπολλαπλασιαστική και αποπτωτική επίδραση στα καρκινικά κύτταρα που πιθανότατα οφείλεται στην ενεργοποίηση ορισμένων κασπασών, δηλαδή πρωτεασών που συμμετέχουν στον προγραμματισμό του κυτταρικού θανάτου (Balan et al., 2005).

Οι Spyridoroulou et al. (2017) ασχολήθηκαν με επίδραση του μαστιχέλαιου τον καρκίνο του παχέος εντέρου. Μελέτησαν την *in vitro* επίδραση του μαστιχέλαιου έναντι καρκινικών κυττάρων του παχέος εντέρου και *in vivo* την επίδραση του μαστιχέλαιου σε ποντίκια. Παρατηρήθηκε στην *in vitro* μελέτη ότι το μαστιχέλαιο έχει αντιπολλαπλασιαστική δράση, περιορίζει τις μεταστάσεις και μειώνει τη μεταγραφική έκφραση του Ki-67 (κυτταρικός πολλαπλασιασμός) και της survivin (αναστολέας της απόπτωσης). Στην *in vivo* μελέτη, το μαστιχέλαιο έδειξε δρα ανασταλτικά στην ανάπτυξη του καρκίνου του παχέος εντέρου (Spyridoroulou et al, 2017).

Οι Kim et al (2016) πραγματοποίησαν μελέτη στην οποία αξιολόγησαν τη δραστηριότητα της μαστίχας ενάντια στην ανάπτυξη των ανθρώπινων καρκινικών κυττάρων YD-10B του στόματος. Σε καλλιέργεια κυττάρων YD-10B πρόσθεσαν μαστίχα σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (0, 1, 2, 5 και 10 mg/mL) και μετά από 24 ώρες προσδιόρισαν τον αριθμό των κυττάρων, τη βιωσιμότητα, τη μορφολογία και τις αποικίες που σχηματίστηκαν. Παρατήρησαν ότι η μαστίχα ανέστειλε την κυτταρική ανάπτυξη και μάλιστα όσο μεγαλύτερη η συγκέντρωσή της, τόσο μεγαλύτερη η δράση της. Στη μέγιστη συγκέντρωση των 10 mg / mL, παρατηρήθηκε σχεδόν 100% θανάτωση των καρκινικών κυττάρων ενώ σημειώθηκε μορφολογική αλλαγή και πυρηνικός κατακερματισμός. (Kim et al., 2016). Η μαστίχα φαίνεται σύμφωνα με τα υπάρχοντα επιστημονικά στοιχεία ότι δρα και ενάντια σε ορισμένους τύπους λευχαιμίας. Οι Loutrari et al. (2006) αξιολόγησαν την χημειοπροληπτική, χημειοθεραπευτική και αντιαγγειογενετική δράση του μαστιχέλαιου και της περιλλυλικής αλκοόλης, που περιέχεται στο μαστιχέλαιο. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε κύτταρα ανθρώπινης λευχαιμίας K562 και παρατηρήθηκε αντιπολλαπλασιαστική και προαποπτωτική δράση ενάντια στα καρκινικά κύτταρα και αναστολή της απελευθέρωσης του αγγειακού ενδοθηλιακού αυξητικού παράγοντα. Η αναστολή αυτή εξαρτάται από το χρόνο και την ποσότητα του μαστιχέλαιου (0,01-0,1% v / v) (Loutrari et al., 2006).

Οι Magkouta et al. (2009) σε in vivo μελέτη που έκαναν ασχολήθηκαν με την αντινεοπλασματική επίδραση και αποτελεσματικότητα του μαστιχέλαιου. Χορήγησαν 3 φορές την εβδομάδα για ένα χρονικό 3 βδομάδων 45 mg μαστιχέλαιο / kg σωματικού βάρους, ενδοπεριτοναϊκώς σε ποντίκια με ανοσοκαταστολή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε αναστολή της ανάπτυξης του όγκου και συρρίκνωση του όγκου περίπου στο 56,4% (Magkouta et al., 2009).

Οι Loutraki et al. (2011) ασχολήθηκαν με τη μελέτη της αντιμεταστατικής δράση του μαστιχέλαιου. Χρησιμοποίησαν μαστιχέλαιο σε συγκεντρώσεις 0,01 -0,04% v/v σε κύτταρα αδενοκαρκινώματος πνεύμονα Lewis. Παρατηρήθηκαν ότι ανέστειλε τον σχηματισμό νέων δικτύων αγγείων που μπορούν να προκαλέσουν μετάσταση (Loutrari et al., 2011).

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω δεδομένα η μαστίχα Χίου εμφανίζει αντικαρκινική επίδραση και αλλάζει τόσο τη μορφολογία των κυττάρων, ώστε να οδηγούνται σε απόπτωση.

4.7 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Σύμφωνα μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, η μαστίχα Χίου έχει αντιφλεγμονώδη και αντιοξειδωτική δράση, γεγονός που φαίνεται να ασκεί επίδραση στις οδούς που σχετίζονται με την ενδοθηλιακή και αγγειακή φλεγμονή και τη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης, γεγονός που οδηγεί σε μείωση του εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων (Tzani et al., 2018). Οι Loizou et al., (2009) μελέτησαν το ουδέτερο κλάσμα της μαστίχας σε συγκεντρώσεις 25 – 200 μg/ml και μίας τερπενικής αλκοόλης που είναι συστατικό της μαστίχας, της τிருκαλόλης (tirucallol) σε συγκεντρώσεις 0,1-100μM στην έκφραση δύο μορίων προσκόλλησης, του VCAM -1 και του ICAM-1 και στην προσκόλληση μονοκυττάρων σε διεγερμένα TNF-άλφα Ανθρώπινα Ενδοθηλιακά Κύτταρα Αορτής. Παρατηρήθηκε ότι τόσο το ουδέτερο κλάσμα μαστίχας όσο και η τிருκαλόλη, προκαλούν αναστολή της έκφρασης των VCAM-1 και του ICAM-1 και της προσκόλλησης μονοκυττάρων στα διεγερμένα ενδοθηλιακά κύτταρα αορτής. Οι αναστολές αυτές σχετίζονται με την πρόληψη εμφάνιση της αθηροσκλήρωσης (Loizou et al., 2009).

Οι Tzani et al, (2018) αξιολόγησαν την ικανότητα της μαστίχας να βοηθά στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και στον περιορισμό της βλάβης που προκαλεί η υπέρταση σε ορισμένα όργανα του σώματος. Σε υπερτασικούς αρουραίους χορήγησαν ημερησίως 40 mg μαστίχα / kg σωματικού βάρους για 2 εβδομάδες. Παρατηρήθηκε μείωση της συστολικής, της διαστολικής και της μέσης αρτηριακής πίεσης και μείωση των βλαβών που είχαν υποστεί ορισμένα όργανα, όπως είναι η διατομή, η ακαμψία και το πάχος του τοιχώματος της αορτής ή η αναστροφή των μικρών αγγείων του μυοκαρδίου. Σύμφωνα, λοιπόν με τα αποτελέσματα, η μαστίχα συμβάλλει ευεργετικά στη μείωση της υπέρτασης και στην αποκατάσταση των καρδιαγγειακών αλλοιώσεων που η αυξημένη πίεση προκάλεσε (Tzani et al., 2018).

Η υψηλή χοληστερόλη και η υψηλή συγκέντρωση τριγλυκεριδίων συσχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο αθηροσκλήρωσης και εμφάνισης στεφανιαίας νόσου. Οι Vallianou et al. (2011) μελέτησαν τις υπολιπιδαιμικές ιδιότητες που παρουσιάζει το αιθέριο έλαιο μαστίχας καθώς και μεμονωμένα συστατικά του. Η επίδραση του αιθέριου ελαίου μαστίχας αξιολογήθηκε με τη βοήθεια παρθενικών (naïve) λεμφοκυττάρων και υπερλιπιδαιμικών αρουραίων. Η χορήγηση ελαίου μαστίχας στα λεμφοκύτταρα καθώς και η προσθήκη του ελαίου στη διατροφή των αρουραίων οδήγησε σε δοσοεξαρτώμενη μείωση της ολικής χοληστερόλης και των

τριγλυκεριδίων. Από τα συστατικά που δοκιμάστηκαν για την υπολιπιδαιμική δράση τους, τη μεγαλύτερη δραστικότητα παρουσίασε το καμφένιο (camphene), το οποίο σε δόσεις 30 μg/g σωματικού βάρους μείωσε την ολική χοληστερόλη (-54,5%), την LDL-χοληστερίνη (-54%) καθώς και τα τριγλυκερίδια (-34,5) (Vallianou et al., 2011)

Οι Andreadou et al. (2016) πραγματοποίησαν in vivo μελέτη για να αξιολογήσουν την αντιισχαιμική και αντιαθηρωματική δράση του εκχυλίσματος της μαστίχας Χίου. Το ολικό εκχύλισμα χωρίς πολυμερές και το ουδέτερο κλάσμα μαστίχας προστέθηκαν στη διατροφή υπερλιπιδαιμικών κουνελιών σε σταθερή δόση, ίση με 46 mg / kg / ημέρα, για διάστημα 6 εβδομάδων. Προκλήθηκε ισχαιμικό επεισόδιο στα ζώα και μετά από τρεις ώρες αξιολογήθηκε ξεκίνησε η επαναιμάτωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα κουνέλια που είχε εμπλουτιστεί η διατροφή τους με ένα από τα δύο εκχυλίσματα οδήγησε σε μείωση του εμφράγματος και σε μείωσης των επιπέδων της ολικής χοληστερόλης και την λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) (Andreadou et al., 2016).

Επίσης, οι Kartalis et al (2016) αξιολόγησαν την επίδραση της μαστίχας Χίου στην χοληστερόλη και στη γλυκόζη νηστείας 179 εθελοντών, με αρχικά ολικά επίπεδα χοληστερόλης >200 mg/dl εκ των οποίων οι 156 ολοκλήρωσαν την έρευνα. Η δοκιμή ήταν ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο και οι εθελοντές χωρίστηκαν σε 4 ομάδες όπου η πρώτη έλαβε το εικονικό φάρμακο, η δεύτερη έλαβε 1g ακατέργαστη μαστίχα σε κάψουλες (330 mg/ κάψουλα), η τρίτη ομάδα έλαβε 1 g μαστίχα χωρίς το πολυμερές και η τέταρτη ομάδα έλαβε 2 g μαστίχα σκόνη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η πιο δραστική μορφή ήταν η ακατέργαστη μαστίχα σε κάψουλες, όπου οδήγησε σε μείωση της ολικής χοληστερόλης κατά 11,5 mg/dl και ακολουθούσε η μαστίχα χωρίς πολυμερές, όπου η μείωση ήταν 4,5 mg/dl. Ειδικά στους υπέρβαρους και παχύσαρκους ασθενείς, η μείωση της ολικής χοληστερόλης ήταν 13,5 mg/dl και 5,1 mg/dl αντίστοιχα. Είναι αξιοσημείωτο ότι αν και το πολυμερές θεωρείται ότι δεν περιέχει βιοδραστικές ενώσεις, παρατηρείται ότι στη συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία, η απομάκρυνσή του οδήγησε και σε μείωση της δραστικότητας της μαστίχας (Kartalis et al., 2016).

Οι Dedoussis et al., (2004) μελέτησαν τους μοριακούς μηχανισμούς οι οποίοι αναπτύσσονται από το πολικό εκχύλισμα μαστίχας. Όταν μονοπύρηνια κύτταρα του περιφερικού αίματος εκτέθηκαν σε οξειδωμένη λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (oxLDL) παρατηρήθηκε απόπτωση και νέκρωση των κυττάρων, η οποία ήταν ανάλογη με τον χρόνο έκθεσης. Όταν στην καλλιέργεια προστέθηκε το πολικό

εκχύλισμα μαστίχας παρατηρήθηκε αναστολή των δύο φαινομένων. Η αναστολή αυτή αποδόθηκε στο γεγονός ότι το εκχύλισμα μαστίχας, και συγκεκριμένα το κλάσμα των τριτερπενοειδών οδήγησε σε αποκατάσταση των επιπέδων γλουταθειόνης και μείωση της έκφρασης των CD36 (Dedoussis et al., 2004).

Οι Kontogiannis et al. (2019) αξιολόγησαν την επίδραση της μαστίχας Χίου στο γονιδιακό υλικό που εμπλέκεται με την υπέρταση και στην αιμοδυναμική σε υπέρταση. Σε μια τυχαίοποιημένη διπλή-τυφλή διασταυρούμενη μελέτη στην οποία 27 άτομα εκ των οποίων τα 13 είχαν υπέρταση, χορηγήθηκαν σε μία ομάδα 2,8 mg μαστίχας σε δισκία των 0,7g ενώ μία δεύτερα ομάδα, η οποία λειτούργησε ως μάρτυρας χορηγήθηκε ίση ποσότητα εικονικού φαρμάκου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ομάδα που έλαβε τη μαστίχα, οι ασθενείς παρουσίασαν μείωση της αορτικής και περιφερική αρτηριακής πίεσης, η οποία ήταν στατιστικώς σημαντική συγκριτικά με την ομάδα που έλαβε το εικονικό φάρμακο. Η γονιδιακή έκφραση μορίων που σχετίζονται με την υπέρταση (των πρωτεασωμικών υπομονάδων PSMB6, PSMB7, RPN6, του μοριακού συνοδού HSP27 και των προοξειδωτικών γονιδίων NOX2) μειώθηκε. (Kontogiannis et al., 2019).

Η ευεργετική επίδραση της μαστίχας φαίνεται ότι επηρεάζεται και από τη μορφή στην οποία καταναλώνεται. Οι Triantafyllou et al. (2007) αξιολόγησαν την καρδιοπροστατευτική και ηπατοπροστατευτική δράση της σκόνης μαστίχας σε σύγκριση με το υδατικό εκχύλισμα μαστίχας. Για τη μελέτη τους χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα 133 ατόμων ηλικίας μεγαλύτερης των 50 ετών. Το δείγμα διαχωρίστηκε τυχαία σε δύο ομάδες από τις οποίες η μία λάμβανε καθημερινά 5g σκόνη μαστίχας σε ημερήσια βάση και η άλλη λάμβανε εκχύλισμα μαστίχας για μία περίοδο 18 και 12 μηνών αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα που λάμβανε σκόνη μαστίχας Χίου παρουσίασε βελτίωση αρκετών παραμέτρων που δηλώνουν ηπατοπροστατευτική και καρδιοπροστατευτική δράση. Για την ακρίβεια μειώθηκαν τα επίπεδα της ολικής χοληστερόλης στον ορό και της LDL (λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας, τα επίπεδα τρανσαμινασών (SGOT , SGPT) γ-γλουταμυλοτρανσφεράσης (γ – GT). Οι συγκεκριμένες τρανσαμινάσες είναι ένζυμα που παράγονται στο ήπαρ, ενώ η γ-γλουταμυλοτρανσφεράση είναι ένζυμο των χοληφόρων και του ήπατος. Η αύξηση αυτών των τιμών μπορεί να δηλώνει βλάβη των αντίστοιχων οργάνων (Triantafyllou et al., 2007).

4.8 ΜΑΣΤΙΧΑ ΚΑΙ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μία χρόνια νόσος που σχετίζεται με την αύξηση της γλυκόζης του αίματος και την μειωμένη παραγωγή ινσουλίνης. Τα συμπτώματα που παρουσιάζει εξελίσσονται και επιδεινώνονται με το πέρασμα του χρόνου, υποβαθμίζοντας συχνά την ποιότητα ζωής των ασθενών. Η μαστίχα Χίου μελετάται τα τελευταία χρόνια σαν ένα συστατικό που μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της συγκέντρωσης της γλυκόζης του αίματος και στη ρύθμιση της παραγωγής ινσουλίνης. Τα αποτελέσματα των ερευνών είναι αισιόδοξα, καθώς φαίνεται να φέρει την δυνητική ικανότητα να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση της νόσου, χωρίς να δημιουργούνται παρενέργειες από την κατανάλωσή της.

Ακόμη και χαμηλές δόσεις μαστίχας σε καθημερινή βάση φαίνεται ότι μπορούν να επηρεάσουν θετικά τα επίπεδα γλυκόζης και χοληστερόλης ενός οργανισμού. Οι Georgiadis et al (2014) αξιολόγησαν την επίδραση της ακατέργαστης μαστίχας Χίου στον σακχαρώδη διαβήτη. Για την πειραματική πορεία χρησιμοποιήθηκαν ποντίκια C57bl/6 στα οποία προκλήθηκε διαβήτης με στρεπτοζοτοκίνη. Τα ποντίκια διακρίθηκαν σε 3 ομάδες και κάθε ομάδα διέθετε 9 μέλη. Η πρώτη ήταν η ομάδα ελέγχου έλεγχος., η δεύτερη έλαβε χαμηλή ημερήσια δόση μαστίχας για 8 εβδομάδες (20 mg/kg σωματικού βάρους), ενώ η τρίτη έλαβε υψηλή δόση μαστίχας (500 mg/kg σωματικού βάρους) για το ίδιο χρονικό διάστημα. Έγινε προσδιορισμός της έναρξη των λιπιδίων και της γλυκόζης ορού στην έναρξη και μετά από 4 και 8 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση των επιπέδων γλυκόζης και τριγλυκεριδίων και στις δύο ομάδες που λάμβαναν μαστίχα, από την 4^η εβδομάδα. Στο τέλος της πειραματικής πορείας μετρήθηκαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές των επιπέδων γλυκόζης, χοληστερόλης και χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνικής χοληστερόλης, ενώ βελτιώθηκε και η ηπατική δυσλειτουργία (Georgiadis et al., 2014).

Παρόμοια πειραματική πορεία επαναλήφθηκε από τους Tzani et al. (2016), όπου κατέληξε σε παρόμοια συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η μαστίχα Χίου αξιολογήθηκε ικανή να οδηγεί σε βελτίωση των μεταβολικών διαταραχών, να ασκεί αντιφλεγμονώδη επίδραση σε διαβητικούς μύες και να περιορίζει την ηπατική βλάβη ακόμη και σε χαμηλές δόσεις (20 mg/kg σωματικού βάρους)

Οι Rehman et al. (2015) διερεύνησαν την αντιδιαβητική δράση ακατέργαστο κόμμι μαστίχας *Pistacia lentiscus* αρουραίους στους οποίους είχε προκληθεί διαβήτης με αλλοξάνη. Χορηγήθηκαν 100 mg/kg σε ημερήσια βάση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ακατέργαστο κόμμι μείωσε σημαντικά τη γλυκόζη του αίματος, καθώς και τα ηπατικά ένζυμα τρανσαμινάση της αλανίνης (ALT) και ασπαρτική τρανσαμινάση (AST). Η αυξημένη συγκέντρωση των ενζύμων αυτών μπορεί να υποδηλώνει φλεγμονή ή ηπατική βλάβη. Η κόμμι μαστίχας, λοιπόν, έδρασε αντιδιαβητικά και ηπατοπροστατευτικά (Rehman et al., 2015).

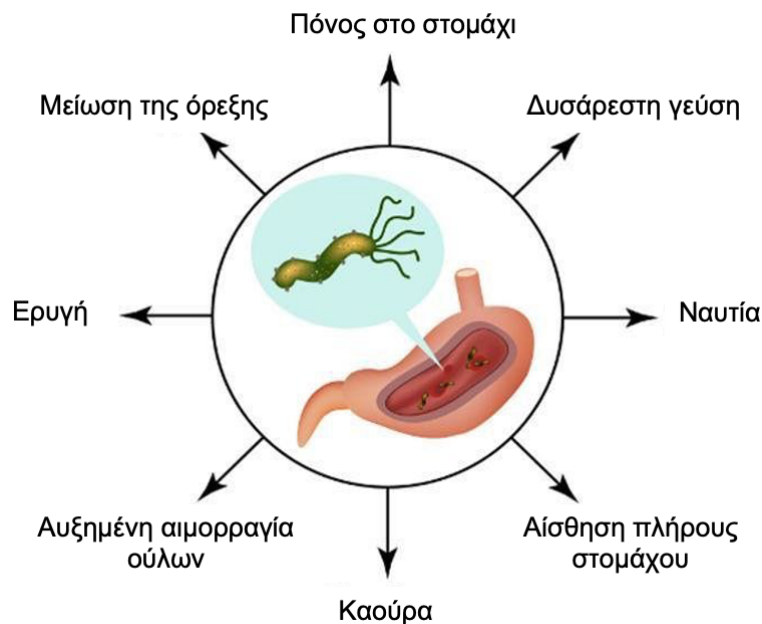
Επίσης, οι Fukazawa et al. (2018), πραγματοποίησαν μελέτη με αντικείμενο την επίδραση της μαστίχας Χίου στην υπερχοληστεραιμία, στην ηπατική λειτουργία και στην αντίσταση ενός οργανισμού στην ινσουλίνη. Στην έρευνα συμμετείχαν κλινικά υγιής, μη καπνιστές άνδρες από την Ιαπωνία, με ηλικία μεγαλύτερη των 40 ετών. Χωρίστηκαν τυχαία σε ομάδα ελέγχου, ομάδα που λάμβανε μαστίχα 5g/ ημέρα, ομάδα που λάμβανε μαστίχα 5 g/ ημέρα και ακολουθούσε και πρόγραμμα άσκησης 30 min τρεις φορές την ημέρα. Η μελέτη διήρκησε 6 μήνες και μετρήσεις για τον έλεγχο της αντίστασης στην ινσουλίνη έγινε στους 3 και 6 μήνες. Παρατηρήθηκε ότι η λήψη μαστίχας οδήγησε σε σημαντική μείωση τη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων και ινσουλίνης στον ορό, ενώ η σωματική άσκηση ενίσχυσε την αντίσταση στην ινσουλίνη (Fukazawa et al., 2018).

4.9 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

Η ευεργετική δράση της μαστίχας ενάντια στις γαστρεντερικές διαταραχές είναι μία από τις πιο αναγνωρισμένες θεραπευτικές ιδιότητες της. Η μαστίχα βοηθάει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση συμπτωμάτων όπως είναι η γαστραλγία, δηλαδή ο έντονος πόνος στο στομάχι, η δυσπεψία και το πεπτικό έλκος, τα οποία συνδέονται με τη λοίμωξη από το Gram-(-)-αρνητικό βακτήριο *Helicobacter pylori* (ελικοβακτήριο του πυλωρού) (Χυнос et al. 2018). Αποτελεί την κύρια αιτία για την ανάπτυξη διαφόρων ασθενειών του στομάχου, όπως γαστρίτιδα, γαστρικό έλκος, έλκος του δωδεκαδακτύλου και γαστρικό καρκίνωμα (Haq et al., 2021).

Τα άτομα που έχουν νοσήσει μπορεί για μεγάλο χρονικό διάστημα να παραμένουν ασυμπτωματικά. Συνήθως, εμφανίζονται συμπτώματα αφού το στομάχι

ή η βλεννογόνους του δωδεκαδακτύλου έχουν υποστεί βλάβη. Τα συμπτώματα είναι ποικίλα και δεν είναι χαρακτηριστικά της νόσου, όπως πόνος στο στομάχι, ναυτία, καούρα, ερυγή, αίσθημα πλήρωσης του στομάχου, δυσάρεστη αναπνοή και μείωση της όρεξης (εικόνα 13) (Haq et al., 2021).



Εικόνα 17: Συμπτωματολογία ελικοβακτηρίου του πυλωρού

Πηγή: Haq et al., 2021

Το ελικοβακτήριο του πυλωρού αναγνωρίστηκε το 1982, από τους Marshall & Warren, οι οποίοι τιμήθηκαν με βραβείο Νόμπελ για την ανακάλυψή τους (Haq et al., 2021). Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε, οι ερευνητές αξιολόγησαν την αντιμικροβιακή δράση της μαστίχας έναντι κυττάρων *Helicobacter pylori* τα οποία είχαν απομονωθεί προηγουμένως από κλινικά δείγματα. Οι τελικές συγκεντρώσεις των βακτηριακών κυττάρων προσδιορίστηκαν με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης (Transmission Electron Microscope -TEM). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ρητίνη μαστίχας έδρασε ενάντια στα βακτήρια *H.pylori*. Σε συγκέντρωση 125 μg μαστίχα / ml θανατώθηκε σχεδόν ο μισός πληθυσμός των βακτηριακών κυττάρων (50%), ενώ η συγκέντρωση 500 μg μαστίχας / mL οδήγησε σε μείωση των βακτηριακών κυττάρων κατά 90%. Η έκθεση στη μαστίχα προκάλεσε την ανάπτυξη φυσαλίδων στα κύτταρα, την εμφάνιση μορφολογικών ανωμαλιών και τον κατακερματισμό των κυττάρων *H.pylori* (Marone et al., 2001). Οι Paraschos et al. (2007) επιβεβαίωσαν τη δράση της μαστίχας εναντίον του *H.pylori*. Χορήγησαν 0,75mg / ημέρα εκχύλισμα μαστίχας χωρίς πολυμερές για χρονικό διάστημα 3 μηνών,

σε ποντίκια που είχαν μολυνθεί με το ελικοβακτήριο του πυλωρού και παρατήρησαν μείωση του αποικισμού το *H.pylori* κατά 30 φορές περίπου. Θέλοντας να εξετάσουν που οφειλόταν η αντιβακτηριακή δράση της μαστίχας, διαχώρισαν το εκχύλισμα σε όξινο και ουδέτερο κλάσμα, ταυτοποίησαν τη σύστασή τους (όξινο κλάσμα: τριτερπενικά οξέα, ουδέτερο κλάσμα: τριτερπενικές αλκοόλες και αλδεΐδες) και έλεγξαν *in vitro* την αντιβακτηριακή δράση τους. Το πιο δραστικό αποδείχτηκε το όξινο κλάσμα της μαστίχας με ελάχιστη βακτηριοκτόνο συγκέντρωση 0,139 mg/ml και η πιο δραστική ουσία το ισομασταδιενικό οξύ με ελάχιστη βακτηριοκτόνο συγκέντρωση τα 0,202 mg / mL (Paraschos et al., 2007) .

Η θεραπευτική επίδραση της ρητίνης μαστίχας και του μαστιχέλαιου ενάντια στις γαστρεντερικές διαταραχές οφείλεται στη χημική τους σύνθεση. Έχουν γίνει έρευνες ώστε να αποσαφηνιστεί ποιο ή ποια συστατικά ή ομάδα συστατικών έχουν τη συγκεκριμένη δυννητική ικανότητα. Υπάρχουν στοιχεία ότι το αιθέριο έλαιο της μαστίχας είναι το κλάσμα εκείνο που παρουσιάζει αντιμικροβιακή δράση. Οι Miyamoto et al (2014) σε μελέτη που πραγματοποίησαν προσπάθησαν να προσδιορίσουν ποιο συγκεκριμένο συστατικό ήταν αυτό που ήταν υπεύθυνο για τη δράση της μαστίχας εναντίον του *Helicobacter pylori*. Αφού παρασκεύασαν το αιθέριο έλαιο μαστίχας με τη βοήθεια της αέρια χρωματογραφίας – φασματοσκοπίας μάζας (GC-MS) μελέτησαν τη σύνθεσή του και εντόπισαν 20 συστατικά εκ των οποίων τα 10 παρουσίασαν δράση εναντίον του συγκεκριμένου βακτηρίου. Η α-τερπινεόλη και η (E)-μεθυλ ισοευγενόλη έδειξαν το αντι-*H.pylori* δραστικότητα έναντι τεσσάρων διαφορετικών στελεχών του ελικοβακτηριδίου του πυλωρού που καθορίστηκαν από ασθενείς με γαστρίτιδα, γαστρικό έλκος και γαστρικό καρκίνο. (Miyamoto et al., 2014).

Οι Al-Habbal et al, (1984) μελέτησαν την επίδραση της σκόνης μαστίχας σε 38 ασθενείς με επιβεβαιωμένο και συμπτωματικό έλκος δωδεκαδακτύλου. Χορήγησαν σε 20 από τους 38 ασθενείς, 1 g / ημέρα μαστίχας από το στόμα για δύο βδομάδες, ενώ στους υπόλοιπους 18 ασθενείς, δόθηκε εικονικό φάρμακο (1 g λακτόζης/ ημέρα) για το ίδιο χρονικό διάστημα. Το 80% των ασθενών που έλαβαν μαστίχα δήλωσαν ανακούφιση από τα συμπτώματα και για το 70% παρουσίασε επούλωση του έλκους που επαληθεύτηκε ενδοσκοπικά. Το ποσοστό των ασθενών που παρουσίασαν επούλωση στη μονάδα ελέγχου ήταν μόλις 22%. Κατά συνέπεια, η μαστίχα είχε ευεργετικά αποτελέσματα στη θεραπεία του πεπτικού έλκους (Al-Habbal et al., 1984).

Οι Dados et al (2010) αξιολόγησαν την επίδραση της μαστίχας σε 52 ασθενείς που έπασχαν από λοίμωξη από *H.pylori*. Διαχώρισαν τους ασθενείς σε 4 ομάδες και

τους χορήγησαν τσίχλα μαστίχας (1,05g/ημέρα), φυσική μαστίχα (1,05g/ημέρα) + παντοπραζόλη (1,05g/ημέρα +40 mg/ημέρα) ή παντοπραζόλη + αμοξικιλίνη + κλαριθρομυίνη (40 mg/ημέρα+1g/ημέρα+ 0,5 g/ημέρα). Παρατήρησαν ότι η μαστίχα ανακούφισε από τα συμπτώματα δυσπεψίας και τις γαστρεντερικές διαταραχές που οφείλονταν στο H.pylori, χωρίς να προκαλέσει σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες και παρουσίασε ήπια βακτηριοκτόνο δράση, αν και όχι τόσο αποτελεσματική όσο της ομάδας που ακολούθησε αποκλειστικά φαρμακευτική αγωγή (Dados et al., 2010).

4.10 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ

Η επίδραση της μαστίχας στη στοματική υγιεινή έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας. Η αργή αλλαγή στην υφή της μαστίχας και η σκληρότητας της συνεισφέρουν στην εκγύμναση των ούλων κατά τη μάσηση και, παράλληλα, στη διέγερση και στην αύξηση της παραγωγής σιέλου, προσδίδοντας μία αίσθηση φρεσκάδας και καθαρότητας της στοματικής κοιλότητας. Η αντιμικροβιακή και αντιφλεγμονώδης δράση της μαστίχας συνεισφέρουν, επίσης, στη στοματική υγιεινή.

Ο *Porphyromonas gingivalis* είναι ένα Gram αρνητικό βακτήριο που αναπτύσσεται σε αναερόβιες συνθήκες στη στοματική κοιλότητα. Θεωρείται μία από τις κύριες αιτίες της στοματικής δυσοσμίας, αλλά και της εμφάνισης περιοδοντικών παθήσεων. Ο Sterer (2006) αξιολόγησε την ικανότητα μεθανολικού εκχυλίσματος μαστίχας να δράσει εναντίον του *P. gingivalis*. Χάρτινοι δίσκοι διαμέτρου 6 mm, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για την ανάλυση αντιβιοτικών, βυθίστηκαν σε μεθανολικά εκχυλίσματα μαστίχας συγκέντρωσης 0, 5, 10, 20,40 mg/ml και σε εμπορικά διαθέσιμο στοματικό διάλυμα που περιέχει χλωρεξιδίνη 0,2% ως αντισηπτικό. Οι δίσκοι αφού εμποτίστηκαν, ξηράθηκαν και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε άγαρ στην επιφάνεια του οποίου επιστρώθηκε *P. gingivalis*. Μετά από επώαση στους 37°C για 72h σε αναερόβιες συνθήκες μετρήθηκαν οι ζώνες ανάπτυξης του βακτηρίου και υπολογίστηκε η βακτηριακή αναστολή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα μαστίχας έδειξαν αναστολή της ανάπτυξης του βακτηρίου, αν και όχι στο βαθμό που σημειώθηκε αναστολή από τη χλωρεξιδίνη (Sterer, 2006).

Με την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών εκτός από την περιοδοντίτιδα σχετίζεται και η οδοντική τερηδόνα. Ο *Streptococcus mutans* είναι ένας από τους κυριότερους μικροοργανισμούς που προκαλούν τερηδόνα. Οι Aksoy et al., (2006) πραγματοποίησαν μελέτη όπου προσπάθησαν να αξιολογήσουν αν η τσίχλα

μαστίχας μπορεί να αναπτύξει αντιβακτηριδιακή δράση ενάντια στον *S. mutans*. Σε in vitro δοκιμή με τη μέθοδο διάχυσης δίσκου εξετάστηκε η κυτταροτοξικότητα διαλυμάτων μαστίχας με διάφορους διαλύτες (χλωροφόρμιο, ακετόνη, πετρελαϊκός αιθέρας και αιθανόλη) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε κλινική δοκιμή όπου σε 25 άτομα με υγιής στοματική κοιλότητα δόθηκε να μασήσουν τσίχλα μαστίχας για 15 λεπτά και τσίχλα εικονικού φαρμάκου (παραφίνη) και ελήφθησαν δείγματα σάλιου. Τα δείγματα εμβολιάστηκαν σε άγαρ και μετά από επώαση 48 ωρών σε αναερόβιες συνθήκες στους 37°C, μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των βακτηρίων που επιβίωσε. Από τους διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν πιο αποτελεσματική ήταν η ακετόνη και η αιθανόλη και από την κλινική δοκιμή που πραγματοποιήθηκε, η τσίχλα μαστίχας επέτρεψε την ανάπτυξη σημαντικά λιγότερο βακτηρίων από την τσίχλα παραφίνης (Aksoy et al., 2006).

Επίσης, στο στόμα εμφανίζονται συχνά φλεγμονώδεις καταστάσεις και για να αντιμετωπισθούν συνηθίζεται η χορήγηση αντιμικροβιακών παραγόντων. Ωστόσο, οι αντιμικροβιακοί αυτοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν παρενέργειες και να οδηγήσουν στην ανάπτυξη στελεχών μικροοργανισμών ανθεκτικών στα αντιβιοτικά. Οι Kouychev et al (2017) μελέτησαν την πιθανότητα το εκχύλισμα μαστίχας να αποτελέσει ένα φυσικό αντιμικροβιακό παράγοντα. Αξιολογήθηκε η αντιμικροβιακή δράση των εκχυλισμάτων μαστίχας έναντι ορισμένων κοινών παθογόνων βακτηρίων που συναντώνται στη στοματική κοιλότητα (*Porphyromonas gingivalis*, *Streptococcus mutans* [Sm], *Streptococcus oralis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia* και *Prevotellens*) και συγκρίθηκε η κυτταροτοξική της δράση συγκριτικά με τα τους πιο κοινούς αντιμικροβιακούς παράγοντες όπως το υπεροξειδίο του υδρογόνου και η διλυκονική χλωρεξιδίνη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το εκχύλισμα μαστίχας οδήγησε σε αυξημένη αναστολή της ανάπτυξης των παθογόνων συγκριτικά με το υπεροξειδίο ενώ παράλληλα δεν επηρέασε τη βιωσιμότητα των κυττάρων. Αυτό συνεπάγεται ότι έχει αντιβακτηριακή δράση χωρίς ωστόσο να προκαλεί βλάβες στα κύτταρα της στοματικής κοιλότητας (Kouychev et al., 2017).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μαστίχα της Χίου σήμερα αναγνωρίζεται, παγκοσμίως, από την επιστημονική κοινότητα, τόσο για το ιδιαίτερο άρωμά της, όσο και για τις θεραπευτικές της ιδιότητες.

Η μαστίχα περιέχει ένα σημαντικό αριθμό βιοδραστικών συστατικών σε διάφορες αναλογίες. Οι κυριότερες βιοδραστικές ενώσεις που περιέχονται στη μαστίχα είναι τα τερπένια που βρίσκονται στο όξινο και ουδέτερο κλάσμα της μαστίχας, αλλά και στο αιθέριο έλαιο της.

Αποτελέσματα διάφορων εργαστηριακών ερευνών και κλινικών μελετών, που πραγματοποιούνται από ανεξαρτήτους ερευνητές, σε διεθνές, αλλά και εθνικό επίπεδο, αναδεικνύουν τις μοναδικές και ευεργετικές ιδιότητες της μαστίχας. Συγκεντρωτικά, η ευεργετική και θεραπευτική δράση της μαστίχας είναι σημαντική. Σύμφωνα με τα επιστημονικά δεδομένα:

- διαθέτει αντιμικροβιακές ιδιότητες. Έχει αντιβακτηριδιακή δράση, όπως για παράδειγμα έναντι του *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pseudomonas fragi*, *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter cloacea*, *Eschericia c*. Έχει αντιμυκητιακή δράση έναντι των *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Torulopsis glabrata*, *Microsporium canis*, *Trichophyton mentagrophytes* και *Trichophyton violaceum*.
- έχει αντιοξειδωτική δράση. Επιτυγχάνει να προστατεύει τα τρόφιμα που έχουν λιπαρή βάση από την οξειδωση, μειώνουν την οξειδωτική βλάβη που προκαλείται από την έκθεση σε ακτινοβολία UVB. Αντιοξειδωτική δράση παρουσιάζουν και ορισμένα από τα συστατικά που περιέχει η μαστίχα και το μαστιχέλαιο, όπως το ολεονικό οξύ, το α-πινένιο και το μυρκένιο.
- έχει αντιφλεγμονώδη δράση
- συντελεί στην επούλωση τραυμάτων και στην ανάπλαση της επιδερμίδας
- αξιολογείται για επίδραση ενάντια στον καρκίνο, τον σακχαρώδη διαβήτη και την καρδιοπροστατευτική της δράση με πολύ θετικά αποτελέσματα
- προστατεύει από γαστρεντερικά προβλήματα

Πιθανολογείται ότι η αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση που η μαστίχα εμφανίζει, επιδρούν θετικά στην προστασία του ανθρώπινου οργανισμού από διάφορες χρόνιες ασθένειες που σχετίζονται με την καρδιά, το γαστρεντερικό σύστημα, την καρκινογένεση. Είναι χρήσιμο μελλοντικά να πραγματοποιηθούν έρευνες με

σκοπό να προσδιοριστεί η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα μαστίχας, αλλά και να αποσαφηνιστούν οι μηχανισμοί με τους οποίους τα βιοδραστικά συστατικά που περιέχει εμφανίζουν ευεργετικές ιδιότητες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Aksoy, A., Duran, N., Koksai, F.** (2006). In vitro and in vivo antimicrobial effects of mastic chewing gum against *Streptococcus mutans* and *mutans streptococci*. *Archives of Oral Biology* 51 (6), 476-481: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16343417/>
- **Aldred, E.M., Buck, C., Vall, K.** (2009). Chapter 22 – Terpenes. In the Book: *Pharmacology: A Handbook for Complementary Healthcare Professionals*: 167-174: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443068980000220>
- **Al-Habbal, M.J., Al-Habbal, Z., Huwez, F.U.** (1984). A double-blind controlled clinical trial of mastic and placebo in the treatment of duodenal ulcer. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 11 (5): 541-544: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6395994/>
- **Amerikanou, C, Dimitropoulou, E., Gioxari, A., Papada, E., Tatani, A, Fotakis, C., Zoumpoulakis, P., Kaliora, A.C.** (2019). Linking the IL-17A immune response with NMR-based faecal metabolic profile in IBD patients treated with Mastiha. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 138: 111535: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34311533/>
- **Andreadou, I., Mitakou, S., Paraschos, S., Efentakis, P., Magiatis, P., Kaklamanis, L., Halabalaki, M., Skaltsounis, L., Illiodromitis, E.K.** (2016). “*Pistacia lentiscus* L.” reduces the infarct size in normal fed anesthetized rabbits and possess antiatheromatic and hypolipidemic activity in cholesterol fed rabbits. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 23 (11): 1220-1226: <https://europepmc.org/article/med/27316396>
- **Andrikopoulos N.K., Kaliora A.C., Assimopoulou A.N., Papageorgiou V.P.** (2003). Biological activity of some naturally occurring resins, gums and pigments against in vitro LDL oxidation. *Phytotherapy Research*, 17 (5): 501-7: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12748987/>
- **Assimopoulou, A.N. & Papageorgiou, V.P.** (2005). GC-MS analysis of penta- and tetra- cyclic triterpenes from resins of *Pistacia* species. Part I. *Pistacia lentiscus* var. *Chia*. *Biomedical Chromatography*, 19 (4): 285 - 311: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15651084/>

- **Assimopoulou, A.N., Zlatanov, S.N., Papageorgiou, V.P.** (2005). Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oil substrates. *Food Chemistry*, 92 (4): 721-727: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881460400679X>
- **Balan, K.V., Demetzos, C., Prince, J., Dimas, K., Cladaras, M., Han, Z., Wyche, J.H., Pantazis, P.** (2005). Induction of apoptosis in human colon cancer HCT116 cells treated with an extract of the plant product, Chios mastic gum. *In Vivo*, 19 (1): 93-102: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15796160/>
- **Bishayee, A., Ahmed, S., Brankov, N., Perloff, M.** (2011). Triterpenoids as potential agents for the chemoprevention and therapy of breast cancer. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 16 (3): 980 -996: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3057757/>
- **Boelens, M.H. & Jimenez, R.** (1991). Chemical composition of the essential oils from the gum and from various part of Pistacia lentiscus L. (mastic gum tree). *Flavour and Fragrance Journal*, 6 (4): 271-275: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.2730060406>
- **Browicz, K.** (1987). Pistacia lentiscusv. Chia (Anacardiaceae) on Chios island. *Plant Systematics and Evolution*, 155: 189-195: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00936298>
- **Dabos, K.J., Sfika, E., Vlatta, L.J., Giannikopoulos, G.** (2010). The effect of mastic gum on Helicobacter pylori: a randomized pilot study. *Phytomedicine*, 17 (3-4): 296-299: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19879118/>
- **Dragovic, S., Dragovic-Uzelac, V. Pedisic, S., Cosic, Z., Friscic, M., Garofulic, I.E., Zoric, Z.** 2020. The Mastic Tree (Pistacia lentiscus L.) Leaves as Source of BACs: Effect of Growing Location, Phenological Stage and Extraction Solvent of Phenolic Content. *Food Technology and Biotechnology*, 58 (3): 303-314: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7709461/>
- **Dedoussis, G.V.Z., Kaliora, A.C., Psarras, S., Chiou, A., Mylonam A., Papadopoulos, N.G., Andrikopoulos, N.K.** (2004). Antiatherogenic effect of Pistacia Lentiscus via GSH restoration and downregulation of CD36 mRNA expression. *Atherosclerosis*, 174 (2): 293-303: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15136059/>

- **EMA (European Medicines Agency).** 2016. Assessment report on *Pistacia lentiscus* L., resina (mastic). Available online [10/05/2022]: https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-pistacia-lentiscus-l-resin-mastic_en.pdf
- **ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή).** (2022). Αποτελέσματα απογραφής πληθυσμού κατοικιών. ΕΛΣΤΑΤ 2011. 19.07.2022. [τελευταία πρόσβαση: 04/09/2022]. Διατίθεται στην ιστοσελίδα: https://elstat-outsourcers.statistics.gr/Census2022_GR.pdf
- **Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου.** Ο σχίνος της Χίου. [τελευταία πρόσβαση: 04/05/2022]. Διατίθεται στην ιστοσελίδα: <https://www.gummastic.gr/el/mastixa-chiou/sxinos-tis-chiou>
- **Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου.** Μαστιχοχώρια. [τελευταία πρόσβαση: 14/07/2022]. Διατίθεται στην ιστοσελίδα: <https://www.gummastic.gr/el/mastixoxoria/mastixoxoria-plirofories>
- **Georgiadis, I., Karatzas, T., Korou, L.-M., Agrogiannis, G., Vlachos, I.S., Pantopoulou, A., Tzanetakou, I.P., Katsilambros, N., Perrea, D.N.** (2014). Evaluation of Chios Mastic Gum of Lipid and Glucose Metabolism in Diabetic Mice. *Journal of Medicinal Food*, 17 (3): 393-399: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2013.0069>
- **Georgiadis, I., Karatzas, T., Korou, L.-M., Katsilambros, N. Perrea, D.** (2015). Beneficial Health Effect of Chios Gum Mastic and Peroxisome Proliferator – Activated Receptors: Indications of Common Mechanisms. *Journal of Medicinal Food*, 18 (1): 1-10: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2014.0021>
- **Gkogka, E., Hazeleger, W.C., Posthumus, M.A., Beumer, R.R.** (2012). The Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* var *Chia*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16 (6): 714-729: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2013.862074>
- **Gortzi, O., Rovoli, M., Katsoulis, K., Graikou, K., Karagniki, D.A., Stagos, D., Kouretas, Tsaknis, J., Chinou, I.** (2022). Study of Stability, Cytotoxic and Antimicrobial Activity of Chios Mastic Gum Fractions (Neutral, Acidic) after Encapsulation in Liposomes. *Foods*, 11 (3): 271: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/271>

- **Farooq, M., Azadfar, E., Rusu, A., Trif, M., Poushi, M.K., Wang, Y.** 2021. Improving the Shelf Life of Peeled Fresh Almond Kernels by Edible Coating with Mastic Gum. *Coatings*, 11 (6): 618: <https://www.mdpi.com/2079-6412/11/6/618>
- **Fukazawa, T., Smyrnioudis, I., Konishi, M., Takahasi, M., Kim, H.K., Nishimaki, M., Xiang, M., Sakamoto, S.** (2018). Effects of Chios mastic gum and exercise on physical characteristics, blood lipid markers, insulin resistance, and hepatic function in healthy Japanese men. *Food Science and Biotechnology*, 27 (3): 773-780: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6049696/>
- **Haq, I., Zahir, F., Zaman, R., Qayum, S., Mehmood, M., Khan, F., Khalid, f., Shahzad, Z., Hussain, S., Ahmad, I., Ullah, S., Bakht, S., Syed, F., Hussain, F., Khan, M.K.** (2021). Identification of Hematological change and Seroprevalence of Helicobacter Pylori infection in patients with perforated Peptic ulcer in district Peshawar KPK, Pakistan. *Bioscience Research*, 18 (3): 1981-1987:
https://www.researchgate.net/publication/353807630_Identification_of_Hematological_change_and_Seroprevalence_of_Helicobacter_Pylori_infection_in_patients_with_perforated_Peptic_ulcer_in_district_Peshawar_KPK_Pakistan
- **He, M.-L., Li, A., Xu, C.-S., Wang, S.-L., Zhang, M.-J., Gu, H., Yang, Y-Q., Tao, H.-H.** (2007). Mechanisms of antiprostata cancer by gum mastic: NF-kappaB signal as target. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 28 (3): 446-452: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17303010/>
- **Kaliora, A.C., Mylona, A., Chiou, Petsios, D.G., Andrikopoulos, N.K.** (2004). Detection and Identification of Simple Phenolics in Pistacia lentiscus Resin. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 27 (2): 282-300: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/JLC-120027100>
- **Kaliora A.C., Stathopoulou, M.G., Triantafillidis, J.K., Dedoussis, G.V.Z, Andrikopoulos, N.K.** (2007). Chios mastic treatment of patients with active Crohn's disease. *World Journal of Gastroenterology*, 13 (5): 748 – 753: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17278198/>
- **Kartalis, A., Didagelos, M., Georgiadis, I., Benetos, G., Smyrnioudis, N., Marmaras, H., Voutas, P., Zotika, C., Garoufalis, S., Andrikopoulos, G.** (2016). Effects of Chios mastic gum on cholesterol and glucose levels of healthy

volunteers: A prospective, randomized, placebo-controlled, pilot study (CHIOS MASTIHA). *European Journal of Preventive Cardiology*, 18 (1): 1-10: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25133901/>

- **Kim, J.-H., Choi, J.-H., Jung, Y.-S., Cho, M.-J., Lee, Y.-E., Park, D.-O., Song, K.-B.** (2016). Anticancer effect of mastic on human oral cancer cells. *Journal of Korean Academy of Oral Health*, 40 (3): 143-148: https://www.researchgate.net/publication/309439751_Anticancer_effect_of_mastic_on_human_oral_cancer_cells
- **Κοκολάκης, Α.Κ.** (2008). Ανάλυση και Μελέτη Βιολογικής Δραστηρότητας των Συστατικών της Ρητίνης του Φυτού *Pistacia lentiscus* var. Chia (Μαστίχας της Χίου). *Μεταπτυχιακή Διατριβή*. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Τμήμα Χημείας. Διατίθεται online [20/09/2022]: https://elocus.lib.uoc.gr/dlib/4/e/d/metadata-dlib-5cb26617d0a4ac132b88c63525b2e601_1237453128.tkl
- **Kostas, S., Hatzilazarou, S., Pipinis, E., Vasileiadis, A., Magklaras, P., Smyrnioudis, I., Vasilakis, T., Chazakis, M., Anastasiadi, V., Ziogou, F.-T., Kotoula, A, Afendra, A.-S., Hatziloukas, E., Economou, A.** (2021). Propagation of *Pistacia lentiscus* var Chia Genotypes and Determination of Their Ornamental Traits Combined with a Genetic Analysis Using ISSR Markers. *Agronomy*, 11 (2): 205: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/2/205/htm>
- **Koutsoudaki, C., Krsek, M., Rodger, A.** (2005). Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil and the Gum of *Pistacia lentiscus* Var. Chia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (20): 7681: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf050639s#>
- **Kozhoridze, G., Orlovsky, N., Orlovsky, L., Blumberg, D.G, Golan - Goldhirsh, A.** (2015). Geographic distribution and migration pathways of *Pistacia*-present, past and future. *Ecography*, 38 (11): 1-14: https://www.researchgate.net/publication/273005815_Geographic_distribution_and_migration_pathways_of_Pistacia_-_present_past_and_future
- **Koychev, S., Dommisch, H., Chen, Hong, Pischon, N.** (2017). Antimicrobial Effects of Mastic Extract Against Oral and Periodontal Pathogens. *Journal of Periodontology*, 88 (5): 511-517: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28067105/>

- **Kontogiannis, C., Georgiopoulos, G., Loukas, K., Papanagnou, E.-D., Pachi, V.K., Bakogianni, I., Laina, A., Kouzoupis, A., Karatzi, K., Tsougakos, I.P., Stamatelopoulos, K.** (2020). Chios mastic improves blood pressure haemodynamics in patients with arterial hypertension: Implications for regulation of proteostatic pathways. *European Journal of Preventive Cardiology*, 26 (3):328-331: <https://academic.oup.com/eurjpc/article/26/3/328/5925667>
- **Loizou, S., Paraschos, S., Mitakou, S., Chroussos, G.P., Lekakis, I., Moutsatsou, P.** (2009). Chios mastic gum extract and isolated phytosterol tirucallol exhibit anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells. *Experimental Biology and Medicine*, 234 (5): 553-561: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19234052/>
- **Loutrari, H. Magkouta, S., Pyriochou, A., Koika, V., Kolisis, F.N.** (2009). Mastic Oil from Pistacia lentiscus var. chia Inhibits Growth and Survival of Human K562 Leukemia Cells and Attenuates Angiogenesis. *Nutrition and Cancer*, 55 (1): 86-93: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327914nc5501_11
- **Loutrari, H., Magkouta, S., Papapetropoulos, A., Roussos, C.** (2011). Mastic Oil Inhibits the Metastatic Phenotype of Mouse Lung Adenocarcinoma Cells. *Cancers*, 3 (1): 789 – 780: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3756390/>
- **Magiatis, P., Melliou, E., Skaltsounis, A.L., Chinou, I.B., Mitaku, S.** (1999). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of Pistacia lentiscus var. chia. *Planta Medica*, 65 (8): 749-752: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10630120/>
- **Magkouta, S., Stathopoulos, G.T., Psallidas, I., Papapetropoulos, A., Kolisis, F.N., Roussos, C., Loutrari, H.** (2009). Protective Effects of Mastic Oil From Pistacia Lentiscus Variation Chia Against Experimental Growth of Lewis Lung Carcinoma. *Nutrition and Cancer*, 61 (5): 640-648: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01635580902825647>
- **Marone, P., Bono, L., Leone, E., Bona, S., Caretto, E., Perversi, L.** (2001). Bactericidal activity of Pistacia lentiscus mastic gum against Helibacter pylori. *Journal of Chemotherapy*, 13 (6): 611-614: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/joc.2001.13.6.611>

- **Mitropoulou, G., Bardouki, H., Vamvakias, M., Panas, P., Paraskevas, P., Kourkoutas, Y.** (2022). Assessment of Antimicrobial Efficiency of Pistacia lentiscus and Fortunella margarita Essential Oils against Spoilage and Pathogenic Microbes in Ice Cream and Fruit Juices. *Microbiology Research*, 13 (3): 667-680: <https://www.mdpi.com/2036-7481/13/3/48>
- **Miyamoto, T., Okimoto, T., Kuwano, M.** 2014. Chemical Composition of the Essential Oil of Mastix Gum and Their Antibacterial Activity Against Drug-Resistant *Helicobacter pylori*. *Natural Products and Bioprospecting*, 4 (4): 227-231: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4111869/>
- **Pachi V.K., Mikropoulou E.V., Gkiouvetidis P., Siafakas K., Argyropoulou A., Angelis A., Mitakou S., Halabalaki M.** (2020). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of Chios mastic gum (*Pistacia lentiscus* var. *Chia* Anacardiaceae): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 254: 12485 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874119331174>
- **Pachi, V.K., Mikropoulou E.V., Dimou, S., Dionysopoulou, M., Argyropoulou, A., Dialinas, G, Halabalaki, M.** 2021. Chemical Profiling of Pistacia Lentiscus var. Chia Resin and Essential Oil: Ageing Markers and Antimicrobial Activity. *Processes*, 9 (3): 418: <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/3/418>
- **Papada, E., Gioxari, A., Amerikanou, C., Forbes, A., Tzavara, C., Smyrnioudis, I., Kaliora, A.C.** (2019). Regulation of faecal biomarkers in inflammatory bowel disease patients treated with oral mastiha (*Pistacia lentiscus*) supplement: *A double-blind and placebocontrolled randomised trial*. *Phytotherapy Research*, 33 (22): 360-369: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30450689/>
- **Papada, E & Kaliora, A.C.** (2019). Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Mastiha: A Review of Preclinical and Clinical Studies. *Antioxidants*, 8 (7): 208: <https://www.mdpi.com/2076-3921/8/7/208/htm>
- **Paraschos, S, Magiatis, P., Mitakou, S., Petraki, K., Kalliaropoulos, A., Maragkoudakis, P., Mentis, A., Sgouras, D., Skaltsounis, A.-L.** 2007. In Vitro and In Vivo Activities of Chios Mastic Gum Extracts and Constituents against

Helibacter pylori. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 51 (2): 551-559:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1797732/>

- **Paraschos, S., Magiatis, P., Gousia, V., Sakkas, H., Papadopoulou, C., Skaltsounis, A.-L.** (2011). Chemical investigation and antimicrobial properties of mastic water and its major constituents. *Food Chemistry*, 129 (3): 907-911:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611007321>
- **Paraschos, S., Mitakou, S., Skaltsounis, A.** 2012. Chios Gum Mastic: A Review of its Biological Activities. *Current Medicinal Chemistry*, 19 (14):2292-2302:
<https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cmc/2012/00000019/00000014/art00012>
- **Pausanias.** Description of Greece. Volume III: Books 6-8.21 (Elis 2, Achaia, Arcadia). Translated by Jones, W.H.S. Loeb Classical Library 272. Cambridge, MA: Harvard University Press (1933):
<https://www.loebclassics.com/view/LCL272/1933/volume.xml>
- **Rehman, M.S.U., Kamran, S.H., Ahmad, M., Akhtar, U.** (2015). Anti-diabetic activity of crude Pistacia lentiscus in alloxan-induced diabetes in rats. *A Journal of the Bangladesh Pharmacological Society (BDPS)*: 10: 543-567:
https://www.researchgate.net/publication/281228957_Anti-diabetic_activity_of_crude_Pistacia_lentiscus_in_alloxan-induced_diabetes_in_rats
- **Σαββίδης Θ.** (2000). Το μαστιχόδεντρο της Χίου (Pistacia lentiscus var.chia). Εκδοτικός οίκων Αδελφών Κυριακίδη α.ε.
- **Soulaidopoulos, S., Tsiogka, A., Chrysohoou, C., Lazarou E., Aznaouridis, K., Doundoulakis, I., Tyrovola, D., Tousoulis, D., Tsioufis, I., Vlachopoulos, C., Lazaros, G.** (2022). Overview of Chios Mastic Gum (Pistacia lentiscus) Effects of Human Health. *Nutrients*, 14 (3): 590: <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/3/590/htm>
- **Spyridopoulou, K., Tiptiri-Kourpeti, A., Lampri, E., Fitsiou, E., Vasileiadis, S., Vamvakias, M., Bardouki, H., Goussia, A., Malamou-Mitsi, V., Panayiotidis, M.I., Galanis, A., Pappa, A., Chlichlia, K.** (2017). Dietary mastic oil extracted from Pistacia lentiscus var. chia suppresses tumor growth in

experimental colon cancer models. *Scientific Reports*, 7 (1): 3782: https://www.researchgate.net/publication/317743913_Dietary_mastic_oil_extracted_from_Pistacia_lentiscus_var_chia_suppresses_tumor_growth_in_experimental_colon_cancer_models

- **Sterer, N.** (2006). Antimicrobial effect of mastic gum methanolic extract against *Porphyromonas gingivalis*. *Journal of Medical Food*, 9 (2): 290-292: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16822220/>
- **Suh, J. & Rabson, A.B.** (2004). NF-kappaB activation in human prostate cancer: important mediator or epiphenomenon? *Journal of Cellular Biochemistry*, 91 (1): 100-117: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14689584/>
- **Tabanca, N., Nalbantsoy, A., Kendra, P.E., Demirci, F., Demirci, B.** (2020). Chemical Characterization and Biological Activity of the Mastic Gum Essential Oils of *Pistacia lentiscus* var. chia from Turkey. *Molecules*, 25 (9): 2136: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/9/2136/htm>
- **Tassou, C. & Nychas, G.J.E.** (1995). Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (*Pistacia lentiscus* var. chia) on Gram positive and Gram negative bacteria in broth and in Model Food System. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 36 (3-4): 411-420: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0964830595001034>
- **Triantafyllou, A., Chaviaras, N., Sergentanis, T.N., Protopapa, E., Tsaknis, J.** (2007). Chios mastic gum modulates serum biochemical parameters in a human population. *Journal of Ethnopharmacology* 111 (1), 43–4 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874106005733>
- **Τσαρδάκα, Δ.Α.** (2015). Η Ιστορία της Χίου μέσα από τα εκθέματα του Αρχαιολογικού της Μουσείου. Από τους προϊστορικούς έως τους ιστορικούς χρόνους. Διατίθεται διαδικτυακά [20/07/2022]: <https://www.archaiologia.gr/blog/2015/11/09/η-ιστορία-της-χίου-μέσα-από-τα-εκθέματα/>
- **Tzani, A., Bletsas, E., I.P. Doulamis, Korou, M.L., Konstantopoulos, P., Vlachos, I.S, Georgiadis, I., Perrea, D.N.** (2016). Hypolipidemic, hepatoprotective and anti-inflammatory role of Chios Mastic gum in Streptozotocin-induced diabetic mice with fatty liver disease. *Hellenic*

Atherosclerosis Society, 7(4): 161-173: <https://www.japt.gr/wp-content/PDF/2016/87-342-1-PB.pdf>

- **Tzani, A.I., Doulamis, I.P., Konstantopoulos, P.S., Pasiou, E.D., Daskalopoulou, A., Lliopoulos, D.C., Georgiadis, I.V., Kavantzias, N., Kourkoulis, S., Perrea, D.N.** (2018). Chios mastic gum decreases renin levels and ameliorates vascular remodeling in renovascular hypertensive rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 105: 899 – 906: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30021383/>
- **Vallianou, I., Peroulis, N., Pantazis, P., Hadzopoulou-Cladaras, M.** (2011). Camphene, a plant-derived monoterpene, reduces plasma cholesterol and triglycerides in hyperlipidemic rats independently of HMG-CoA reductase activity. *PLoS One*, 6 (11): e20516: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22073134/>
- **Van Den Berg, K.J., Van Der Horst, J., Boon, J.J., Sudeijier, O.O.** 1998. Cis-1,4-poly- β -myrcene; the structure of the polymeric fraction of mastic resin (*Pistacia lentiscus* L.) elucidated. *Tetrahedron Letters*, 39 (17): 2645-2648: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040403998002287>
- **Vroulaki, I., Koutra, E., Kornaros, M., Avgoustakis, K., Lamari, F.N., Hatziantoniou, S.** (2020). Polymeric Nanoparticles of *Pistacia lentiscus* var. chia Essential Oil for Cutaneous Applications. *Pharmaceutics*, 12 (4): 353: <https://www.mdpi.com/1999-4923/12/4/353/htm>
- **Xanthis, V., Fitsiou, E., Voulgaridou, G.-P., Bogadakis, A., Chlichlia, K., Markoulatos, P., Galanis, A., Pappa, A.** (2021). Antioxidant and Cytoprotective Potential of the Essential Oil *Pistacia lentiscus* var. chia and Its Major Components Myrcene and α -Pinene. *Antioxidants*, 10 (1): 127: <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/1/127>
- **Xynos, N., Termentzi, A., Fokialakis, N., Skaltsounis, L.A., Aligiannis, N.** 2018. Supercritical CO₂ extraction of mastic gum and chemical characterization of bioactive fractions using LC-HRMS/MS and GC-MS. *The Journal of Supercritical Fluids*, 133 (1): 249-156: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0896844617305831>
- **Zhou, L., Satoh, K., Takahashi, K., Watanabe, S., Nakamura, W., Maki, J., Hatanao, H., Takekawa, F., Shimada, C., Sakagami, H.** (2009). Re-evaluation

of anti-inflammatory activity of mastic using activated macrophages. *In Vivo*, 23 (4): 583-590: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19567394/>

- **Zitouni, A., Belyagoubi-Benhammou, N., Ghembaza, N., Toul, F., Atik-Bekkara, F.** 2016. Assessment of phytochemical composition and antioxidant properties from the leaf, stem, fruit and root of *Pistacia lentiscus* L. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8 (4): 627-633: https://www.researchgate.net/publication/303124274_Assessment_of_phytochemical_composition_and_antioxidant_properties_of_extracts_from_the_leaf_stem_fruit_and_root_of_Pistacia_lentiscus_L