

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ



“Αλκοολούχο ποτό από κούμαρα”



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΕΧΑΓΙΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΟΙ ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΜΠΕΚΙΟΛΑΡΙ ΕΝΕΑ ΑΜ 718151061

ΓΕΩΡΓΑΡΑΣ ΛΑΜΠΡΟΣ ΑΜ 71814214

ΑΘΗΝΑ 2023

UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF FOOD SCIENCE

DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE SCIENCES



Alcohol beverage from 'koumara'



SUPERVISOR: KECHAGIA DESPOINA

STUDENTS : BEQOLLARI ENEA RN 718151061

GEORGARAS LAMPROS RN 71814214

ATHENS 2023

Διασαφήσεις εξεταστικής επιτροπής

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο «Αλκοολούχο ποτό από κούμαρα» που παρουσιάστηκε από τους ΜΠΕΚΙΟΛΑΡΙ ΕΝΕΑ , ΓΕΩΡΓΑΡΑΣ ΛΑΜΠΡΟΣ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1 ^ο Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2 ^ο Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3 ^ο Μέλους Επιτροπής)	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι ΜΠΕΚΙΟΛΑΡΙ ΕΝΕΑ του ΑΣΤΡΙΤ με αριθμό μητρώου 718151061, ΓΕΩΡΓΑΡΑΣ ΛΑΜΠΡΟΣ του ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΥ με αριθμό μητρώου 71814214 φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, δηλώνουμε ο καθένας υπεύθυνα ότι: Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

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

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας

ΜΠΕΚΙΟΛΑΡΙ ΕΝΕΑ



ΓΕΩΡΓΑΡΑΣ ΛΑΜΠΡΟΣ



Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	10
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 Κατανομή, βοτανική περιγραφή και φαινολογία.....	11
1.2 Οικολογική σημασία.....	14
1.3 Ανάλυση πληθυσμού και επιλογή φυτών.....	15
2.ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΣΥΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ <i>Arbutus unedo</i> L. ΜΕ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	16
2.1 Φυτοχημικά συστατικά των φύλλων.....	16
2.2 Φυτοχημικά συστατικά των φρούτων.....	17
2.3 Φυτοχημικά συστατικά της ρίζας και του στελέχους του φυτού.....	18
3. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ <i>Arbutus unedo</i>	19
3.1 Αντιμικροβιακές ιδιότητες.....	19
3.2 Κυτταροτοξικές και αντι-καρκινικές ιδιότητες.....	20
3.3 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες.....	21
3.4 Αντι-φλεγμονώδεις ιδιότητες.....	24
4. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ ΑΠΌ ΤΟ <i>Arbutus unedo</i>	25
4.1 Επεξεργασία των καρπών.....	25
4.2 Απόσταξη.....	26
4.3 Σύσταση αποστάγματος.....	28
4.4.1 Πτητικές ενώσεις.....	28
4.4.2 Μεταλλικά στοιχεία.....	31
4.5 Αλκοολούχα ποτά.....	32
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	34

Συγκομιδή, αλκοολική ζύμωση , απόσταξη.....	34
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	36
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε την υπεύθυνη καθηγήτρια της πτυχιακής εργασίας κα. Δέσποινα Κεχαγιά για την βοήθειά της και την υπομονή της σε όλο το διάστημα της πραγματοποίησης της εργασίας. Ένα μεγάλο ευχαριστώ για το Αποστακτήριο της Πιερίας για τις συμβουλές τους και το απόσταγμα που μας προσέφεραν. Τέλος να ευχαριστήσουμε την οικογένεια μας για την στήριξη σε όλα αυτά τα χρόνια και όλους τους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις που μας μεταδώσανε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: a *Arbutus unedo*, b κατανομή γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου και τις ακτές του Ατλαντικού της Πορτογαλίας, της Ισπανίας, της Γαλλίας και της Ιρλανδίας, c άνθη σε σχήμα καμπάνας που επικονιάζονται από μέλισσα, d καρπός σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης.

Εικόνα 2: Τα φύλλα του *Arbutus unedo*. Προσαρμογή εικόνας από <https://www.agriamanitaria.gr/arbutus-unedo>.

Εικόνα 3: Απεικόνιση των κλαδιών, ανθέων και καρπών του *Arbutus unedo*. Προσαρμογή εικόνας από (Soufleros E.H. 2005).

Εικόνα 4: Η χημική δομή της α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε). Προσαρμογή εικόνας από chemicals/chem_tocopherol.htm.

Εικόνα 5: Η χημική δομή φαβονοειδών (αριστερά) και τανινών (δεξιά). Προσαρμογή εικόνας από <https://el.wikipedia.org/>.

Εικόνα 6: Χάλκινη συσκευή κατάλληλη για απόσταξη υγρών. Προσαρμογή εικόνας από https://www.destillatio.eu/en/alembic-still-2-liters_155_1148.

Εικόνα 7: Η χημική δομή της εστραγόλης (Estragol-Methylcavicol). Προσαρμογή εικόνας από <https://en.wikipedia.org/>.

Εικόνα 8: Η χημική δομή της ακεταλδεΰδης (αιθανάλης). Προσαρμογή εικόνας από chemicals/chem.

Εικόνα 9: Χημική δομή των ανηθόλη (anethole, αριστερά) και ανισαλδεΰδη (anisaldehyde, δεξιά). Προσαρμογή εικόνας από el.wikipedia.org/.

Εικόνα 10: Το απόσταγμα του *Arbutus unedo* της Πορτογαλίας («aguardente de medronho»). Προσαρμογή εικόνας από <https://portugalgetwine.com/>.

Εικόνα 11: ο απόσταγμα του *Arbutus unedo* από την Ιταλία (Corbezzolo). Προσαρμογή εικόνας από <https://www.lasardegna1930.it/lasardegna/en/citrus-fruits-liqueurs/>.

Εικόνα 12. Διάταξη αέριου χρωματογράφου-φασματομέτρου GC-MS (Kolarikar 2018).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Λίστα με τις αντιμικροβιακές ιδιότητες του *Arbutus unedo* ([Morgado, Morgado et al. 2018](#))
Πίνακας 2: Λίστα με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του *Arbutus unedo* ([Morgado, Morgado et al. 2018](#))

Πίνακας 3: Λίστα με τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του *Arbutus unedo* ([Morgado, Morgado et al. 2018](#))

Πίνακας 4: Πορεία ζύμωσης

Πίνακας 5: Διάγραμμα εξέλιξης της αλκοολικής ζύμωσης μέσω της πυκνότητας

Πίνακας 6: Η περιεκτικότητα δύο διαφορετικών αποσταγμάτων κούμαρου (εμπορίου και παρασκευασμένου στο Πανεπιστήμιο) σε διάφορες χημικές ενώσεις 33

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το φυτό *Arbutus unedo*, αλλιώς γνωστό ως φράουλα, δίνει τον καρπό που στην Ελλάδα είναι γνωστός ως κούμαρο και έχει ιδιαίτερη σημασία για την οικονομία. Τα διάφορα μέρη του φυτού βρίσκουν εφαρμογές σε διάφορους τομείς, καθώς από διαδικασίες ζύμωσης και απόσταξης μπορούμε να παραλάβουμε προϊόντα όπως μέλι, μαρμελάδα, αλκοολούχα ποτά κλπ, ενώ χρησιμοποιούνται ευρέως και στη φαρμακοβιομηχανία και τη βιομηχανία καλλυντικών. Συγκεκριμένα, έχει δειχθεί ότι το φυτό διαθέτει αντιμικροβιακές, αντικαρκινικές, αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Η διαδικασία της παραγωγής αποσταγμάτων ύστερα από την επεξεργασία των καρπών του φυτού έχει ενδιαφέρον και οι διάφορες πτητικές ενώσεις που περιέχονται σε αυτά προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στην οσμή και γεύση τους. Στην παρούσα εργασία αναλύονται όλα τα παραπάνω και παρουσιάζεται η ο τρόπος με τον οποίο έγινε η επεξεργασία του φρούτου για να αποκτήσουμε το τελικό προϊόν . Επίσης και η σύγκριση μεταξύ δυο διαφορετικών αποσταγμάτων από κούμαρα , εμπορίου και πειραματικού , σε διάφορες χημικές ενώσεις με την μέθοδο αέριας χρωματογραφίας. Και τα δυο αποστάγματα περιέχουν τις χημικές ενώσεις που προσδίδουν ευχάριστη γεύση και οσμή με διαφορά ότι το απόσταγμα του εμπορίου είναι πιο ισορροπημένο.

ABSTRACT

Arbutus unedo, also known as Strawberry Tree, produces a fruit that in Greece is commonly known as “koumaro” and it is of significant financial interest. The various parts of the tree have applications in multiple fields, since the processes of fermentation and distillation are used for products such as honey, jam, alcoholic beverages, etc., while *Arbutus unedo* is also widely used in pharmaceutical and cosmetics industries. In particular, it has been shown that

the tree has antimicrobial, anticancer, antioxidant and anti-inflammatory properties. The process of distillation is interesting, and the chemical composition of distillate fractions is responsible for the characteristic smell and taste of the products. In this work, we will analyze all the above issues and we will give an example of the chemical composition of two different Greek fruit distillates “koumaro” . Both distillates contain the chemical compounds that provide a pleasant taste and aroma, with the difference being that the commercial distillate is more balanced.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Το φυτό *Arbutus unedo* L. έχει ιδιαίτερη οικονομική σημασία, και είναι αλλιώς γνωστό ως φράουλα. Ο καρπός του φέρει την ελληνική ονομασία «κούμαρο» και αποστάζεται για την εξαγωγή του ομώνυμου αλκοολούχου ποτού. Γνωστό και ως Cainapple tree, το δέντρο ανήκει στην οικογένεια των Ericaceae. Είναι ένας αειθαλής θάμνος ύψους 1,5-3 m που περιστασιακά γίνεται δέντρο ύψους 10-12 m, που συνήθως βρίσκεται σε απόκρημνες πλαγιές όπου δεν καλλιεργούνται άλλα φυτά όπως τα αμπέλια ([Gilman 1993](#)).*

Τα βρώσιμα φρούτα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή παραδοσιακών προϊόντων όπως μαρμελάδες, ζελέ και αλκοολούχα ποτά ([Gomes F 2009](#)), τα οποία λαμβάνονται μετά από ζύμωση και απόσταξη. Παράλληλα

παρασκευάζεται και μέλι, το οποίο, αν και είναι πικρό και έχει έντονη οσμή, έχει επίσης κεχριμπαρένιο χρώμα και είναι πλούσιο σε αμινοξέα και έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες ([Rosa A 2011](#)). Είναι ενδιαφέρον ότι χρησιμοποιείται επίσης σε προϊόντα μαυρίσματος λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε τανίνες ([Gomes F 2010](#)). Το είδος καλλιεργείται επίσης για την παραγωγή καύσιμης βιομάζας, αλλά βρίσκει εφαρμογές και στην ανθοκομία για τη σύνθεση ανθοδεσμών ([Metaxas DJ 2004](#)).

Επιπλέον, είναι πλούσιο σε βιολογικά ενεργές ενώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία φαρμάκων, καλλυντικών και τροφίμων ([Migas P 2015](#)). Η Πορτογαλία αποτελεί σήμερα τον μεγαλύτερο παγκόσμιο παραγωγό αυτών των φυτών ([Garrido N 2020](#)). Επί του παρόντος, ωστόσο, οι καλλιεργητές στοχεύουν να αναπτύξουν φυτά με βελτιωμένα χαρακτηριστικά, όπως υψηλή απόδοση, αντοχή σε παθογόνους μικροοργανισμούς και ξηρασία, αλλά δεν είναι ακόμα διαθέσιμα στην αγορά. Για το λόγο αυτό πρέπει να εφαρμοστούν βελτιωτικά προγράμματα με ελεγχόμενες διασταυρώσεις ατόμων και πληθυσμών που θα φέρουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Παρακάτω θα αναλυθούν η κατανομή, η φαινολογία, η οικολογική σημασία και η επιλογή των φυτών του είδους *Arbutus unedo* L. για βελτιωτικά προγράμματα.

1.1 Κατανομή, βοτανική περιγραφή και φαινολογία

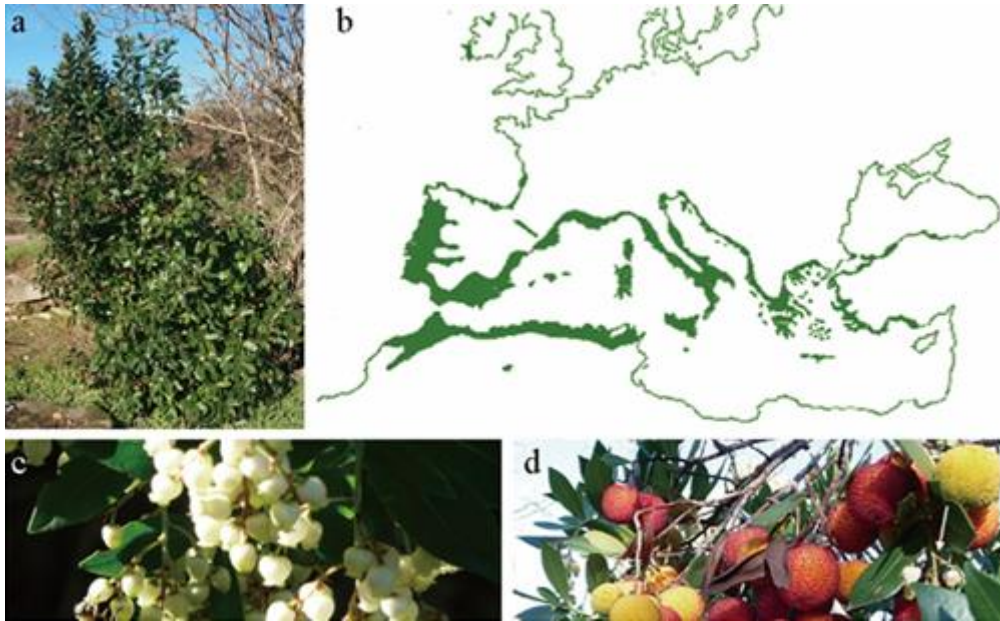
Όπως προαναφέρθηκε, το γένος *Arbutus* ανήκει στην οικογένεια Ericaceae, η οποία αντιπροσωπεύει το 2% όλων των δικοτυλήδων, δηλαδή φυτών που σχηματίζουν δύο κοτυληδόνες κατά τη βλάστηση. Το γένος αυτό περιλαμβάνει περίπου 12 είδη που εντοπίζονται κατά μήκος της δυτικής ακτής των Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά, την Κεντρική Αμερική, τη Δυτική Ευρώπη, τη Λεκάνη της Μεσογείου, τη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή

([Heywood 1993](#); [Stevens 2001](#)). Στην Ευρώπη συναντάται σε χώρες όπως η Ιταλία, η Μεγάλη Βρετανία, η Ιρλανδία και η Ελλάδα. Εικάζεται ότι το φυτό έφτασε στην Ελλάδα από τον Καύκασο ([Ayaz F.A. 2000](#)) και απαντάται κυρίως στην Πιερία και στους πρόποδες του Ολύμπου.

Ορισμένα είδη, όπως το *Arbutus canariensis* (Lindl.) και το *Arbutus menziesii* (Pursh.) είναι ενδώδιμα στη λεκάνη της Μεσογείου. Το *Arbutus unedo* L. είναι ένα από τα πιο σημαντικά είδη του γένους με μεγάλη οικονομική σημασία ([Gomes F 2009](#)). Όπως προ-αναφέραμε, πρόκειται για ένα μικρό δέντρο, το οποίο ονομάζεται και δέντρο της φράουλας, (**Εικόνα 1a**) ανθεκτικό τόσο σε ακραίες θερμοκρασίες (έως και -12 °C) ([Mereti M 2002](#)), όσο και στην ξηρασία ([Munné-Bosch S 2004](#)).

Το δέντρο της φράουλας θεωρείται ως εναπομείναν δέντρο μιας θερμής περιόδου που προηγήθηκε της τελευταίας Εποχής των Παγετώνων του Würm που κάλυψε τις Άλπεις ([Ribeiro, Roque et al. 2019](#)). Αναπτύσσεται συνήθως σε όξινα, βραχώδη και καλά στραγγιζόμενα εδάφη στη λεκάνη της Μεσογείου από την Ισπανία έως την Τουρκία, σε ορισμένες περιοχές της Βορείου Αφρικής, σε νησιά της Μεσογείου και στις ακτές του Ατλαντικού της Γαλλίας, της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας (**Εικόνα 1b**) ([Torres JA 2002](#)).

Τα φύλλα του είναι με μίσχο, λογχοειδή και είναι συνήθως οδοντωτά, με έντονο ανοιχτό πράσινο χρώμα όταν είναι νεαρά, και πιο σκούρα σε μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης (**Εικόνα 2**). Τα ερμαφρόδιτα άνθη έχουν σχήμα καμπάνας (**Εικόνα 1c**), υπόλευκα έως ελαφρώς ροζ και διατεταγμένα σε κρεμαστές ταξιανθίες (έως 30 άνθη). Η στεφάνη είναι συμπέταλη, δηλαδή τα πέταλα ενώνονται μεταξύ τους, και η επικονίαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια εντόμων ([Prada M 2008](#)). Οι καρποί είναι ένα σφαιρικοί (**Εικόνα 1d**), διαμέτρου περίπου 20 mm. Συνήθως περιέχουν 10 έως 50 μικρούς σπόρους που διασπείρονται από πουλιά και θηλαστικά.



Εικόνα 1: a *Arbutus unedo*, b κατανομή γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου και τις ακτές του Ατλαντικού της Πορτογαλίας, της Ισπανίας, της Γαλλίας και της Ιρλανδίας, c άνθη σε σχήμα καμπάνας που επικονιάζονται από μέλισσα, d καρπός σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης

Το *Arbutus unedo* έχει δύο υβρίδια, τα *A. × andrachnoides* Lint (ύστερα από διασταύρωση με το *A. andrachne* L.) και *A. × androsterilis*, (ύστερα από διασταύρωση με το *A. Canariensis*) ([Salas Pascual M 1993](#); [Torres JA 2002](#); [Prada M 2008](#)). Καθώς η βλαστική φάση τελειώνει και αρχίζει η ανθοφορία, παρατηρούνται τρία διακριτά στάδια: μπουμπούκια ανθών, άνθηση και καρποφορία. Τα τρία αυτά στάδια μπορεί να διαρκέσουν έως και δύο χρόνια. Τα πρώτα μπουμπούκια αρχίζουν να σχηματίζονται τον Ιούνιο. Η ανθοφορία ξεκινά συνήθως τον Οκτώβριο και μπορεί να διαρκέσει μέχρι τον Ιανουάριο. Μετά τη γονιμοποίηση, ξεκινά ανάπτυξη του καρπού, μια μακρά διαδικασία που διαρκεί τουλάχιστον εννέα μήνες μέχρι να ολοκληρωθεί.



Εικόνα 2: Τα φύλλα του *Arbutus unedo*. Προσαρμογή εικόνας από <https://www.agriamanitaria.gr/arbutus-unedo>.

Το χρώμα των καρπών κατά την ανάπτυξη ποικίλλει από πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί έως κόκκινο, όταν είναι πλέον ώριμοι. Το φθινόπωρο, λουλούδια και φρούτα μπορούν να βρεθούν ταυτόχρονα στο ίδιο δέντρο (**Εικόνα 1d**) ([Villa 1982](#)). Η ωθήκη είναι πενταοφθαλμική και κάθε κοιλότητα περιέχει αρκετά ωάρια ([Takrouni MM 2010](#)), τα οποία βρίσκονται στα μπουμπούκια από τον Ιούνιο, αλλά δεν είναι πλήρως οργανωμένα ([Villa 1982](#)). Τον Σεπτέμβριο, τα ωάρια λαμβάνουν την τελική τους θέση μέσα στην ωθήκη, με τη μικροπύλη μπροστά από τον πλακούντα, η οποία θέση ονομάζεται ανατροπική. Μετά τη γονιμοποίηση, το ζυγωτό παραμένει αδρανές για περίπου έξι μήνες. Ύστερα από αυτή την περίοδο, πραγματοποιείται η πρώτη διαίρεση του ζυγωτού και το έμβryo ξεκινά να αναπτύσσεται με αργό ρυθμό και χρειάζονται αρκετοί μήνες για να σχηματιστεί πλήρως ([Villa 1982](#)).

Ο καρπός είναι σφαιρικός διαμέτρου 1–1,7 εκ., με τραχιά, εξωτερική επιφάνεια, που κατά την ωρίμανσή του παίρνει από κίτρινο έως σκούρο κόκκινο χρώμα (**Εικόνα 3**) ([Gilman 1993](#)). Ο καρπός περιέχει σάκχαρα, μη πτητικά και φαινολικά οξέα και τερπενοειδή, ενώσεις που του προσδίδουν γεύση ([Ayaz F.A. 2000](#); [Yayli 2001](#); [Rosa A 2011](#)). Παρά την ήπια γεύση του όμως, δεν συνηθίζεται να καταναλώνεται ως φρούτο, αλλά χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων όπως μέλι, αποστάγματα, λικέρ κ.λπ. ([Gilman 1993](#); [Alarcão-E-Silva 2001](#); [Gomes F 2010](#)).



Εικόνα 3: Απεικόνιση των κλαδιών, ανθέων και καρπών του *Arbutus unedo*. Προσαρμογή εικόνας από ([Soufleros E.H. 2005](#)).

1.2 Οικολογική σημασία

Η φράουλα είναι ένα βασικό είδος των μεσογειακών οικοσυστημάτων, ειδικά σε εδάφη όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλές και υπάρχει λειψυδρία τους

θερινούς μήνες και άλλα είδη αντιμετωπίζουν δυσκολίες να ευδοκιμήσουν. Το *Arbutus unedo* παρέχει τροφή και καταφύγιο σε διάφορα ζώα, ενώ ταυτόχρονα βοηθά στη μείωση της διάβρωσης του εδάφους και επομένως ενισχύει τη σταθεροποίησή του. Επιπλέον, έχει μεγάλη ικανότητα αναγέννησης μετά από δασικές πυρκαγιές, χαρακτηριστικό που καθιστά το είδος κατάλληλο για αναδάσωση, κυρίως σε χώρες της Νότιας Ευρώπης, όπως η Πορτογαλία, η Ισπανία και η Ελλάδα, όπου οι πυρκαγιές είναι συχνές κατά τους θερμούς και ξηρούς καλοκαιρινούς μήνες. Τέλος, το φυτό είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στα βαρέα μέταλλα ([Godinho B 2010](#)), ενώ ορισμένες φαινολικές ενώσεις που παράγονται από τη φράουλα ως δευτερογενείς μεταβολίτες φαίνεται να εμπλέκονται στη ρύθμιση του κύκλου του αζώτου, διατηρώντας έτσι χαμηλά τα επίπεδα νιτρικών αλάτων στο έδαφος ([Castaldi S 2009](#)).

1.3 Ανάλυση πληθυσμού και επιλογή φυτών

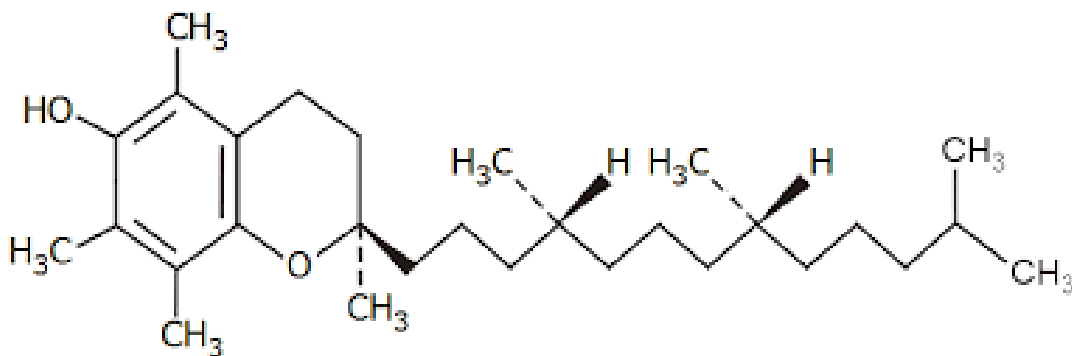
Η επιλογή των κατάλληλων ατόμων και πληθυσμών για σκοπούς αναπαραγωγής και διατήρησης είναι πολύ μεγάλης σημασίας και για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητος ο καλός χαρακτηρισμός τους και η ανάπτυξη μοριακών δεικτών που θα διευκολύνουν τις διαδικασίες. Οι γενετικές μελέτες και ο βιοχημικός χαρακτηρισμός των ατόμων παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τη θέσπιση κατάλληλων κριτηρίων επιλογής. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι το μικροβίωμα των φυτών/δέντρων (τα λεγόμενα ενδόφυτα), καθώς αυτοί οι μικροοργανισμοί παίζουν βασικό ρόλο στην αντίσταση του ξενιστή σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και στις επιθέσεις από παθογόνους μικροοργανισμούς ([Turner TR 2013](#)). Επιπλέον, τα ενδόφυτα παράγουν μεγάλο αριθμό χημικών ενώσεων με ιδιότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες εφαρμογές, όπως για τη θεραπεία ανθρώπινων ασθενειών ([Kusari S 2012](#)). Τέλος, τα ακραία κλιματικά φαινόμενα που

αναμένεται να προκύπτουν όλο και πιο συχνά στο μέλλον ([Polle A 2019](#)), δημιουργούν την ανάγκη για επιλογή πληθυσμών ανθεκτικών στην ξηρασία λόγω της αναμενόμενης μείωσης των βροχοπτώσεων και της εμφάνισης υψηλότερων θερμοκρασιών.

2. ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΣΥΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ *Arbutus unedo* L. ΜΕ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

2.1 Φυτοχημικά συστατικά των φύλλων

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα εκχυλίσματα φύλλων περιέχουν αρκετές φαινολικές ενώσεις, αιθέρια έλαια ([Pavlović 2009](#); [Tavares 2010](#); [Bessah 2012](#); [Jurica 2015](#); [Erkekoglou 2017](#)) καθώς και α-τοκοφερόλη ([Kivçak 2001](#); [Mosele 2016](#)) (**Εικόνα 4**). Από την άλλη, το φαινολικό κλάσμα των φύλλων περιέχει ταννίνες, φλαβονοειδή, φαινολικές γλυκοσίδες και ιριδοειδείς γλυκοσίδες ([Legssyer 2004](#); [Males 2006](#)). Επιπλέον, τα φύλλα περιέχουν πολυφαινολικές ενώσεις, οι κυριότερες από τις οποίες είναι η αρβουτίνη, η κατεχίνη και ο γαλλικός αιθυλεστέρας (αιθυλεστέρας του γαλλικού οξός) ([Fiorentino 2007](#)).



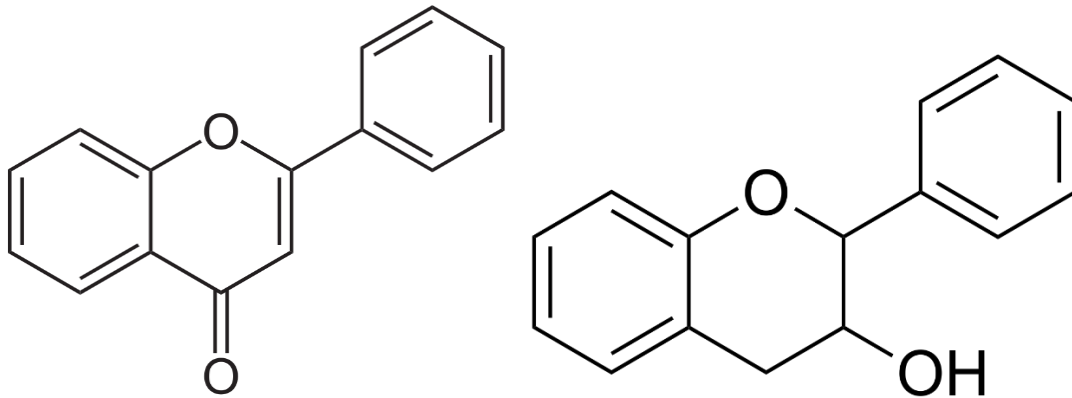
Εικόνα 4: Η χημική δομή της α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε). Προσαρμογή εικόνας από chemicals/chem_tocopherol.htm.

2.2 Φυτοχημικά συστατικά των φρούτων

Τα πιο σημαντικά συστατικά του καρπού της φράουλας είναι οι υδατάνθρακες (μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες και πολυσακχαρίτες) ([Özcan 2007](#); [Barros 2010](#)). Η περιεκτικότητα σε σακχαρίτες ποικίλλει ανάλογα με τα στάδια ωρίμανσης, με τη σακχαρόζη να είναι ο κύριος σακχαρίτης στα ανώριμα φρούτα και τη φρουκτόζη στα ώριμα φρούτα ([Alarcão-E-Silva 2001](#)). Οι πρωτεΐνες και τα λιπαρά οξέα είναι επίσης δύο σημαντικά μακροθρεπτικά συστατικά που υπάρχουν στα φρούτα ([Özcan 2007](#); [Barros 2010](#)). Τα κύρια λιπαρά οξέα που υπάρχουν στα φρούτα είναι το α-λινολενικό οξύ, το ελαϊκό οξύ και το λινολεϊκό οξύ ([Oliveira 2011](#)).

Γενικά, οι καρποί ενδιάμεσης ωριμότητας μπορούν να θεωρηθούν σημαντικές πηγές βιολογικά ενεργών ενώσεων, με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα πλούσια σε ω-3 πολυακόρεστα και σημαντικές ποσότητες βιταμίνης E ([Oliveira 2011](#)). Επιπλέον, οι καρποί περιέχουν φαινολικές ενώσεις (φλαβονοειδή, ταννίνες και παράγωγα φαινολικών οξέων) (**Εικόνα 5**), οργανικά οξέα (φουμαρικό, μηλικό, σουβερικό, κιτρικό, κινικό οξύ), τερπενοειδή (οξική α-αμυρίνη, βετουλικό οξύ και λουπεόλη), βιταμίνες και καροτενοειδή ([Gaspar 1997](#); [Guimarães 2013](#); [Delgado-Pelayo 2016](#)), καθώς επίσης και μέταλλα όπως κάλιο, ασβέστιο και φώσφορος ([Özcan 2007](#)). Οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στους καρπούς του *Arbutus unedo* περιλαμβάνουν διάφορες χημικές κατηγορίες, όπως φλαβονοειδή (ανθοκυανίνες, προανθοκυανιδίνες και φλαβονόλες), ταννίνες και παράγωγα φαινολικών οξέων (ελλαγικό οξύ και παράγωγα γαλλικού οξέος) ([Gaspar 1997](#); [Alarcão-E-Silva 2001](#)). Η πικρή και

στυφή γεύση των άγουρων φρούτων αποδίδεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε ταννίνες, η οποία μειώνεται καθώς ο καρπός ωριμάζει ([Alarcão-E-Silva 2001](#)).



Εικόνα 5: Η χημική δομή φαβονοειδών (αριστερά) και τανινών (δεξιά). Προσαρμογή εικόνας από <https://el.wikipedia.org/>.

2.3 Φυτοχημικά συστατικά της ρίζας και του στελέχους του φυτού

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι ρίζες του φυτού περιέχουν κινόνες, ανθρακινόνες, ανθοκυανίνες, ταννίνες και флаβονοειδή ([Dib 2013](#)). Από την άλλη, τα αποξηραμένα στελέχη του *Arbutus unedo* φαίνεται να περιέχουν λουπεόλη, ουρσολικό οξύ, μονοτροπεΐνη, ουνεδοσίδη, στιλβερικοσίδη, γενιποσίδη, μεθυλεστέρα μονοτροπεΐνης και βετουλινικό οξύ ([Karikas 1987](#)).

3. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ *Arbutus unedo*

Έχει δειχθεί ότι τα εκχυλίσματα από το *Arbutus unedo* έχουν πολλές ιδιότητες οι οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε φαρμακευτικές εφαρμογές, όπως αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές, αντιοξειδωτικές κλπ ιδιότητες τις οποίες αναλύουμε παρακάτω ([El Haouari, Lopez et al. 2007](#); [Kivcak, Mert et al. 2009](#); [Afrin, Forbes-Hernandez et al. 2017](#)).

3.1 Αντιμικροβιακές ιδιότητες

Πολυάριθμες μελέτες υποστηρίζουν ότι διάφορα τμήματα του φυτού *Arbutus unedo* διαθέτουν αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές και αντιπαρασιτικές ιδιότητες (**Πίνακας 1**). Οι ιδιότητες αυτές έχουν αποδοθεί κυρίως σε διάφορα φαινολικά συστατικά, καθώς και σε ταννίνες και флаβονοειδή ([Djipa, Delmee et al. 2000](#); [Esquenazi, Wigg et al. 2002](#)). Αυτά τα συστατικά φαίνεται να είναι άφθονα στις ρίζες του φυτού ([Mohamed El Amine Dib 2011](#)), ενώ τα φύλλα περιέχουν επίσης συστατικά με αντιβακτηριακή δράση, κυρίως κατά των θετικών κατά Gram βακτηρίων ([Ertabaklar, Kivcak et al. 2009](#); [Hakime Hülya Orak 2011](#); [Asmae El Ouarti 2012](#); [Ferreira, Santos et al. 2012](#); [Ricardo Malheiro 2012](#)). Τα φύλλα ύστερα από εκχύλιση σε αιθανόλη και οξικό αιθυλεστέρα αποκτούν ιδιότητες έναντι των πρωτόζωων *Leishmania* και *Trichomonas* ([Kivcak and Mert 2001](#); [Ertabaklar, Kivcak et al. 2009](#)). Επιπλέον, η περιεκτικότητα των φύλλων σε μονοτερπένια δρα έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών λόγω της

ιδιότητας τους να διαταράσσουν τη δομή της κυτταρικής τους μεμβράνης ([Sikkema, de Bont et al. 1995](#)). Τέλος, τα αιθέρια έλαια που περιέχονται στα άνθη και τους καρπούς του φυτού παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση, ιδιαίτερα έναντι των *Listeria monocitogenes* και *Enterococcus faecalis* ([Nuran Kahrman 2010](#)).

Part of plant	Type of study	Extract	Biological activity	
Entire plant: wood/ stalks, bark and leaves	Determination of growth inhibition zones by radial diffusion.	Ethanol 95%	Bacteria	
		Methanol	<u>Gram-positive</u>	
		Acetone/water (60:40)	<u>Gram-negative</u>	
Leaves	Determination of growth inhibition zones by radial diffusion.	Water	Yeast	
			<u>Gram-positive</u>	<i>Candida tropicalis</i>
			<u>Gram-negative</u>	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Helicobacter pylori</i>
Roots	Determination of growth inhibition values by paper disc diffusion.	Water	Yeast	
			<u>Gram-positive</u>	<i>Candida albicans</i> <i>Candida krusei</i>
			<u>Gram-negative</u>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Candida parapsilosis</i> <i>Candida glabrata</i>
Leaves	Determination of growth inhibition zones by disc diffusion.	Water	Bacteria	
			<u>Gram-positive</u>	<i>Staphylococcus aureus</i>
			<u>Gram-negative</u>	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Leaves	Determination of growth inhibition values by paper disc.	Water	Fungi	
			<u>Gram-positive</u>	<i>Aspergillus parasiticus</i>
			<u>Gram-negative</u>	
Leaves and stems	Determination of MIC by the dilution agar method.	Light petroleum	Bacteria	
			<u>Gram-positive</u>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Mycobacterium smegmatis</i> and <i>Mycobacterium aurum</i>
			<u>Gram-negative</u>	<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Flower and fruit	Determination of MIC by dilution on broth media.	Essential oils	Bacteria	
Leaves	Analysis of antiproliferative activity by microscopic observation, based in the number, aspect and motility.	Sequential extraction with n-hexane, ethanol and ethyl acetate	<u>Gram-positive</u>	
			<u>Gram-negative</u>	<i>Listeria monocitogenes</i> <i>Enterococcus faecalis</i>
				<i>Trichomonas vaginalis</i> trophozoites
Leaves	<i>In vitro</i> determination of the antileishmanial activity by microscope observation.	Water		
			Ethanol	<i>Leishmania tropica</i> promastigotes
			n-Hexane	
		Water		

Πίνακας 1: Λίστα με τις αντιμικροβιακές ιδιότητες του *Arbutus unedo* ([Morgado, Morgado et al. 2018](#)).

3.2 Κυτταροτοξικές και αντι-καρκινικές ιδιότητες

Η κυτταροτοξικότητα αναφέρεται στην αποτελεσματικότητα μίας ένωσης να προκαλεί κυτταρικό θάνατο, γεγονός που έχει μεγάλη χρησιμότητα ως μηχανισμός αντικαρκινικής δράσης. Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τις κυτταροτοξικές επιδράσεις του *Arbutus unedo*. Σε μία από αυτές αξιολογήθηκαν οι κυτταροτοξικές ιδιότητες του μελιού κουμαριάς στις κυτταρικές σειρές αδενοκαρκινώματος του παχέος εντέρου HCT-116 και LoVo ([Afrin, Forbes-Hernandez et al. 2017](#)). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, διαφορετικές συγκεντρώσεις μελιού κουμαριάς (0–60 mg/mL) επηρέασαν αρνητικά τη βιωσιμότητα των κυττάρων, αναδεικνύοντας έτσι τη χημειοπροστατευτική δράση του μελιού και τη χρησιμότητά του ως αντικαρκινικό εργαλείο ([Afrin, Forbes-Hernandez et al. 2017](#)). Σε μία άλλη μελέτη τα φυτικά εκχυλίσματα διερευνήθηκαν για την ικανότητά τους να αναστέλλουν το ένζυμο κυκλοοξυγενάση-2 (COX-2), η έκφραση του οποίου είναι αυξημένη σε περιπτώσεις καρκίνου του παχέος εντέρου. Οι ερευνητές έδειξαν ότι ένα παράγωγο στερόλης C29 (7β-υδροξυστιγμαστ-4-εν-3-όνη), μια φλαβανόλη [(-)-κατεχίνη] και τρία τριτερπενοειδή (α-αμυρίνη, το βετουλινικό οξύ και η λουπεόλη) αναστέλλουν σημαντικά τη δράση του ενζύμου ([Carcache-Blanco, Cuendet et al. 2006](#)).

Έρευνες σε διαφορετικές καρκινικές σειρές έδειξαν ότι εκχυλίσματα του φυτού μπορούν να αναστείλουν τη σύνθεση DNA και τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό ([Schaffer 2005](#); [Nuran Kahriman 2010](#); [Oliveira Ivo 2011](#)). Σε μία κυτταρική σειρά νευροβλαστώματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι εκχυλίσματα του φρούτου με συγκέντρωση 125 μg/ml ισοδύναμου γαλακτικού οξέος οδήγησαν σε σημαντική μείωση της κυτταρικής βιωσιμότητας ([Fortalezas, Tavares et al. 2010](#)). Επιπλέον, χορήγηση εκχυλισμάτων των φύλλων του φυτού (συγκέντρωση 29,6 μg/ml) στην κυτταρική σειρά μονοκυττάρων TPH-1 είχαν ως αποτέλεσμα τον κυτταρικό θάνατο σε ποσοστό 60% ([El Haouari, Lopez et al. 2007](#); [Mariotto, Esposito et al. 2008](#)). Συμπερασματικά, η δράση των

εκχυλισμάτων του *Arbutus unedo* έναντι των καρκινικών κυττάρων τα καθιστά ως πιθανούς θεραπευτικούς παράγοντες για την πρόληψη ή θεραπεία μίας πληθώρας τύπων καρκίνου. Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα για να αποσαφηνιστεί πλήρως ο ρόλος τους ως αντικαρκινικοί παράγοντες.

3.3 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες

Πολυάριθμες μελέτες υποστηρίζουν την ισχυρή αντιοξειδωτική δράση των φύλλων και των καρπών του *Arbutus unedo* (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα μίας έρευνας έδειξαν ότι τα φύλλα και οι καρποί του ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικά έναντι της δράσης των ριζών DPPH και υπεροξειδίου (Oliveira, Coelho et al. 2009). Σε ένα άλλο άρθρο όπου χρησιμοποιήθηκαν δείγματα με ανθρώπινες βιολογικές μεμβράνες, δείχθηκε ότι τα εκχυλίσματα φρούτων και κυρίως φύλλων είχαν προστατευτική δράση στη μεμβράνη των ερυθροκυττάρων αποτρέποντας την αιμόλυση (Mendes, de Freitas et al. 2011). Μάλιστα, σύμφωνα με τη μέθοδο Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής δράσης 28 διαφορετικών φρούτων, η φράουλα κατατάσσεται στην τέταρτη θέση, λίγο πάνω από το βατόμουρο, κυρίως λόγω της περιεκτικότητάς της σε φλαβονοειδή, ελλανικό οξύ, βιταμίνες C και E και καροτενοειδή (García-Alonso 2004; Pallauf 2008). Επίσης, σύμφωνα με τον Pavlovic και τους συνεργάτες, η δράση του αποδίδεται στις ενώσεις ταννίνες, αρβουτίνη και φλαβονοειδή (Pavlovic, Brankovic et al. 2011). Σε κάθε περίπτωση, τα παραπάνω αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι τα εκχυλίσματα του *Arbutus unedo* μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρώματα σε βιομηχανίες τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων.

Πίνακας 2: Λίστα με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του *Arbutus unedo* (Morgado, Morgado et al. 2018).

Part of plant	Extract	Type of study	Antioxidant properties
Leaves	Water	Antioxidant cell based-assays (DPPH [•] and ABTS ^{•+} and peroxyl radical scavenging). <i>In vivo</i> antioxidant assay.	Radical scavenging activity (DPPH [•] , ABTS ^{•+} , peroxyl).
Fruits	Ethanol	DPPH and scavenging activity and β-carotene bleaching activity.	Protective effect against antioxidant insults. Ability to act as free radical scavenger.
Leaves and fruits	Water	Evaluation of antioxidant activity.	High reducing power. Ability to act as free radical scavenger.
Leaves	Ethanol (70%)	DPPH assay.	Decreased ileal basal tonus (reduction in contractile response to acetylcholine).
Fruits	Methanol	Thioharbituric acid test. Determination of spasmolytic activity Scavenging activity on DPPH radical. Inhibition of β-carotene bleaching. Inhibition of lipid peroxidation (TBARS).	Inhibition of calcium channels. Ability to act as free radical scavenger. Low antioxidant activity.
Fruits	Ethanol 50% (v/v)	Scavenging capacity for peroxyl radical (ORAC method).	The antioxidant activity is not necessarily correlated with biological significance.
Fruits	Ethanol 90%(v/v)	Reducing power, scavenging effect on DPPH and superoxide radicals.	Antioxidant activity is dependent of the fruits ripening stage.
Leaves	Aqueous	Reducing power and the scavenging effect of DPPH radicals.	Antioxidant activity depended on the geographic origin of leaves. Concentration-dependent antioxidant power.
Leaves and fruits	Ethanol/water 50% (v/v)	Peroxy radical scavenging capacity by the ORAC method. MMP-9 inhibitory activity assay.	Antioxidant activity. MMP-9 inhibitory activity.
Entire plant (wood/stalks, bark and leaves)	Acetone/water 60:40	Antioxidant activity evaluated by DPPH method	Ability to act as free radical scavenger.
Leaves	Ethanol 95%	Reducing power of iron (III)/ferricyanide complex assay. Scavenging effect on DPPH radicals.	Ability to act as free radical and superoxide radical scavenger.
Leaves	Ethanol 70% (v/v)	Scavenging effect on superoxide radicals by using the PMS-NADH-nitroblue tetrazolium system. FRAP (total antioxidant capacity) Lipid peroxidation DPPH free radical scavenging activity.	Concentration-dependent antioxidant power. High scavenging activity. Ferric reducing antioxidant power. Inhibition of lipid peroxidation.
Fruits	Ethanol 90% (v/v)	Determination of free radical scavenging activity by DPPH assay. Measurement of <i>A. unedo</i> effect on protection of peroxide-induced DNA damage.	High antioxidant activity. Moderated protection against peroxide-induced DNA damage.
Leaves	Ethanol and methanol	Assay based on the decolorization of the radical monocation of ABTS.	Ability to act as free radical scavenger of ABTS ^{•+} .

3.4 Αντι-φλεγμονώδεις ιδιότητες

Σύμφωνα με *in vitro* μελέτες που διεξήχθησαν προκειμένου να διευκρινιστεί ο ρόλος του *Arbutus unedo* ως πηγή ενώσεων με αντιφλεγμονώδη δράση (Πίνακας 3), βρέθηκε ότι οι ιδιότητες αυτές αποδίδονται κυρίως στα υδατικά εκχυλίσματα των φύλλων του φυτού (Mariotto, Ciampa et al. 2008). Οι κύριοι μηχανισμοί δράσης των εκχυλισμάτων αυτών είναι η μείωση της παραγωγής των ιντερλευκινών IL-6 και IL-1, του παράγοντα νέκρωσης όγκου TNF-α, της έκφρασης των iNOS και COX-2 και της ενεργοποίησης των ουδετερόφιλων (Mariotto, Ciampa et al. 2008). Ένας άλλος μηχανισμός δράσης είναι η παρεμπόδιση της συσσωμάτωσης των αιμοπεταλίων, ενώ η αναστολή του μεταγραφικού παράγοντα STAT1 φαίνεται να διαδραματίζει επίσης έναν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία (Mekhfi, ElHaouari et al. 2006; El Haouari, Lopez et al. 2007; Mariotto, Ciampa et al. 2008).

Πίνακας 3: Λίστα με τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του *Arbutus unedo* (Morgado, Morgado et al. 2018).

Part of plant	Extract	Type of study	Biological effects
Leaves	Methanol	Evaluation of inflammatory activation.	Down-regulate one of the initial factors of the inflammatory process on inflamed lungs, member of transcription factors, signal transducers and activators of transcription family (STATs).
Leaves	Aqueous	<i>In vitro</i> evaluation of inhibition of STAT1 activation.	Inhibits STAT1 activation through activation of the protein tyrosine phosphatase SHP2.

4. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ *Arbutus unedo*

4.1 Επεξεργασία των καρπών

Η επεξεργασία των καρπών του φυτού ξεκινά από τη συλλογή των ώριμων καρπών, οι οποίοι είναι οι καταλληλότεροι για την διαδικασία της απόσταξης. Η προσωρινή αποθήκευση του προϊόντος από το σημείο συλλογής μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας γίνεται είτε σε ξύλινες φιάλες χωρητικότητας 5–10 L, είτε σε υφασμάτινα σακιά. Όταν φτάσουν στις εγκαταστάσεις, οι καρποί μεταφέρονται σε ξύλινα βαρέλια μεγαλύτερων διαστάσεων (30–500 L), τα οποία γεμίζουν έως και 30–45 cm κάτω από την επιφάνειά τους. Στη συνέχεια, καλύπτονται με φύλλα από καλαμπόκι ή μαλλί και αφού προστεθεί σταδιακά μικρή ποσότητα νερού, ξεκινά η διαδικασία της ζύμωσης, η οποία διαρκεί συνήθως 5-6 μήνες. Η χρονική διάρκεια της ζύμωσης οφείλεται σε μία σειρά παραγόντων, μερικοί από τους οποίους είναι η σταδιακή συλλογή της πρώτης ύλης, οι χαμηλές θερμοκρασίες στη διάρκεια του χειμώνα και το γεγονός ότι οι καρποί δεν υφίστανται θρυμματισμό πριν από τη ζύμωση.

4.2 Απόσταξη

Το πρώτο προϊόν μετά τη ζύμωση μεταφέρεται σε παραδοσιακά χάλκινα σκεύη απόσταξης που αποτελούνται από δύο δοχεία που συνδέονται με ένα σωλήνα (**Εικόνα 6**). Τα δοχεία αυτά έχουν χωρητικότητα 130 L, αλλά κατά την διαδικασία της απόσταξης γεμίζουν έως ότου το προϊόν της ζύμωσης καταλάβει τα $\frac{3}{4}$ του όγκου τους. Το επόμενο βήμα είναι η θέρμανση της προαναφερθείσας

συσκευής (80-90 °C), γεγονός που εξυπηρετεί στην απελευθέρωση του αποστάγματος από τη χοάνη και στη συνέχεια στη συμπύκνωσή του σε γυάλινες φιάλες διαφορετικής χωρητικότητας. Όμως, πριν την πραγματοποίηση αυτού του σταδίου, πρέπει να διασφαλιστεί η αποφυγή διαρροών ατμού, γεγονός που επιτυγχάνεται στεγανοποιώντας τη συσκευή με ζυμάρι ή πολύ από στάχτη. Περίπου το πρώτο 1 L του αποστάγματος (προϊόν “κεφαλής”) απομακρύνεται λόγω του εξαιρετικά υψηλού αλκοολικού τίτλου (90% vol). Το επόμενο απόσταγμα στη συνέχεια εκχυλίζεται σταδιακά έως ότου η περιεκτικότητά του σε αλκοόλ φθάσει το 5% vol, το οποίο μετά επαναφέρεται στον αποστακτήρα για δεύτερη απόσταξη μαζί με 5,5-6 kg σπόρους γλυκάνισου (*Pimpinella anisum*), όταν επιθυμούμε να προσθέσουμε γλυκάνισο. Ύστερα από τη δεύτερη απόσταξη αφαιρούνται τόσο το πρώτο όσο και το τελευταίο μέρος του προϊόντος (προϊόν “κεφαλής” και “ουράς” αντιστοίχως), ενώ το υπόλοιπο με περιεκτικότητα σε αλκοόλ περίπου 60% με 70% vol συλλέγεται. Τέλος, τα αποστάγματα που προκύπτουν από τις διάφορες παρτίδες αναμειγνύονται και πριν αραιωθούν με νερό τοποθετούνται σε δρύινα βαρέλια ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της παλαίωσης, η οποία διαρκεί περίπου 1 χρόνο πριν την κατανάλωση.



Εικόνα 6: Χάλκινη συσκευή κατάλληλη για απόσταξη υγρών. Προσαρμογή εικόνας από https://www.destillatio.eu/en/alembic-still-2-liters_155_1148.

4.3 Σύσταση αποστάγματος

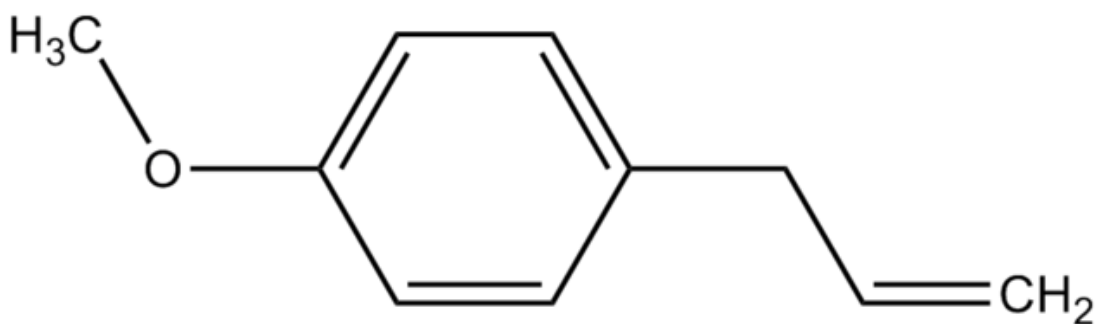
Σκοπός της ανάλυσης της σύστασης του αποστάγματος είναι η αξιολόγηση της ασφάλειας του προϊόντος, καθώς μπορεί να εμπεριέχει ενώσεις τοξικές για τον καταναλωτή σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις ή ενώσεις που αποτελούν ένδειξη βακτηριακής αλλοίωσης. Παράλληλα, η σύσταση του αποστάγματος αποκαλύπτει την αυθεντικότητα/ποιότητα του προϊόντος αλλά και την επεξεργασία που αυτό έχει υποστεί.

4.4.1 Πτητικές ενώσεις

Αιθανόλη-Αιθυλική αλκοόλη: Ο αλκοολικός τίτλος του αποστάγματος κούμαρου ανέρχεται από 21 έως 49,91% vol, με τη μέση τιμή του να υπερβαίνει τον ελάχιστο αλκοολικό βαθμό (37,5% vol) σύμφωνα με τον κανονισμό 1576/1989 της ΕΟΚ. Αυτή η διακύμανση στη συγκέντρωση της αιθυλικής αλκοόλης οφείλεται εν μέρει στη μέθοδο της απόσταξης, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη τυποποίησης της διαδικασίας για διασφάλιση πρόσληψης ενός ομοιογενούς και ποιοτικού προϊόντος.

Μεθανόλη και εστραγόλη: Κατά τη διαδικασία της απόσταξης, πέρα από τα επιθυμητά συστατικά που χαρακτηρίζουν το απόσταγμα, εντοπίζονται επίσης και

ουσίες που μπορεί να καθίστανται τοξικές για την υγεία του καταναλωτή. Σε αυτές συγκαταλέγονται μεταξύ άλλων η μεθανόλη και η εστραγόλη (αρωματική αλδεΰδη, **Εικόνα 7**). Πιο συγκεκριμένα, η μεθανόλη παράγεται ύστερα από επίδραση πηκτινολυτικών ενζύμων σε πηκτίνες που ενυπάρχουν στους κονιορτοποιημένους καρπούς. Συνεπώς, η περιεκτικότητα της αλκοόλης αυτής στα αποστάγματα αυξάνεται όσο παρατείνεται και η περίοδος απόσταξης του κούμαρου ([Silva 1998](#); [Silva 1999](#)). Πιο συγκεκριμένα, η μέση περιεχόμενη ποσότητα μεθανόλης στα αποστάγματα κούμαρου υπολογίζεται σε 744 g/hL AA, παρουσιάζοντας όμως μία διακύμανση μεταξύ των τιμών 88,9 g/hL AA έως 1152 g/hL AA. Εξαιτίας της τοξικής της δράσης αποτελεί ανεπιθύμητο συστατικό των αποσταγμάτων και για το λόγο αυτό ο ευρωπαϊκός κανονισμός (No. 1576/89) (Official Journal of EEC, 1989. No L. 160, 12/6/1989) ορίζει ότι η συγκέντρωσή της δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 1000 g/hL AA. Αναφορικά με την εστραγόλη, αποτελεί μία αρωματική αλδεΰδη, που προέρχεται από την προσθήκη γλυκάνισου ή και άλλων αρωματικών μέσων φυτικής προέλευσης ([Liddle 1984](#); [Commission 2001](#)). Λόγω της καρκινογόνου δράσης της θεωρείται απαραίτητος ο έλεγχος της συγκέντρωσής της, η οποία ανέρχεται στα 20mg/L στο κούμαρο, τιμή που δεν υπερβαίνει τα προτεινόμενα όρια κατανάλωσης της ([Foods 1999](#); [Producers 2000](#); [Greece 2002](#)).

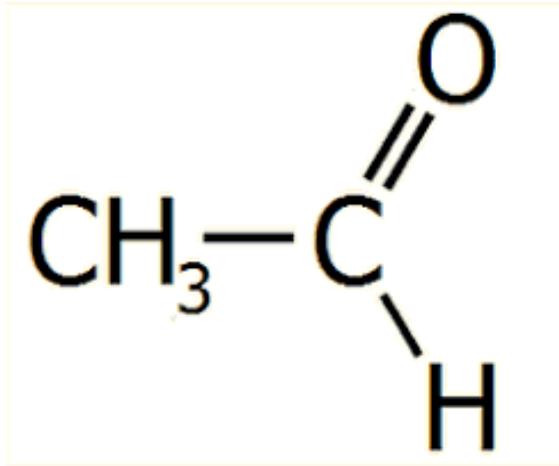


Εικόνα 7: Η χημική δομή της εστραγόλης (Estragol-Methylcavicol). Προσαρμογή εικόνας από <https://en.wikipedia.org/>.

Ανώτερες αλκοόλες: Οι ανώτερες αλκοόλες είναι οι πιο άφθονες ποσοστικά αρωματικές ενώσεις που προσδίδουν άρωμα και χαρακτήρα στα αποστάγματα ([Ferreira 1999](#); [Silva 1999](#)). Τα επίπεδά τους στα αποστάγματα εξαρτώνται τόσο από τις συνθήκες ζύμωσης όσο και από την τεχνική της απόσταξης ([Silva 1998](#)). Οι κυριότερες εξ αυτών, που ανιχνεύονται στο απόσταγμα κούμαρου, είναι η ισοβουτυλική αλκοόλη, η βουτανόλη-1 και οι αμυλικές αλκοόλες.

Λοιπές αλκοόλες: Επιπλέον, άλλες αλκοόλες που εντοπίζονται στο απόσταγμα κούμαρου είναι η 1-εξανόλη, η cis-3-εξανόλη και σε μικρότερη ποσότητα η trans-3-εξανόλη και η trans-2-εξανόλη, οι οποίες επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του αποστάγματος, αρκεί να βρίσκονται εντός συγκεκριμένων ορίων ώστε να μην επιφέρουν τα αντίθετα αποτελέσματα στο άρωμα και τη γεύση του προϊόντος ([Tourlie`re 1977](#); [Soufleros 1987](#); [Ferreira 1999](#); [Silva 1999](#)).

Ακεταλδεΰδη: Η ακεταλδεΰδη (**Εικόνα 8**) στα αποστάγματα είναι το αποτέλεσμα της αυθόρμητης ή διαμεσολαβούμενης από βακτήρια οξείδωσης αλκοολών ([Silva 1999](#)), επομένως τα αυξημένα επίπεδά της μπορεί να αποτελέσουν ένδειξη ανεπιθύμητης μόλυνσης από βακτήρια, γεγονός που επηρεάζει το άρωμα του προϊόντος. Η ποσότητα ακεταλδεΰδης που ανιχνεύεται στο απόσταγμα κούμαρου κυμαίνεται από 34,5 έως 270 g/hL AA, δηλαδή εντός των ορίων που υπαγορεύει ο κανονισμός 1576/89 της ευρωπαϊκής επιτροπής ([EEC 1989](#)).

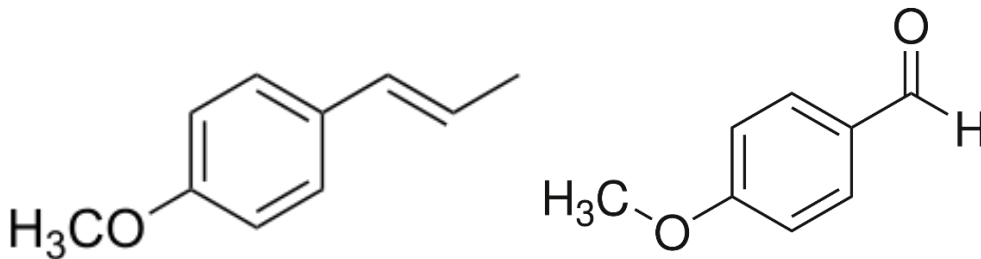


Εικόνα 8: Η χημική δομή της ακεταλδεΐδης (αιθανάλης). Προσαρμογή εικόνας από [chemicals/chem](#).

Εστέρες: Το άρωμα που χαρακτηρίζει τα διάφορα αποστάγματα αποδίδεται στην παρουσία εστέρων ([Silva 1999](#); [Soufleros 2001](#)). Στο απόσταγμα κούμαρου εντοπίζονται κυρίως: οι αιθυλεστέρες του εξανοϊκού, οκτανοϊκού και δεκανοϊκού οξέος, οι οξικοί εστέρες της ισοαμυλικής αλκοόλης, της φαινυλοαιθανόλης και το οξικό εξύλιο που ενισχύουν το άρωμα του αποστάγματος ([Ferreira 1999](#)). Επιπρόσθετα, εντοπίζονται υψηλά επίπεδα οξικού αιθυλεστέρα, ο οποίος αποδίδει ένα όξινο και κατ' επέκταση ανεπιθύμητο οργανοληπτικό χαρακτήρα όταν η συγκέντρωση του υπερβαίνει το όριο των 180 g/hL AA ([Soufleros 1987](#); [Ferreira 1999](#)).

Ανηθόλη, Ανισαλδεΐδη: Το απόσταγμα κούμαρου χαρακτηρίζεται επίσης από την παρουσία ανηθόλης και σε μικρότερο βαθμό ανισαλδεΐδης (**Εικόνα 9**), δύο αρωματικών ενώσεων που οφείλουν την παρουσία στους στην προσθήκη γλυκάνισου ή και άλλων αρωματικών μέσων φυτικής προέλευσης, επομένως οι ανιχνευόμενες συγκεντρώσεις του εξαρτώνται από την ποσότητα των χρησιμοποιούμενων σπόρων. Αξίζει όμως να σημειωθεί πως η ανισαλδεΐδη παράγεται κυρίως ως προϊόν οξείδωσης της ανηθόλης. Στο απόσταγμα κούμαρου

εντοπίζεται κυρίως το trans ισομερές της ανηθόλης, το οποίο σε αντίθεση με το cis τοξικό ισομερές, είναι αβλαβές για τον άνθρωπο ([Σουφλερός Ε. 2004](#)).



Εικόνα 9: Χημική δομή των ανηθόλη (anethole, αριστερά) και ανισαλδεΐδη (anisaldehyde, δεξιά). Προσαρμογή εικόνας από el.wikipedia.org/.

4.4.2 Μεταλλικά στοιχεία

Τέλος, λόγω της τοξικότητας ορισμένων μετάλλων είναι σημαντικό να υπολογίζονται οι συγκεντρώσεις τους στα αποστάγματα. Βασικές πηγές προέλευσης αυτών αποτελούν τα ίδια τα μηχανήματα απόσταξης καθώς και το νερό που χρησιμοποιείται κατά την αραίωση του αποστάγματος.

Σίδηρος: Η ποσότητα σιδήρου που ανιχνεύεται στο απόσταγμα κούμαρου είναι μικρή (η μέση τιμή είναι 0,027 mg/L) και συμβαδίζει με τα προτεινόμενα επίπεδα κατανάλωσης, ενώ παράλληλα υποδηλώνει το σωστό χειρισμό της πρώτης ύλης.

Ασβέστιο: Ομοίως τα επίπεδα ασβεστίου παραμένουν χαμηλά (η μέση τιμή είναι 14 mg/L) και εντός των επιτρεπόμενων ορίων ([Muntean 1998](#)). Ένας πιθανός παράγοντας για την ανεύρεση υψηλότερης ποσότητας ασβεστίου στο απόσταγμα αποτελεί το νερό που χρησιμοποιείται κατά το στάδιο της αραίωσής του.

Χαλκός: Η παρουσία χαλκού στα αποστάγματα οφείλεται στην επαφή τους με τις χάλκινες επιφάνειες των συσκευών απόσταξης (άμβυκας, ψυκτήρας). Συνεπώς, ο ενδεδειγμένος και συχνός καθαρισμός των συσκευών αποτρέπει την εύρεση αυξημένων συγκεντρώσεων του μετάλλου αυτού. Σημειώνεται πως η μέση συγκέντρωση του χαλκού στο απόσταγμα κούμαρου είναι 1 mg/L και ακολουθεί τους προβλεπόμενους κανονισμούς ([Brazil 1974](#); [Latvia 2001](#)).

Μόλυβδος: Λόγω της τοξικότητας του μόλυβδου, η μέγιστη ημερήσια κατανάλωσή του από έναν ενήλικα έχει οριστεί στα 250–300 mg ([Muntean 1998](#)). Επιπλέον, για να αποφευχθεί η αύξηση της συγκέντρωσής του στο απόσταγμα, κρίνεται απαραίτητη η αποφυγή χρήσης υλικών από μόλυβδο για το τμήμα του καζανιού του αποστακτηρίου. Στην περίπτωση του κούμαρου, η μέση συγκέντρωση μόλυβδου ακολουθεί τους κανονισμούς και είναι 9 µg/L.

4.5 Αλκοολούχα ποτά

Τα αποστάγματα από τα ζυμωμένα φρούτα του *Arbutus unedo* χρησιμοποιούνται για την παρασκευή αλκοολούχων ποτών (λικέρ), και τα ονόματά τους ποικίλλουν ανάλογα με τη χώρα προέλευσης. Για παράδειγμα, στην Πορτογαλία, το απόσταγμα είναι γνωστό ως «aguardente de medronho» ([Cavaco 2007](#)) (**Εικόνα 10**), στην Ιταλία ως «Corbezzolo» ([Santos 2012](#)) (**Εικόνα 11**), και στην Ελλάδα ως «Κούμαρο» ([Soufleros 2005](#)). Εκτός από την ονομασία, σε κάθε προϊόν τροποποιείται η σύστασή του σε διάφορες χημικές ενώσεις, πχ το «aguardente de medronho» της Πορτογαλίας περιέχει μεθανόλη (σε συγκεντρώσεις που ορίζονται από τη νομοθεσία) και οξικό αιθυλεστέρα ([Versini 2011](#)), ενώ το «κούμαρο» έχει ως κύρια συστατικά αλκοόλες (μεθανόλη), εστέρες (οξικός αιθυλεστέρας), οξέα (ισοβαλερικό οξύ) και

αρωματικές ενώσεις (τρανς-ανηθόλη) ([Soufleros 2005](#)) και τέλος, το Ιταλικό απόσταγμα περιέχει υψηλές ποσότητες αιθυλεστέρων C6 έως C10 και λιπαρών εστέρων C12 έως C18 ([Versini 1995](#); [Soufleros 2005](#); [Versini 2011](#)). Ένα επιπλέον αρωματικό λικέρ που κυκλοφορεί στην αγορά βασίζει την παρασκευή του στη διαβροχή χυμού και καρπών ροδιού σε απόσταγμα *A. Unedo* και διαθέτει υψηλή περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και ανιχνεύσιμες ποσότητες αιθανάλης, οξικού αιθυλεστέρα, 1-εξανόλης, λιμονένιου, 1-εξενόλης και τρανς-καρυοφυλλενίου ([Galego 2013](#)).



Εικόνα 10: Το απόσταγμα του *Arbutus unedo* της Πορτογαλίας («aguardente de medronho»). Προσαρμογή εικόνας από <https://portugalgetwine.com/>.

Τέλος, ένα ακόμα γνωστό ελληνικό απόσταγμα που προκύπτει από τους καρπούς του *Arbutus unedo* είναι το τσίπουρο. Η διαδικασία απόσταξης είναι ίδια με τη διαδικασία παρασκευής τσίπουρου από σταφύλια, όπου τα φρούτα συνθλίβονται και ύστερα υφίστανται ζύμωση για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα μέχρι τη στιγμή του βρασμού για την απόσταξη. Η κύρια διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι τα φρούτα του *Arbutus unedo* χρειάζονται διαρκή ανάδευση σε ανοιχτό καζάνι, καθώς λόγω βάρους οδηγούνται στη βάση του σκεύους. Στη

συνέχεια, οι ατμοί περνούν μέσα από κρύο νερό και υγροποιούνται, ενώ κατά τη δεύτερη απόσταξη προστίθεται και γλυκάνισος (κατ' επιλογή).



Εικόνα 11: ο απόσταγμα του *Arbutus unedo* από την Ιταλία (Corbezzolo). προσαρμογή εικόνας από <https://www.lasardegna1930.it/lasardegna/en/citrus-fruits-liqueurs/>.

4.6 ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (GC)

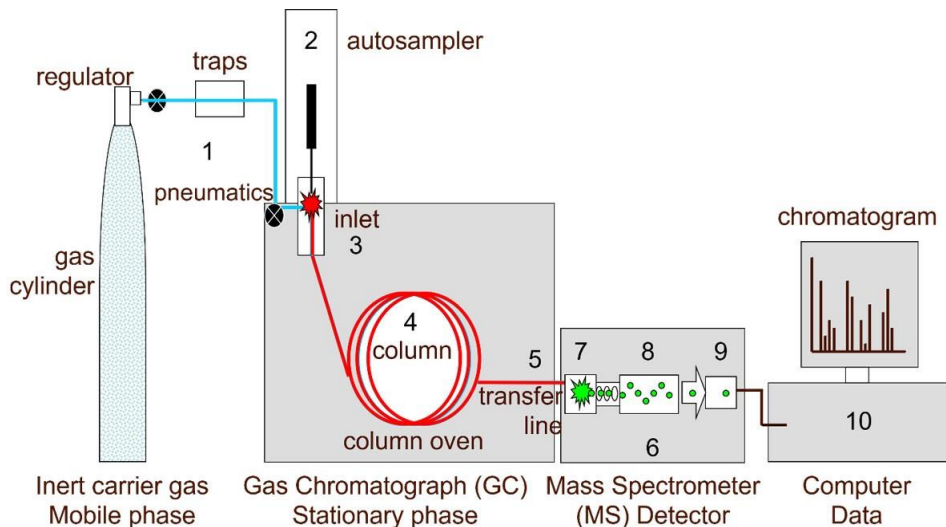
Η αρχή της αέριας χρωματογραφίας (GC) βασίζεται στον καταμερισμό των συστατικών ενός δείγματος ανάμεσα στη στατική και κινητή φάση. Η στατική φάση είναι ένα μη πτητικό υγρό που επιλέγεται με βάση τις ιδιότητες διαχωρισμού και παραμένει σε στερεό στήριγμα. Οι διαμοριακές αλληλεπιδράσεις και η πολικότητα της στατικής φάσης καθορίζουν τον βαθμό συγγένειας κάθε συστατικού με τη στατική φάση.

Στη διαδικασία της GC, ένα δείγμα εισέρχεται σε ένα θερμαινόμενο μπλοκ όπου γρήγορα εξατμίζεται και παράγει ένα αέριο βύσμα. Αυτό το βύσμα παρασύρεται από το φέρον αέριο προς την είσοδο της στήλης, η οποία περιέχει τη στατική φάση. Τα συστατικά του δείγματος αντιδρούν με τη στατική φάση και στη συνέχεια απελευθερώνονται στο φέρον αέριο καθώς διέρχονται μέσα από τη στήλη. Κάθε συστατικό κινείται με τη δική του ταχύτητα, που εξαρτάται από τον συντελεστή κατανομής και την εξάπλωση της ζώνης, και προκαλεί μια κορυφή στο χρωματογράφημα.

Κατά τη διάρκεια της κίνησης των συστατικών μέσα από τη στήλη, ανιχνευτές καταγράφουν τις μεταβολές συγκέντρωσης και ρυθμού έκλουσης. Αυτά τα

σήματα, συχνά παρουσιάζονται ως συνάρτηση του χρόνου έναντι της σύνθεσης του φέροντος αερίου. Οι κορυφές που προκύπτουν από αυτά τα σήματα υποδεικνύουν την έκλυση των διαφορετικών συστατικών.

Οι κορυφές στο χρωματογράφημα θα πρέπει να έχουν ιδανικά κατανομές Gaussian και να είναι συμμετρικές, λόγω της τυχαίας φύσης των αλληλεπιδράσεων των συστατικών με τη στήλη. Για να αποκτηθούν ποσοτικά δεδομένα σχετικά με τα διαχωρισμένα συστατικά, μπορεί να μετρηθούν ο χρόνος εμφάνισης, το ύψος, το πλάτος και η περιοχή αυτών των κορυφών.



Εικόνα 12. Διάταξη αέριου χρωματογράφου-φασματομέτρου GC-MS (Kolarikar 2018).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Συγκομιδή, αλκοολική ζύμωση και απόσταξη.

Σε πρώτο στάδιο έγινε η συγκομιδή 9 κιλών κούμαρων. Τα κούμαρα αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο ώστε να συντηρηθούν μέχρι να γίνει η επεξεργασία τους. Μετά την παραλαβή των φρούτων στο εργαστήριο ακολούθησε η πολτοποίηση τους. Έπειτα ακολούθησε ο εμβολιασμός με ζύμες από το εμπόριο. Από τις αναλύσεις που έγιναν στο κούμαρο προέκυψαν οι μετρήσεις brix= 14, πυκνότητας $d = 1,056 \text{ gr/l}$, οξύτητα 1,872 και pH 2,33.

Τα πολτοποιημένα κούμαρα μοιράστηκαν σε τρία πλαστικά δοχεία (Δ1, Δ2, Δ3) και ακολούθησε ο εμβολιασμός με ζύμες *S. cerevisiae* της εταιρίας Lallemand ακολουθώντας τα εξής βήματα και στα τρία δοχεία :

Οι οδηγίες της συσκευασίας δίνουν ενσωμάτωση 40gr/hl ζύμης στο χυμό άρα στα τρία λίτρα θα μπουν 1,2 gr ζύμες σε κάθε εμβόλιο για το κάθε δοχείο.

Προετοιμασία εμβολίου : ζυγίστηκαν 1,3 γραμμάρια ζάχαρης , ακολουθεί προσθήκη σε μικρή ποσότητα ζεστού νερού μαζί με την ποσότητα της απαιτούμενης ζύμης. Μετά από αναμονή για μισή ώρα και αφού παρατηρήθηκε αφρισμός στο διάλυμα, έγινε ο εμβολιασμός των τριών δοχείων .

Μετά το πέρασμα 24 ωρών παρατηρήθηκε το ξεκίνημα της αλκοολικής ζύμωσης και στα τρία δείγματα, στα δοχεία Δ2 και Δ3 υπήρχε έντονη ζύμωση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι πυκνότητες που μετρήθηκαν κάθε μέρα μετά την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Πορεία αλκοολικής ζύμωσης μέσω της πυκνότητας.

ΗΜΕΡΕΣ ΖΥΜΩΣΗΣ	Δ1	Δ2	Δ3
1	1,056	1,056	1,056
2	1,054	1,044	1,046
3	1,053	1,040	1,040
4	1,048	1,038	1,038
5	1,046	1,034	1,035
6	1,044	1,030	1,032
7	1,043	1,027	1,027
8	1,036	1,026	1,026
9	1,034	1,025	1,025
10	1,024	1,023	1,023
11	1,020	1,019	1,017



Πίνακας 5: Διάγραμμα εξέλιξης της αλκοολικής ζύμωσης μέσω της πυκνότητας

Μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης ακολούθησε η απόσταξη. Κατά την διάρκεια της πρώτης απόσταξης παραλήφθηκε σούμα 2 λίτρα 21,4% vol . Από την δεύτερη απόσταξη παραλήφθηκαν ‘κεφαλές’ 20 ml , ‘καρδιά’ 1000ml και ‘ουρές’ 60ml. Ο αλκοολικός τίτλος μετά την 2^η απόσταξη ήταν 38,6% vol.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ GC-MS

Για την συνέχεια του πειραματικού μέρους της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά αποστάγματα προερχόμενα από κούμαρο, ένα απόσταγμα του εμπορίου και ένα που παρασκευάστηκε στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου. Τα δείγματα αναλύθηκαν με χρωματογραφικό διαχωρισμό και λήφθηκαν αποτελέσματα που αφορούν την περιεκτικότητα του κάθε δείγματος σε διάφορα χημικά συστατικά, όπως θα δούμε παρακάτω. Η περιεκτικότητα υπολογίστηκε με κατάλληλους τύπους βάσει του χρόνου που χρειάζεται κάθε χημική ένωση να περάσει από τη στήλη στον ανιχνευτή .

Για την ανάλυση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε ο αέριος χρωματογράφος HP 6890 GC σε συνδυασμό με έναν επιλεκτικό ανιχνευτή μάζας HP 5973 (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, ΗΠΑ). Η στήλη ήταν HP-5 MS (30m x 20μm x 0,25μm). Ο όγκος του δείγματος που εισήχθη στο μηχάνημα ήταν 1μL. Το φέρον αέριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ήλιο (He) με ρυθμό ροής 1mL/min. Η θερμοκρασία φούρνου ξεκίνησε από 50 °C, αυξήθηκε σε 100 °C σε ρυθμό 10 °C /min, στη συνέχεια σε 220 °C σε ρυθμό 15 °C/ και διατηρήθηκε στους 220 °C για 7 λεπτά.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6) παρατίθεται ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων των αποσταγμάτων σε διάφορες χημικές ενώσεις σε δύο διαφορετικά αποστάγματα κούμαρου (εμπορίου και Πανεπιστημίου):

Πίνακας 6 : Η περιεκτικότητα σε mg/l δύο διαφορετικών αποσταγμάτων κούμαρου (εμπορίου και παρασκευασμένου στο Πανεπιστήμιο) σε διάφορες χημικές ενώσεις.

	ΑΠΟΣΤΑΓΜΑ ΕΜΠΟΡΙΟΥ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑ
Χημική ένωση	Περιεκτικότητα mg/l	Περιεκτικότητα mg/l
3-hexen-1-ol	0,19	0,70
1-hexanol	0,20	0,21
caproic acid ethyl ester	24,47	7,40
2-phenylethanol	1,76	0,77
caprylic acid ethyl ester	0,42	0,14
2-OH-benzoic acid methyl ester	3,16	6,14
anethole	0,46	0
capric acid ethyl ester	0,45	0,11
dodecanoic acid ethyl ester	1,075	1,051

myristic acid ethyl ester	17,32	5,64
palmitic acid methyl ester	1,51	0,60
palmitic acid ethyl ester	0,97	0,99
9-octadecanoic acid methyl ester	1,18	1,37
16-Methyl-heptadecanoic acid ethyl ester	11,19	22,43
linoleic acid ethyl ester	25,75	21,36

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η 1-εξανόλη (1-hexanol) συνεισφέρει σημαντικά στο άρωμα του αποστάγματος με θετικό τρόπο, αρκεί να μην υπερβεί τα 10 g/hL γιατί τότε επικρατεί μία δυσάρεστη ανεπιθύμητη οσμή. Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα η περιεκτικότητα του πειραματικού αποστάγματος σε εξανόλη είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη του εμπορίου. Ομοίως και η ακόρεστη αλκοόλη 3-εξεν-1-όλη είναι υπεύθυνη για την απόδοση αρώματος στο απόσταγμα, η μεγαλύτερη περιεκτικότητα της οποίας εντοπίζεται στο απόσταγμα του Πανεπιστημίου . Μία επιπλέον χημική ένωση η οποία συμβάλλει σημαντικά στο άρωμα του δείγματος είναι ο αιθυλεστέρας του καπροϊκού οξέος .

Η 2-φαινυλαιθανόλη είναι η χημική ένωση που προσδίδει τον «λουλουδάτο» χαρακτήρα στο ποτό. Η χημική ένωση αιθυλεστέρας καρυλικού οξέος, που εντοπίζεται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα στο απόσταγμα του εμπορίου δίνει επίσης ευχάριστο άρωμα και συντελεί στην αναβάθμιση της

ποιότητας του αποστάγματος. Η ανηθόλη, η οποία όπως παρατηρούμε είναι συστατικό μόνο του εμπορικού αποστάγματος, είναι αρωματική ένωση που προέρχεται από την προσθήκη γλυκάνισου, η οποία προσδίδει μία θολότητα στο απόσταγμα, καθώς και μία γλυκιά γεύση και οσμή. Η παρουσία δωδεκανοϊκού αιθυλεστέρα σε μεγαλύτερη ποσότητα στο δείγμα του εμπορίου αναβαθμίζει την ποιότητα του αποστάγματος και προσδίδει μία ελαφριά και ευχάριστη γεύση.

Οι μεθυλεστέρας και αιθυλεστέρας παλμιτικού οξέος προσδίδουν ένα ιδιαίτερο και ευχάριστο άρωμα στο δείγμα και σημειώνεται η παρουσία τους κυρίως στο δείγμα του εμπορίου. Τέλος, οι εστέρες του δεκανοϊκού οξέος (μεθυλεστέρας δεκαδεκανοϊκού οξέος και αιθυλεστέρας μεθυλ-επταδεκανοϊκού οξέος) συνεισφέρουν στο άρωμα του αποστάγματος και εντοπίζονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο δείγμα του εμπορίου.

Συνολικά, φαίνεται πως το απόσταγμα του εμπορίου περιέχει σε μεγαλύτερες ποσότητες χημικές ενώσεις, οι οποίες ενδεχομένως στις συγκεντρώσεις αυτές να προσδίδουν μία πιο ευχάριστη γεύση και οσμή στο δείγμα σε σχέση με το αντίστοιχο χειροποίητο παρασκεύασμα από τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Afrin, S., T. Y. Forbes-Hernandez, et al. (2017). "Strawberry-Tree Honey Induces Growth Inhibition of Human Colon Cancer Cells and Increases ROS Generation: A Comparison with Manuka Honey." *Int J Mol Sci* **18**(3).
- Alarcão-E-Silva, M. L. C. M. M., Leitão, A.E.B., Azinheira, H.G., Leitão, M.C.A. (2001). "The arbutus berry: studies on its color and chemical characteristics at two mature stages." *J. Food Compos. Anal.* **14**: 27-35.

- Asmae El Ouarti, A. C. h., Hakima Sqalli, Abdellatif Haggoud (2012). "Extra and intracellular antimycobacterial activity of *Arbutus unedo* L." *African Journal of Microbiology Research* **6**(6): 1283-1290.
- Ayaz F.A., K. M., Reunanenc M. (2000). "Sugar, Non-volatile and Phenolic Acids Composition of Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L. var. *ellipsoidea*) Fruits." *Journal of Food Composition and Analysis* **13**(2): 171-177.
- Barros, L., Carvalho, A.M., Morais, J.S., Ferreira, I.C.F.R. (2010). "Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: detailed characterisation in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. ." *Food Chem.* **120**: 247-254.
- Bessah, R., Benyoussef, E.H. (2012). " Essential oil composition of *Arbutus unedo* L. leaves from Algeria." *J. Essent. Oil Bear. Plants* **15**: 678–681.
- Brazil, O. J. o. (1974). "Portaria No. 371, 18/09/1974."
- Carcache-Blanco, E. J., M. Cuendet, et al. (2006). "Potential cancer chemopreventive agents from *Arbutus unedo*." *Nat Prod Res* **20**(4): 327-334.
- Castaldi S, C. A., Fiorentino A, Natale A, Messere A, Miglietta F, Cotrufo MF (2009). "Inhibition of net nitrification activity in a Mediterranean woodland: possible role of chemicals produced by *Arbutus unedo*. ." *Plant Soil* **315**: 273-283.
- Cavaco, T. L., C.; Quintas, C.; Carvalho, I.S. (2007). "Chemical and microbial changes during the natural fermentation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits." *J. Food Biochem.* **31**: 715-725.
- Commission, E. (2001). "Opinion of the Scientific Committee on Food on estragol (1-allyl-4-methoxybenzene).".
- Delgado-Pelayo, R., Gallardo-Guerrero, L., Hornero-Méndez, D. (2016). "Carotenoid composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits." *Food Chem.* **199**: 165-175.
- Dib, M. E. A., Allali, H., Bendiabdellah, A., Meliani, N., Tabti, B., (2013). "Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Arbutus unedo* L." *J. Saudi Chem. Soc.* **17**: 381-385.
- Djipa, C. D., M. Delmee, et al. (2000). "Antimicrobial activity of bark extracts of *Syzygium jambos* (L.) alston (Myrtaceae)." *J Ethnopharmacol* **71**(1-2): 307-313.
- EEC, O. J. o. (1989). "No L. 160, 12/6/1989."
- El Haouari, M., J. J. Lopez, et al. (2007). "Antiaggregant effects of *Arbutus unedo* extracts in human platelets." *J Ethnopharmacol* **113**(2): 325-331.

- Erkekoglou, I., Nenadis, N., Samara, E., Mantzouridou, F.T. (2017). "Functional teas from the leaves of *Arbutus unedo*: phenolic content, antioxidant activity, and detection of efficient radical scavengers." Plant Foods Hum. Nutr. **72**: 176-183.
- Ertabaklar, H., B. Kivcak, et al. (2009). "In vitro activity of *Arbutus unedo* leaf extracts against *Trichomonas vaginalis* trophozoites." Turkiye Parazitol Derg **33**(4): 263-265.
- Esquenazi, D., M. D. Wigg, et al. (2002). "Antimicrobial and antiviral activities of polyphenolics from *Cocos nucifera* Linn. (Palmae) husk fiber extract." Res Microbiol **153**(10): 647-652.
- Ferreira, S., J. Santos, et al. (2012). "Screening of antimicrobial activity of *Cistus ladanifer* and *Arbutus unedo* extracts." Nat Prod Res **26**(16): 1558-1560.
- Ferreira, V., Hernandez-Orte, P., Escudero, A., Lopez, R., Cacho, J. (1999). "Semipreparative reversed-phase liquid chromatographic fractionation of aroma extracts from wine and other alcoholic beverages." Journal of Chromatography A **864**: 77-88.
- Fiorentino, A., Castaldi, S., D'Abrosca, B., Natale, A., Carfora, A., Messere, A., Monaco, P. (2007). "Polyphenols from the hydroalcoholic extract of *Arbutus unedo* living in a monospecific Mediterranean woodland." Biochem. Syst. Ecol. **35**: 809-811.
- Foods, F. I. o. (1999). "Proposition to the European Council on estragol content as a maximum for foods."
- Fortalezas, S., L. Tavares, et al. (2010). "Antioxidant properties and neuroprotective capacity of strawberry tree fruit (*Arbutus unedo*)." Nutrients **2**(2): 214-229.
- Galego, L. R. J., S.; Silva, J.P. (2013). "Polyphenol and volatile profiles of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit extracts and liquors." Int. J. Food Sci. Technol. **48**: 693–700.
- García-Alonso, M., De, -Teresa, S., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J.C. (2004). "Evaluation of the antioxidant properties of fruits." Food Chem. **84**: 13-18.
- Garrido N, S. T. (2020). "Medronho: o fruto vermelho que Portugal está a (re)descobrir." Público. <https://www.publico.pt/2020/11/20/sociedade/noticia/medronho-fruto-vermelho-futuro-portugal-redescobrir-1939941>. Accessed 7 Jan 2021.
- Gaspar, E. M. S. M., das Neves, H.J.C., Noronha, J.P. (1997). "Application of HPLC-PBMS to the identification of unknown components in a triterpenoid fraction of *Arbutus unedo* fruits." J. High Resolut. Chromatogr. **20**: 417-420.
- Gilman, E. F., Watson, D.G. (1993). " *Arbutus unedo*, Strawberry tree." Forest service, Department of Agriculture. Florida, Fact Sheet ST-85.
- Godinho B, A. M., Magalhães MC (2010). "Biogeochemistry evaluation of soils and *Arbutus* trees in the Panasqueira mine area. ." Rev Ciências Agrárias **33**: 226-235.

- Gomes F, C. J. (2009). "Micropropagation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) from adult plants." *Vitro Cell Dev Biol - Plant Dis* **45**: 72-82.
- Gomes F, C. J. (2009). "Micropropagation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) from adult plants. ." *Vitro Cell Dev Biol - Plant Dis* **45**: 72-82.
- Gomes F, S. M., Lopes ML, Canhoto JM (2010). "Effect of plant growth regulators and genotype on the micropropagation of adult trees of *Arbutus unedo* L. (strawberry tree)." *N Biotechnol* **27**: 882–892.
- Greece, M. o. F. a. E. o. (2002). "Document to interested in relation to estragol content as a maximum for alcoholic beverages."
- Guimarães, R., Barros, L., Dueñas, M., Carvalho, A.M., Queiroz, M.J.R.P., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R. (2013). "Characterisation of phenolic compounds in wild fruits from Northeastern Portugal. ." *Food Chem.* **141**: 3721-3730.
- Hakime Hülya Orak, H. Y., Sebnem Selen Isbilir, Ahmet Şükrü Demirci, Tuncay Gümüş & Neslihan Ekinci (2011). "Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Potential of Strawberry Tree (*Arbutus Unedo* L.) Leaf." *Food Science and Biotechnology* **20**(5).
- Heywood, V. (1993). "Flowering plants of the world." *B.T. Batsford, London.*
- Jurica, K., Karačonji, I.B., Šegan, S., Opsenica, D.M., Kremer, D. (2015). "Quantitative analysis of arbutin and hydroquinone in strawberry tree (*Arbutus unedo* L., Ericaceae) leaves by gas chromatography-mass spectrometry. ." *Arh. Hig. Rada Toksikol* **66**: 197-202.
- Karikas, G. A., Euerby, M.R., Waigh, R.D. (1987). "Constituents of the stems of *Arbutus unedo*." *Planta Med.* **53**: 223-224.
- Kivcak, B. and T. Mert (2001). "Quantitative determination of alpha-tocopherol in *Arbutus unedo* by TLC-densitometry and colorimetry." *Fitoterapia* **72**(6): 656-661.
- Kivcak, B., T. Mert, et al. (2009). "In vitro activity of *Arbutus unedo* against *Leishmania tropica* promastigotes." *Turkiye Parazitoloj Derg* **33**(2): 114-115.
- Kivcak, B., Mert, T. (2001). "Quantitative determination of α -tocopherol in *Arbutus unedo* by TLC-densitometry and colorimetry." *Fitoterapia* **72**: 656-661.
- Kusari S, H. C., Spitteller M (2012). "Chemical ecology of endophytic fungi: origins of secondary metabolites." *Chem Biol* **19**: 792–798.
- Latvia, O. J. o. (2001). "No. 101, 6/3/2001."
- Legssyer, A., Ziyat, A., Mekhfi, H., Bnouham, M., Herrenknecht, C., Roumy, V., Fourneau, C., Laurens, A., Hoerter, J., Fischmeister, R. (2004). "Tannins and catechin gallate

- mediate the vasorelaxant effect of *Arbutus unedo* on the rat isolated aorta." Phyther. Res. **18**: 889-894.
- Liddle, P. A. P., Bossard, A. (1984). "The analysis of anethole and anethole-flavored beverages by gas chromatography." Flavor Research of alcoholic beverages. Instrumental and sensory analysis. Nykanen, L., Lethonen, P., Helsinki: 99-109.
- Males, Z., Plazibat, M., Vundać, V.B., Zuntar, I. (2006). "Qualitative and quantitative analysis of flavonoids of the strawberry tree - *Arbutus unedo* L. (Ericaceae). ." Acta Pharm. **56**: 245-250.
- Mariotto, S., A. R. Ciampa, et al. (2008). "Aqueous extract of *Arbutus unedo* inhibits STAT1 activation in human breast cancer cell line MDA-MB-231 and human fibroblasts through SHP2 activation." Med Chem **4**(3): 219-228.
- Mariotto, S., E. Esposito, et al. (2008). "Protective effect of *Arbutus unedo* aqueous extract in carrageenan-induced lung inflammation in mice." Pharmacol Res **57**(2): 110-124.
- Mekhfi, H., M. ElHaouari, et al. (2006). "Effects of extracts and tannins from *Arbutus unedo* leaves on rat platelet aggregation." Phytother Res **20**(2): 135-139.
- Mendes, L., V. de Freitas, et al. (2011). "Comparative antihemolytic and radical scavenging activities of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaf and fruit." Food Chem Toxicol **49**(9): 2285-2291.
- Mereti M, G. K., Nanos GD (2002). "Micropropagation of the strawberry tree, *Arbutus unedo* L. ." Sci Hortic (amsterdam) **93**: 143-148.
- Metaxas DJ, S. T., Yupsanis T, Economou AS (2004). "Peroxidases during adventitious rooting in cuttings of *Arbutus unedo* and *Taxus baccata* as affected by plant genotype and growth regulator treatment. ." Plant Growth Regul **44**: 257-266.
- Migas P, K.-B. M. (2015). "The significance of arbutin and its derivatives in therapy and cosmetics. ." Phytochem Lett **13**: 35-40.
- Mohamed El Amine Dib, H. A., Amel Bendiabdellah, Nawel Meliani, BoufeldjaTabti (2011). "Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Arbutus unedo* L." Journal of Saudi Chemical Society **17**(4).
- Morgado, S., M. Morgado, et al. (2018). "*Arbutus unedo* L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy." J Ethnopharmacol **225**: 90-102.
- Mosele, J. I., Macià, A., Romero, M.P., Motilva, M.J. (2016). "Stability and metabolism of *Arbutus unedo* bioactive compounds (phenolics and antioxidants) under in vitro digestion and colonic fermentation." Food Chem. **201**: 120-130.

- Munné-Bosch S, P. J. (2004). "Drought-induced oxidative stress in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) growing in Mediterranean field conditions." Plant Sci **166**: 1105-1110.
- Muntean, N., Laslo, R., Chitulescu, R., Muntean, E. (1998). "Heavy metals' content in some food products." Inst.
- Nuran Kahriman, C. A., Neşe Doğan, Asu Usta, Şengül Alpay Karaoğlu, Nurettin Yaylı (2010). "Volatile constituents and antimicrobial activities from flower and Fruit of *Arbutus unedo* L." Asian Journal of Chemistry **22**(8): 6437- 6442.
- Nuran Kahriman, C. A., Neşe Doğan, Asu Usta, Şengül Alpay Karaoğlu, Nurettin Yaylı (2010). "Volatile Constituents and Antimicrobial Activities from Flower and Fruit of *Arbutus unedo* L." Asian Journal of Chemistry **22**(8): 6437- 6442.
- Oliveira, I., Baptista, P., Malheiro, R., Casal, S., Bento, A., Pereira, J.A. (2011). "Influence of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit ripening stage on chemical composition and antioxidant activity. ." Food Res. Int. **44**: 1401-1407.
- Oliveira, I., V. Coelho, et al. (2009). "Scavenging capacity of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaves on free radicals." Food Chem Toxicol **47**(7): 1507-1511.
- Oliveira Ivo, B. P., Malheiro Ricardo, Casal Susana, Bento Albino, Pereira José Alberto (2011). "Influence of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit ripening stage on chemical composition and antioxidant activity." Food Research International **44**((5): 1401-1407.
- Özcan, M. M., Haciseferogullan, H. (2007). "The Strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: chemical composition, physical properties and mineral contents." J. Food Eng. **78**: 1022-1028.
- Pallauf, K., Rivas-Gonzalo, J.C., del Castillo, M.D., Cano, M.P., de Pascual-Teresa, S. (2008). "Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits." J. Food Compos. Anal. **21**: 273-281.
- Pavlovic, D. R., S. Brankovic, et al. (2011). "Comparative study of spasmolytic properties, antioxidant activity and phenolic content of *Arbutus unedo* from Montenegro and Greece." Phytother Res **25**(5): 749-754.
- Pavlović, R. D., Lakušić, B., Došlov-Kokoruš, Z., Kovačević, N. (2009). "Arbutin content and antioxidant activity of some Ericaceae species." Pharmazie **64**: 656-659.
- Polle A, C. S., Eckert C, Harfouche A (2019). " Engineering drought resistance in forest trees." Front Plant Sci **9**: 1875.
- Prada M, A. D. (2008). "*Arbutus unedo* L. ." In: Prada M, Arizpe D (eds) Riparian tree and shrub propagation handbook. Valencia, Generalitat Valenciana.

- Producers, E. U. o. S. (2000). "Proposition to the European Council on estragol content as a maximum for alcoholic beverages."
- Ribeiro, M. M., N. Roque, et al. (2019). "Bioclimatic modeling in the Last Glacial Maximum, Mid-Holocene and facing future climatic changes in the strawberry tree (*Arbutus unedo* L.)." PLoS One **14**(1): e0210062.
- Ricardo Malheiro, O. S., Eric Pereira, Cristina Aguiar, Paula Baptista, José Alberto Pereira (2012). "Arbutus unedo L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties." Industrial Crops and Products **37**(1): 473-478.
- Rosa A, T. C., Atzeri A, Melis MP, Bifulco E, Dess MA (2011). "Antioxidant profile of strawberry tree honey and its marker homogentisic acid in several models of oxidative stress." Food Chem **129**: 1045–1053.
- Salas Pascual M, A. G. J., del Arco AM (1993). "Arbutus x androsterilis, a new interspecific hybrid between *A. canariensis* and *A. unedo* from the Canary Islands." Taxon **42**: 789-792.
- Santos, D. E. G., L.; Gonçalves, T.; Quintas, C. (2012). "Yeast diversity in the Mediterranean strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits' fermentations." Food Res. Int. **47**: 45-50.
- Schaffer, S. e. a. (2005). "Understanding local Mediterranean diets: a multidisciplinary pharmacological and ethnobotanical approach." Pharmacol Res **52**(4): 353-366.
- Sikkema, J., J. A. de Bont, et al. (1995). "Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons." Microbiol Rev **59**(2): 201-222.
- Silva, M. L., Malcata, F.X. (1998). "Relationships between storage conditions of spirits obtained hereform. ." American Journal of Enology and Viticulture **49**(1): 56-64.
- Silva, M. L., Malcata, F.X. (1999). "Effects of time of grape pomace fermentation and distillation cuts on the chemical composition of grape marcs." Zeitschrift fuer Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung A **208**: 134-143.
- Soufleros, E., Bertrand, A. (1987). "Etude sur le "Tsipouro", eau-de-vie de marctraditionnelle de Gre`ce, pré`curseur de l'ouzo." Connaissance de la vigne et du vin **21**(2): 93-111.
- Soufleros E.H., M. S. A., Natskoulis P. (2005). "Production process and characterization of the traditional Greek fruit distillate "Koumaro" by aromatic and mineral composition." Journal of Food Composition and Analysis **18**(7): 699-716.
- Soufleros, E. H. M., S.A.; Natskoulis, P. (2005). "Production process and characterization of the traditional Greek fruit distillate "koumaro" by aromatic and mineral composition. ." J. Food Compos. Anal. **18**: 699-716.

- Soufleros, H. E., Pissa, I., Petridis, D., Lygerakis, M., Mermelas, K. (2001). "Instrumental analysis at volatile and other compounds of Greek kiwi wine; sensory evaluation and optimization at its composition." Food Chemistry **75**: 487-800.
- Stevens, P. (2001). "Angiosperm phylogeny website, Version 14." <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Accessed 10 Jul 2020.
- Takrouni MM, B. M. (2010). "Genetic diversity and population's structure in Tunisian strawberry tree (*Arbutus unedo* L.)." Sci Hortic (amsterdam) **126**: 330-337.
- Tavares, L., Fortalezas, S., Carrilho, C., McDougall, G.J., Stewart, D., Ferreira, R.B., Santos, C.N. (2010). "Antioxidant and antiproliferative properties of strawberry tree tissues " J. Berry Res. **1**: 3-12.
- Torres JA, V. F., Pinto C, García-Fuentes A, Salazar C, Cano E (2002). "Arbutus unedo L. communities in southern Iberian Peninsula mountains." Plant Ecol **160**: 207-223.
- Tourlière, S. (1977). "Commentaires sur la présence d'un certain nombre de composés accompagnant l'alcool dans les distillats spiritueux rectifiés et eaux-de-vie." Industrie Alimentaire Agriculture **94**: 565-574.
- Tsimogiannis, D. and V. Oreopoulou (2018). "A kinetic study of essential oil components distillation for the recovery of carvacrol rich fractions." Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants **9**: 117-123.
- Turner TR, J. E., Poole PS (2013). "The plant microbiome. ." Genome Bio Protoc **14**: 209.
- Versini, G. M., S.; Franco, M.A.; Manca, G. (2011). "Characterisation of strawberry tree distillate (*Arbutus unedo* L.) produced in Sardinia. ." J. Commod. Sci. Technol. Qual. **50**: 197-206.
- Versini, G. S., R.; Serra, A.D.; Sferlazzo, G.; Carvalho, B.; Reniero, F. (1995). "Aroma compounds of arbutus distillates." Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence Ed.; Elsevier Science B.V.: Amsterdam, The Netherlands: 1779–1790.
- Villa, R. (1982). "Ricerche sulla biologia di *Arbutus unedo* L. (Ericaceae): ciclo di sviluppo." Boll Della Soc Sarda Di Sci Nat **21**: 309-317.
- Yayli, N., Ayaz, F.A., Kuçukislimoglu, M., Aytekin, A. (2001). "Volatile components of *Arbutus unedo* L. fruits by GC MS." Indian Journal of Chemistry **40B**: 173-176.
- Σουφλερός Ε., κ. Ρ., . Β. (2004). "Το Τσίπουρο και η Τσικουδιά – Το Ελληνικό Απόσταγμα Στέμφυλων." Θεσσαλονίκη.