



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

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Επεξεργασία των παραπροϊόντων απόσταξης αρωματικών φυτών για εφαρμογή
τους στη συντήρηση τροφίμων»**

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Αιμιλία Μαρία Καλτσά

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ

Μαρία Γιαννακούρου

ΑΙΓΑΛΕΩ 2023



**FACULTY OF FPPD SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND
TECHNOLOGY**

Master of Science

FOOD INNOVATION, QUALITY AND SAFETY

MSc Thesis

**" Treatment of aromatic plant distillation by-products for application in food
preservation"**

NAME OF STUDENT

Aimillia Maria Kaltsa

NAME OF SUPERVISOR

Maria C. Giannakourou

AIGALEO 2023

Έγινε δεκτή

Η Διευθύντρια του ΠΜΣ Σινάνογλου Βασιλεία:

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «Επεξεργασία των παραπροϊόντων απόσταξης αρωματικών φυτών για εφαρμογή τους στη συντήρηση τροφίμων» που παρουσιάστηκε από την ΚΑΛΤΣΑ ΑΙΜΙΛΙΑ ΜΑΡΙΑ, υποψηφία για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία

Όνομα επιβλέποντος

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

Έχοντας πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας, δηλώνω ότι είμαι αποκλειστική συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, στην περίπτωση που διαπιστωθεί διαχρονικά ότι η εργασία μου αυτή ή τμήμα αυτής αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Κατσά Αιμιλία Μαρία



ΚΑΤΣΑ ΑΙΜΙΛΙΑ ΜΑΡΙΑ

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κυρία Γιαννακούρου Μαρία για την ανάθεση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας και τη βοήθεια στη συγγραφή της. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω την υποψήφια Διδάκτορα Σταυροπούλου Ναταλία για την άριστη συνεργασία που είχαμε στη διάρκεια των πειραμάτων, την καθοδήγηση και τη βοήθεια στη διεξαγωγή αυτών και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια εκτενή μελέτη των χαρακτηριστικών και της δυνατότητας εφαρμογής των παραπροϊόντων απόσταξης των αρωματικών φυτών: λεβάντα (*Lavandula angustifolia*), τριαντάφυλλο (*Rosa damascena*) και ρίγανη (*Origanum bulgare*) με έμφαση στην αξιοποίηση αυτών σε στη βιομηχανία των τροφίμων.

Συγκεκριμένα, τα στερεά παραπροϊόντα εκχυλίστηκαν με τη βοήθεια των υπερήχων και στην συνέχεια αναλύθηκαν προκειμένου να γίνει ο χαρακτηρισμός τους. Οι μέθοδοι ανάλυσης Folin-Ciocalteu, FRAP και ABTS έδειξαν ότι τα υγρά και στερεά παραπροϊόντα του *Rosa damascena* ξεχώρισαν σε σύγκριση με τα παραπροϊόντα των *Origanum vulgare* και *Lavandula angustifolia*, με αυτά τις λεβάντας να σημειώνουν το χαμηλότερο φαινολικό περιεχόμενο, τη χαμηλότερη αντιοξειδωτική και αντιριζική ισχύ.

Στη συνέχεια, τα πειράματα χωρίστηκαν σε δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος έγινε μια ενδεικτική εφαρμογή των υγρών παραπροϊόντων τριαντάφυλλου σε baby Pleurotusμανιτάρια, με δεδομένη την αυξανόμενη ζήτηση του συγκεκριμένου προϊόντος και τη σύντομη διάρκεια ζωής του. Ο τρόπος επεξεργασίας που επιλέχθηκε για παράταση του χρόνου ζωής και ενδεχόμενη ενίσχυση των λειτουργικών ιδιοτήτων του συγκεκριμένου τρόφιμου ήταν η ωσμωτική αφυδάτωση. Προκειμένου να γίνει αποτελεσματική μελέτη του πειράματος, έγιναν τρεις σειρές δειγμάτων:

- οι μάρτυρες (CONTROL) που αποτελούν τα δείγματα χωρίς καμία προ επεξεργασία,
- OD, μανιτάρια που επεξεργάστηκαν με ωσμωτική αφυδάτωση με κατάλληλο υπερτονικό διάλυμα,
- OD+ROSE, μανιτάρια που αρχικά εμπλουτίστηκαν με βιοδραστικές ενώσεις μέσω εμπάπτισης στα υγρά παραπροϊόντα του *Rosa damascena* και μετά υποβλήθηκαν στην ωσμωτική αφυδάτωση που προαναφέρθηκε.

Η ωσμωτική διαδικασία διήρκεσε 130 min, σε θερμοκρασία 38-40 °C.

Στο τέλος της διαδικασίας, μετρήθηκαν η ενεργότητα νερού, η περιεκτικότητα σε αλάτι, η περιεκτικότητα των διαλυτών στερεών, η απώλεια νερού και η πρόσληψη στερεών στα μανιτάρια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την ωσμωτική αφυδάτωση η ενεργότητα ύδατος μειώθηκε σημαντικά, δεν σημειώθηκε μεταβολή των σακχάρων, αλλά σημειώθηκε μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και αύξηση της περιεκτικότητας σε αλάτι των ωσμωμένων δειγμάτων. Επίσης, σημειώθηκε ότι τα ωσμωμένα δείγματα με παραπροϊόντα τριαντάφυλλου είχαν λιγότερη απώλεια ύδατος και περισσότερη προσθήκη στερεών σε σύγκριση με τα απλώς ωσμωμένα δείγματα. Επιπλέον, μελετήθηκε το ολικό φαινολικό περιεχόμενο του ωσμωτικού διαλύματος που περιείχε τα υγρά απόβλητα καθ' όλη την διάρκεια της ώσμωσης. Τα αποτελέσματα της μεθόδου Folin-Ciocalteu έδειξαν ότι το ολικό φαινολικό περιεχόμενο του ωσμωτικού διαλύματος μειωνόταν καθ' όλη την διάρκεια της ώσμωσης. Το ποσοστό των φαινολικών οξέων που αφαιρέθηκαν από το ωσμωτικό διάλυμα φάνηκε ότι εμπλούτισε τα δείγματα, κάτι το οποίο αποδείχθηκε με την εκχύλιση των μανιταριών με τη μέθοδο Soxhlet και ύστερα με την ανάλυση αυτών με Folin-Ciocalteu.

Στο δεύτερο μέρος των πειραμάτων, έγινε ενδεικτικός έλεγχος της διατηρησιμότητας υπό ψύξη, οπότε η κάθε σειρά δειγμάτων χωρίστηκε και τοποθετήθηκε σε συσκευασίες που περιείχαν 5 μανιτάρια και εξετάστηκε η πορεία της ποιοτικής τους υποβάθμισης στους 5°C. Η διάρκεια της μελέτης ήταν 15 μέρες, όπου την πρώτη μέρα, την τέταρτη, την έκτη, την όγδοη, την εντεκάτη και την δέκατη πέμπτη ημέρα έγιναν μετρήσεις χρώματος και υφής των δειγμάτων. Με τις μετρήσεις που λήφθηκαν, προσδιορίστηκε ο συντελεστής της απώλειας σκληρότητας f/f_0 , ο συντελεστής απώλειας φωτεινότητας L/L_0 και ο συντελεστής της μείωσης του συνολικού χρώματος ΔΕ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα υγρά απόβλητα τριαντάφυλλου μείωσαν την φωτεινότητα και επηρέασαν την συνολική μεταβολή των δειγμάτων των μανιταριών κάτι που αποδίδεται στο σκούρο χρώμα των ίδιων των υγρών παραπροϊόντων. Παρόμοια απότομη μεταβολή του συντελεστή ΔΕ σημείωσαν και τα controls, παρ' όλο είχαν μικρή μεταβολή της φωτεινότητας τους. Αντίθετα, τα μανιτάρια που επεξεργάστηκαν απλά με ωσμωτική αφυδάτωση, αν και σημείωσαν χαμηλές τιμές φωτεινότητας, διατήρησαν σταθερή την μεταβολή του συνολικού τους χρώματος χάρη στην ωσμωτική αφυδάτωση. Ως προς την υφή, τα OD+ROSE και OD είχαν σημαντική αύξηση της σκληρότητας, σε σχέση με τα controls που έδειξαν να μαλακώνουν αρκετά στη συντήρηση υπό ψύξη.

Συνολικά, η μελέτη αυτή παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το χαρακτηρισμό των ιδιοτήτων και την αξιοποίηση των αποβλήτων των αρωματικών φυτών, μετά την απόσταξη τους προς παρασκευή αιθέριων ελαίων. Οι πειραματικές αναλύσεις που έγιναν και τα αντίστοιχα συμπεράσματα μπορούν να χρησιμεύσουν σε περαιτέρω έρευνα της αξιοποίησης αρωματικών φυτών και της βιώσιμης διαχείρισης των αποβλήτων τους.

Abstract

This paper presents an extensive study of the characteristics and potential application of the by-products of the distillation of the aromatic plants: lavender (*Lavandula angustifolia*), rose (*Rosa damascena*) and oregano (*Origanum vulgare*) with emphasis on their utilization in the food industry.

In particular, the solid by-products were extracted by means of ultrasound and then analyzed in order to characterize them. Folin-Ciocalteu, FRAP and ABTS analysis methods showed that the liquid and solid by-products of *Rosa damascena* had a superior functional profile compared to the by-products of *Origanum vulgare* and *Lavandula angustifolia*, with those of lavender having the lowest phenolic content, antioxidant and anti radical power.

The experiments were then divided into two parts. In the first part, an potential application of liquid rose by-products on baby *Pleurotus* mushrooms was performed, given the increasing demand of the mushroom products and their short shelf life. The treatment method chosen for extending the shelf life and potentially enhancing the functional properties of this foodstuff was osmotic dehydration. In order to study the experiment effectively, three series of samples were produced:

- CONTROL, which are the samples without any pre-treatment,
- OD, mushrooms treated by osmotic dehydration with an appropriate hypertonic solution,
- OD+ROSE, mushrooms first enriched with bioactive compounds by immersion in the liquid by-products of *Rosa damascena* and then subjected to the osmotic dehydration mentioned above.

The osmotic process lasted 130 min, at a temperature of 38-40 °C.

At the end of the process, the water activity, salt penetration, soluble solids content, water loss and solids uptake in the mushrooms were measured. The results

showed that after osmotic dehydration the water activity decreased significantly, there was no change in soluble solids, but there was a decrease in the moisture content and an increase in the salt content of the osmotic samples. It was also noted that samples osmosed with rose by-products had less water loss and more solid compared to the simply osmotic samples. In addition, the total phenolic content of the osmotic solution containing the wastewater was studied throughout the osmosis. The results of the Folin-Ciocalteu method showed that the total phenolic content of the osmotic solution decreased throughout the osmosis. The percentage of phenolic acids removed from the osmotic solution appeared to enrich the samples, which was demonstrated by extracting the mushrooms by the Soxhlet method and then analyzing them by Folin-Ciocalteu.

In the second part of the experiments, an indicative shelf test was carried out at chill conditions, whereby each set of samples was divided and placed in packages containing 5 mushrooms and the course of their qualitative degradation at 5°C was examined. The duration of the study was 15 days, where, color and texture measurements of the samples were performed on the first day, fourth, sixth, eighth, eleventh and fifteenth. Hardness loss f/f_0 , brightness loss L/L_0 and total color reduction DE were determined. The results showed that the liquid rose waste reduced the brightness and affected the overall color of mushroom samples probably due to the dark color of the liquid by-products themselves. A similar abrupt change in the DE was noted in the controls samples, although they had little effect on brightness. In contrast, mushrooms treated simply by osmotic dehydration, although they caused mild brightness changes, maintained an almost constant overall color due to osmotic dehydration. In terms of texture, OD+ROSE and OD had a significant increase in hardness, compared to the controls samples, with the latter showing a considerable softening in chilling preservation.

Overall, this study provides important information for the characterization of the properties and utilization of aromatic plant wastes after distillation for the production of essential oils. The experimental analyses carried out and the corresponding conclusions can serve as a basis for further research into the utilization of aromatic plants and the sustainable management of their waste.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
Abstract	8
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	10
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Τα βότανα	15
1.1. <i>Rosa damascena</i>	15
1.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	16
1.1.2. Καλλιέργεια	16
1.1.3. Παραγόμενα προϊόντα.....	17
1.1.4. Αντιμικροβιακή δράση.....	19
1.1.5. Αντιοξειδωτική δράση	21
1.1.6. Αντιφλεγμονώδη δράση	23
1.2. <i>Origanum vulgare</i>	24
1.2.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	26
1.2.2. Καλλιέργεια	26
1.2.3. Παραγόμενα προϊόντα.....	27
1.2.4. Αντιμικροβιακή δράση.....	27
1.2.5. Αντιοξειδωτική δράση	29
1.2.6. Καταπολέμηση εντόμων.....	30
1.3. <i>Lavandula angustifolia</i>	31
1.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	33
1.3.2. Καλλιέργεια	34
1.3.3. Παραγόμενα προϊόντα.....	34
1.3.4. Αντιμικροβιακή και αντιπαρασιτική δράση	35
1.3.5. Ιατρική χρήση.....	38
1.4. <i>Baby Pleurotus ostreatus</i>	40
1.4.1. Διατροφική αξία.....	41
1.4.2. Εχθροί μανιταριού	42
1.4.3. Αμαύρωση μανιταριών.....	43
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Μέθοδοι απόσταξης	45
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Αξιοποίηση αποβλήτων.....	50

3.1.	Απόβλητα <i>Rosa damascena</i>	50
3.2.	Απόβλητα <i>Origanum vulgare</i>	53
3.3.	Απόβλητα <i>Lavandula angustifolia</i>	55
4.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Στατιστικά δεδομένα	59
4.1.	Παγκόσμια αγορά τριαντάφυλλου	59
4.2.	Παγκόσμια αγορά ρίγανης	62
4.3.	Παγκόσμια αγορά λεβάντας	65
4.4.	Εθνική παραγωγή των τριών αρωματικών φυτών	69
5.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	72
5.1.	ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ (Ultrasound Assisted Extraction)	72
5.2.	ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SOXHLET	74
5.3.	Folin – Ciocalteu (F – C).....	75
5.4.	FRAP (FERRIC REDUCING / ANTIOXIDANT POWER)	78
5.5.	ABTS	81
5.6.	Ωσμωτική αφυδάτωση	85
5.7.	Προσδιορισμός ενεργότητας υδάτος.....	87
5.8.	Προσδιορισμός περιεκτικότητας σακχάρων (°Brix).....	88
5.9.	Προσδιορισμός χρώματος	89
5.10.	Προσδιορισμός υφής.....	90
5.11.	Προσδιορισμός αλατότητας	93
5.12.	Προσδιορισμός ολικών στερεών	94
6.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Αποτελέσματα και Συζήτηση	96
6.1.	Α' ΜΕΡΟΣ: Ανάλυση και χαρακτηρισμός παραπροϊόντων από φυσικές πηγές, μετά από απόσταξη για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου.	96
6.1.1.	Αποτελέσματα των μεθόδων Folin-Ciocalteu, FRAP και ABTS	98
6.2.	Β' ΜΕΡΟΣ: Ενδεικτική εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης σε μανιτάρια <i>Pleurotus</i> με την χρήση ενός υγρού παραπροϊόντος.	103
6.2.1.	Αποτελέσματα της σύνθετης διαδικασίας εμπλουτισμού ακολουθούμενο από ωσμωτική αφυδάτωση.....	106
6.2.2.	Μέτρηση ιδιοτήτων τροφίμου	108
6.2.3.	Μεταβολή υφής: μεταβολή σκληρότητας (f/f0)	110
6.2.4.	Μεταβολή φωτεινότητας (L/L0)	111
6.2.5.	Μεταβολή συνολικού χρώματος (ΔΕ)	113
6.2.6.	Βελτίωση της διατηρησιμότητας	114
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	116
	ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	118
	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	132
	ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	134

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: <i>Rosa damascena</i> (Πηγή: http://kozaniroses.gr/crops/roza-i-damaskini)	15
Εικόνα 2: Δομή βασικών συστατικών της <i>Rose damascene</i> (Πηγή: Shabbir, et al., 2020)	19
Εικόνα 3: Συσχέτιση της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικά και φλαβονοειδή του <i>Rose damascena</i> με την αντιοξειδωτική δράση (πηγή: Alizadeh & Fattahi, 2021)	23
Εικόνα 4: <i>Origanum vulgare</i> (Πηγή: https://www.soin-et-nature.com/en/5207-origan-luminary-cut-iphym-origanum-vulgare-l-herbalism.html)	24
Εικόνα 5: Συστατικά του αιθέριου ελαίου ρίγανης του είδους <i>Origanu vulgare</i> (Giannenas et al., 2018)	25
Εικόνα 6: Δομή των βασικών συστατικών του αιθέριου ελαίου του φυτού <i>O. vulgare</i> (πηγή: Γούσιας, 2017).....	25
Εικόνα 7: <i>Lavandula angustifolia</i> (Πηγή: WIKIPEDIA).....	31
Εικόνα 8: Λιναλόκλη και οξικός λυναλυλεστέρας λεβάντας	32
Εικόνα 9: <i>Pleurotus ostreatu</i> (Πηγή: https://www.etsy.com/listing/877779807/oyster-mushroom-pleurotus-ostreatus-fine).....	40
Εικόνα 10: Μακροσυστατικά του <i>P.ostreatu</i> (Πηγή: Deepalakshmi & Sankaran, 2014).....	42
Εικόνα 11: Αποστακτήρας για την απόσταξη ροδοπέταλων <i>Rosa damascena</i> και την παραλαβή αιθέριου ελαίου (πηγή: Χατζηαναγνώστου, 2019)	46
Εικόνα 12: Διαδικασία απόσταξης με ατμό (πηγή: AGROEPIDOTISEIS.COM, 13/4/2013).....	47
Εικόνα 13: Απόσταξη ρίγανης (Πηγή: AGROEPIDOTISEIS.COM, 13/4/2013)	48
Εικόνα 14: Απόσταξη λεβάντας (Πηγή: Το Αποστακτήριο μας (apostaktiria.gr))	49
Εικόνα 15: Απόσταξη λεβάντας (Πηγή: Το Αποστακτήριο μας (apostaktiria.gr)).....	49
Εικόνα 16: Απεικόνιση μεριδίου αγοράς αιθέριου ελαίου τριαντάφυλλου του κάθε τομέα που συμμετέχει στο εμπόριο. (Πηγή: GRANDVIEWSEARCH).....	60
Εικόνα 17: Απεικόνιση μεριδίου παγκόσμιας αγοράς αιθέριου ελαίου ρίγανης του κάθε τομέα που συμμετέχει στο εμπόριο (Πηγή: EXPERTMARKETSEARCH).....	62
Εικόνα 18: Απεικόνιση μεριδίου παγκόσμιας αγοράς του κάθε τύπου εμπορικού προϊόντος του αιθέριου ελαίου (Πηγή: MAXIMIZESEARCH, 7/2022)	64
Εικόνα 19: Παγκόσμια αγορά ελαίου λεβάντας (Πηγή: GLOBENEWSWIRE, 29/3/2022)	66
Εικόνα 20: Παγκόσμια αξία αγοράς αιθέριου ελαίου λεβάντας (Πηγή: STATISTA, 2/2/2022)	68
Εικόνα 21: Το φαινόμενο της σπηλαίωσης. (Πηγή: Λαμπούσης, 2022).....	73
Εικόνα 22: Αισθητήρας (probe) υπερήχων. Όργανο εκχύλισης.....	73
Εικόνα 23: Απεικόνιση εξοπλισμού για την μέθοδο εκχύλισης Soxhlet (Πηγή: Dabbs, et al., 2006)	74
Εικόνα 24: Αντίδραση του γαλλικού οξέος με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu μέσω μηχανισμού μεταφοράς ενός ηλεκτρονίου.	76
Εικόνα 25: Πρότυπη καμπύλη απορρόφησης Folin-Ciocalteu.....	78
Εικόνα 26: Αντίδραση αναγωγής σιδήρου	79

Εικόνα 27: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς απορρόφησης δισθενή Fe.....	81
Εικόνα 28: Δομή της ρίζας ABTS●+ που απορροφά στα 734nm	82
Εικόνα 29: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς απορρόφησης Trolox	85
Εικόνα 30: . AquaLab Dew Point Water Activity Meter 4TE.....	88
Εικόνα 31: Διαθλασίμετρο χειρός 0-90% (ATAGO)	89
Εικόνα 32: Χρωματόμετρο χειρός HunterLab, Miniscan XE Plus	89
Εικόνα 33: Κλίμακα CEILAB	90
Εικόνα 34: Αναλυτής υφής Texture Analyser - TA.XT.Plus	91
Εικόνα 35: Διάγραμμα TPA (Texture Profile Analysis)	92
Εικόνα 36: Αναλυτικός ζυγός 4 δεκαδικών ψηφίων (Tabletop scale PCE-BSK 310).....	94
Εικόνα 37: Φούρνος κενού τύπου Heraeus Instruments VT 602	94
Εικόνα 38: Ξηραντήρας εργαστηρίου τύπου Tray Drier, armfield (Πηγή: Μπιρμπίλη, 2022).	97
Εικόνα 39: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu για κάθε συνθήκη για κάθε ξηρό παραπροϊόν αρωματικού φυτού	100
Εικόνα 40: Αποτελέσματα μεθόδου FRAP για κάθε συνθήκη για κάθε ξηρό παραπροϊόν αρωματικού φυτού	101
Εικόνα 41: Αποτελέσματα μεθόδου ABTS για κάθε συνθήκη για κάθε ξηρό παραπροϊόν αρωματικού φυτού	101
Εικόνα 42: Σύγκριση των αποτελεσμάτων των υγρών παραπροϊόντων και στις τρεις πειραματικές μεθόδους.....	102
Εικόνα 43: Σύγκριση των αποτελεσμάτων των ξηρών παραπροϊόντων και στις τρεις πειραματικές μεθόδους.....	102
Εικόνα 44: Μανιτάρια baby <i>Pleurotus</i> της εταιρείας Δίρφυς.....	104
Εικόνα 45: Ζυγαριά Precision balance PCB, Kern	105
Εικόνα 46: Υδατόλουτρο PolyScience water bath, WB10A11B.....	105
Εικόνα 47: Διάγραμμα ολικού φαινολικού περιεχομένου του οσμωτικού διαλύματος με απόβλητα τριαντάφυλλου από την αρχή έως την λήξη της διαδικασίας σε συνάρτηση με το χρόνο ώσμωσης	107
Εικόνα 48: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu των εκχυλισμένων μανιταριών σε μορφή ραβδογράμματος	108
Εικόνα 49: Αποτελέσματα αλατότητας, Brix, a_w και υγρασίας στις τρεις εξεταζόμενες συνθήκες σε μορφή ραβδογράμματος.....	109
Εικόνα 50: Διάγραμμα απεικόνισης αποτελεσμάτων της προσθήκης στερεών και απώλειας ύδατος των οσμωμένων δειγμάτων για τις δυο συνθήκες (OD και OD+ROSE).....	110
Εικόνα 31: Μεταβολή της σκληρότητας των μανιταριών στην διάρκεια των 15 ημερών συντήρησης.	111
Εικόνα 52: Μεταβολή φωτεινότητας των μανιταριών στη διάρκεια των 15 ημερών συντήρησης.	112
Εικόνα 53: Μεταβολή του συνολικού χρώματος των μανιταριών στη διάρκεια των 15 ημερών συντήρησης.	113
Εικόνα 54: Φωτογραφικό υλικό την 11η ημέρα συντήρησης των Controls και OD	114

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Ετήσια παραγωγή τριαντάφυλλου, ρίγανης και λεβάντας στην Ελλάδα για το έτος 2018 (http://www.minagric.gr/)	69
Πίνακας 2: Συνθήκες εκχύλισης με υπερήχους ανά στερεό λυοφιλοποιημένο απόβλητο.	98
Πίνακας 3: Πίνακας αποτελεσμάτων των ξηρών παραπροϊόντων των αρωματικών φυτών λεβάντας, ρίγανης και τριαντάφυλλου μετά την εφαρμογή των μεθόδων Folin, FRAP και ABTS.	99
Πίνακας 4: Πίνακας αποτελεσμάτων των υγρών παραπροϊόντων των αρωματικών φυτών λεβάντας, ρίγανης και τριαντάφυλλου μετά την εφαρμογή των μεθόδων Folin, FRAP και ABTS.	99
Πίνακας 5: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu για τα δείγματα του ωσμωτικού διαλύματος με απόβλητα τριαντάφυλλου.....	106
Πίνακας 6: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu των εκχυλισμένων μανιταριών.....	107
Πίνακας 7: Αποτελέσματα αλατότητας, Brix, a_w και υγρασίας του ωσμωτικού διαλύματος στις τρεις εξεταζόμενες συνθήκες.....	109

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Τα βότανα

1.1. *Rosa damascena*

Η *Rosa damascena*, γνωστή ως Damask rose ή ελαιοφόρο τριαντάφυλλο, χαρακτηρίζεται ως ένα από τα πιο ιδιαίτερα και σημαντικά είδη της οικογένειας *Rosaceae*. Κατατάσσεται στην κατηγορία των πιο γνωστών παγκοσμίως αρωματικών φυτών, του οποίου η καλλιέργεια πραγματοποιείται για την παραγωγή προϊόντων που αξιοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων, φαρμάκων και αρωμάτων. Η πιο διαδεδομένη χρήση του είναι στο χώρο της αρωματοποιίας λόγω της υψηλής απόδοσης και ποιότητας των αρωμάτων των ανθέων της (Καραϊσκού, 2022).



Οι κυριότερες καλλιέργειες της *Rosa damascena* βρίσκονται στο Ιράν, στη Τουρκία, στη Βουλγαρία, στη Γαλλία και σε μικρότερες παραγωγικές μονάδες στο Μαρόκο, στη Ρωσία και στην Ινδία (Χατζηαναγνώστου, 2019). Μόλις τα τελευταία περίπου 18 χρόνια, η Ελλάδα παράγει και εκείνη το συγκεκριμένο είδος φυτού μαζί με άλλα φυτά της οικογένειας *Rosaceae* (*Rosa alba* και *Rosa centifolia*) στο νομό Κοζάνης. Συγκεκριμένα, η πρώτη προσπάθεια έλαβε χώρα στο Βόιο Κοζάνης από μια μικρή ομάδα παραγωγών εισάγοντας το φυτό από την Βουλγαρία το έτος 2004, ενώ η πρώτη συγκομιδή έγινε το 2006 και το 2009 έγινε απόσταξη σε εμπορική κλίμακα για πρώτη φορά. Άλλα είδη που καλλιεργούνται σε μικρότερη έκταση για την παραγωγή αιθέριου ελαίου στη περιοχή της Κοζάνης είναι το *Rosa centifolia* και *Rosa gallica* (Tsanaktsidis et al., 2012).

Εικόνα 1: *Rosa damascena* (Πηγή: <http://kozaniroses.gr/crops/roza-i-damaskini>)

1.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η *Rosa damascena* θεωρείται γενικά υβριδικό φυτό αφού δημιουργείται από την διασταύρωση των φυτών *Rosa gallica* και *Rosa centrifolia* και μπορεί να καλλιεργείται για αιώνες (Καραϊσκού, 2022). Είναι φυλλοβόλος θάμνος με μεγάλο ριζικό σύστημα και μπορεί να φτάσει τα 2,5 μέτρα σε ύψος και να παράγει σχεδόν 600 άνθη στη πλήρη ανάπτυξή του. Ο βλαστός του είναι καλοσηματισμένος, με πολλά κλαδιά και πυκνά αγκάθια, 5-7 σύνθετα φύλλα και το χρώμα των ανθέων είναι ροζ ή κόκκινα, μεγάλα σε μέγεθος και αρκετά φωτεινά, φτάνοντας περίπου τα τριάντα πέταλα (Nunes et al., 2017). Ο πολλαπλασιασμός του φυτού γίνεται αγενώς με τη χρήση μοσχευμάτων ή εμβολιασμό (ενοφθαλμισμό ή εγκεντρισμό), με τα μοσχεύματα να αποτελούν την προτιμότερη και εύκολη πρακτική (Χατζηαναγνώστου, 2019).

1.1.2. Καλλιέργεια

Ο κατάλληλος τόπος παραγωγής της τριανταφυλλιάς είναι σε ημιορεινές περιοχές και σε λιβάδια μεσαίας σύστασης, με πολλές βροχοπτώσεις και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Η ανάπτυξη της ευνοείται σε ελαφρώς όξινα εδάφη (pH= 6 – 7,5). Γενικότερα, δεν είναι επιθυμητές οι υψηλές θερμοκρασίες και οι περιοχές, οι οποίες προστατεύονται από τον ξηρό άνεμο, κρίνονται ως προτιμότερες. Τα επιθυμητά εύρη θερμοκρασίας για την ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς είναι την ημέρα από 20°C έως 30°C και τη νύχτα 18°C έως 20°C. Οι καλλιεργητές επιθυμούν τις βροχοπτώσεις και τις υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας (πάνω από 60%) κατά την περίοδο της ανθοφορίας, κάτι το οποίο θα βοηθήσει στην εξάτμιση του ελαίου κατά την υδροαπόσταξη των πετάλων (Tsanaktsidis et al., 2012; Χατζηαναγνώστου, 2019). Η ποιότητα του αιθέριου ελαίου είναι ανάλογη της περιεκτικότητάς του σε μονοτερπένια. Οι καλές γεωγραφικές, περιβαλλοντικές και οικολογικές συνθήκες καθώς και η μέθοδος απόσταξης είναι παράγοντες που επηρεάζουν και άμεσα την ποιότητα του ελαίου (Mahboubi, 2016). Σύμφωνα με τον Χατζηαναγνώστου (2019), η απόδοση σε ροδοπέταλα κυμαίνεται από 200-500 κιλά το στρέμμα και εξαρτάται από τη ποικιλία του καλλιεργούμενου φυτού, καθώς οι αποδόσεις

σε αιθέριο έλαιο κυμαίνονται από 0,01%-0,05%. Δηλαδή, η παραγωγή ενός λίτρου ροδέλαιου απαιτεί 3-5 τόνους ροδοπέταλα.

Το φυτό ανθίζει μια φορά το χρόνο την περίοδο Μάιο-Ιούνιο. Μεγαλύτερη απόδοση το φυτό δίνει κιόλας από το δεύτερο χρόνο το οποίο έχει αναπτύξει αρκετούς βλαστούς από το έδαφος που δίνουν πολλά άνθη. Ένα ανεπτυγμένο φυτό (4 ετών και άνω) μπορεί να δώσει 500 ή 600 άνθη κατά την περίοδο ανθοφορίας. Με την ανθοφορία έρχεται και η συγκομιδή των άνθεων όπου δεν πρέπει να γίνεται κατά την διάρκεια της ημέρας, όταν η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι αρκετά υψηλή, καθώς με την αύξηση της θερμοκρασίας τα πέταλα καταπονούνται και διασκορπίζονται απευθείας (Agaoglu, 2014).

1.1.3. Παραγόμενα προϊόντα

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η χρήση του τριαντάφυλλου εξυπηρετεί και δημιουργεί προϊόντα στη βιομηχανία τροφίμων, φαρμάκων και αρωμάτων. Παρακάτω παρατίθενται τα πιο διαδεδομένα προϊόντα που παράγονται από τα τριαντάφυλλα.

■ Αποξηραμένο λουλούδι της *Rosa damascena*

το λουλούδι της τριανταφυλλιάς *Rosa damascene* πωλείται αποξηραμένο, είναι βρώσιμο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συστατικό γευμάτων εμποτίζοντας αυτά με γεύση και άρωμα και φαίνεται ότι λύνει προβλήματα υγείας όπως αυτό του πεπτικού συστήματος (Haghighi, et al., 2006 ; Mahboubi, 2016)

■ Κυνόροδα

Ως κυνόροδα ορίζονται τα μούρα που βρίσκονται κάτω από τα πέταλα του λουλουδιού. Είναι πλούσια σε βιταμίνες (κυρίως σε βιταμίνη C), μέταλλα και λιπαρά οξέα, πολυφαινόλες, καροτενοειδή και τανίνες (Mahboubi, 2016).

■ Ροδόνηρο

Το ροδόνηρο είναι ένα υγρό παρασκεύασμα που λαμβάνεται με υδροαπόσταξη φρέσκων ανθέων της *Rosa damascena*. Εναλλακτικά, είναι αρκετά σύνηθες να παράγεται κατά τη διάρκεια απόσταξης του αιθέριου ελαίου. Αποτελεί το υδατικό μέρος της απόσταξης και

είναι πλούσιο σε βιταμίνες και φλαβονοειδή. Χρησιμοποιείται για τις ηρεμιστικές και χαλαρωτικές ιδιότητες και για τον αρωματισμό τροφίμων (Verma, et al.,2011).

■ Αιθέριο έλαιο

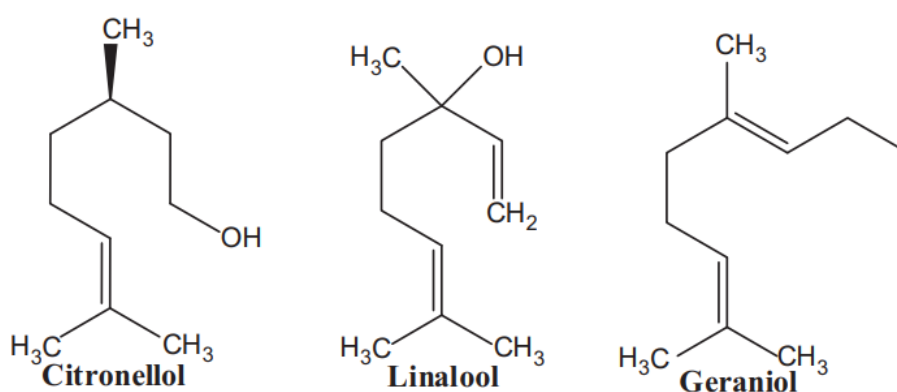
Το αιθέριο έλαιο τριαντάφυλλου ή ο υγρός χρυσός αποτελεί ένα ακριβό και διαδεδομένο προϊόν λόγω του ισχυρού αρώματος τριαντάφυλλου, όπου η απόδοση παραγωγής του στη Βουλγαρία κυμαίνεται μεταξύ 0,032% και 0,049%. Παράγεται είτε με υδροαπόσταξη είτε με ατμοαπόσταξη των φρέσκων τριαντάφυλλων και στη συνέχεια τα παραπροϊόντα που προκύπτουν συνήθως απορρίπτονται. Έχει ανοιχτό κίτρινο χρώμα που μερικές φορές όμως εμφανίζει μια απαλή πρασινωπή απόχρωση. Το σημείο πήξης του βρίσκεται μεταξύ 15°C και 22°C και όταν ψύχεται αυξάνεται το ιξώδες το οποίο μειώνεται και πάλι μόλις θερμανθεί ξανά (Χατζηαναγνώστου, 2019). Εξαιτίας του υψηλού ενδιαφέροντος στην όλο αυξανόμενη χρήση φυσικών και υγιεινών προϊόντων, το έλαιο χρησιμοποιείται στην βιομηχανία αρωμάτων, καλλυντικών και φαρμάκων εξίσου. Ως φάρμακο, είναι πολύ διαδεδομένο για τις αντιοξειδωτική, αντιβακτηριακή και αντιφλεγμονώδη δράση του. Συγκεκριμένα, οι Arıdogan, Baydar, Kaya, Demirci, Özbas και Mumcu (2002) σημείωσαν στην έρευνά τους ότι η κιτρονελλόλη, η γερανιόλη και η νερόλη είναι τα συστατικά αιθέριου ελαίου που φαίνεται να έχουν αντιοξειδωτική δράση έναντι ορισμένων βακτηρίων. Σε άλλη μελέτη, σημειώθηκε ότι η αντιοξειδωτική δράση είναι αυξημένη στα εκχυλίσματα των πετάλων και εξαρτάται από το τύπο των πολυφαινολών και πως αυτές σπάνε τις αλυσίδες των ελεύθερων ριζών παρέχοντας άτομα υδρογόνου, ενώ η αντιβακτηριακή δράση των ελαίου εξαρτάται κυρίως από την μέθοδο εκχύλισης και το τύπο του εκχυλίσματος. (Özkan, et al., 2004). Παρόλ' αυτά, έχει παρατηρηθεί η χρήση του στην βιομηχανία τροφίμων λόγω της αποδεδειγμένης αποτελεσματικότητας του ελαίου στην προστασία του ανθρώπινου οργανισμού (Soliman and Badeaa, 2002).

Σύμφωνα με τους Mirzaei, Sefidkon, Ahmadi, Shojaeiyan και Hosseini (2016) τα κύρια συστατικά του ροδέλαιου είναι η γερανιόλη, το εννεακάνιο και η κιτρονελλόλη, με περιεκτικότητες 15% -22%, 8% -15% και 20%- 34% αντιστοίχως. Επιπλέον, ο λόγος κιτρονελλόλης/γερανιόλης (citronellol/geraniol - C/G) είναι μεταξύ 1.25-1.30, λόγος που ενδιαφέρει την βιομηχανία αρωματοποιίας. Επίσης, το έλαιο ρόδου περιέχει πληθώρα πληθώρα ωφέλιμων λιπαρών οξέων όπως λινολενικό οξύ, παλμιτικό οξύ (C16:0), στεατικό οξύ (C18:0), ελαϊκό οξύ (u-9) (C18:1), λινολεϊκό οξύ (u-6) (C18:2) και α-λινολενικό οξύ

(u-3) (Γ18:3). Περιέχει επίσης ασκορβικό οξύ, α-τοκοφερόλη και β-καροτίνη. Είναι, ακόμα, πλούσιο και σε βιταμίνες A, B3, C, D και E.

Σύμφωνα με τους Kazaz, BaydaR και ERBaS (2009), ένα κιλό *Rosa damascena* περιέχει περίπου 720,0- 1459,0 mg φωσφόρου, περίπου 2243-12.454 mg κάλιο, 3885-11.162 mg ασβέστιο, 441-1501 mg μαγνησίου, 98-163 mg νατρίου, 4 mg χαλκού, 11-118 mg περιεκτικότητα σε σίδηρο, 24-73 mg μαγγάνιο, 7-14 mg ψευδάργυρο και 1-5 mg βορίου στο καρπό του άνθους και στο σπόρο.

Τα φλαβονοειδή γλυκοσίδη και καεμπφερόλη-3-O-b-D-γλυκοπυρανοζυλ(1/4)-b-D ξυλοπυρανοσίδη, που ονομάζεται ροξυλοσίδη A, διαχωρίζονται από τα μπουμπούκια του τριαντάφυλλου μαζί με τέσσερις ενώσεις, αφελίνη, ισοκερκιτρίνη, κερκετίνη γεντιοβιοσίδη και κυανιδωτική-3-O-b-γλυκοσίδη, τα οποία αποδεικνύουν ότι η *Rosa damascena* βελτιώνει το καρδιαγγειακό σύστημα (Kwon et al., 2009). Ακόμα, στα πέταλλα του άνθους βρέθηκε ένας γλυκοσίδης φλαβανόνης -βουτίνη 4'-O-(2''-O-β-D-απιοφουρανοσίδη)-β-D-γλυκοπυρανοσίδη- μαζί με λικουριτίνη, λικουριτίνη απιοσίδη, ισολικουιρίνη απιοσίδη, δαβιδιοσίδη, κερσετίνη, καμπερόλη, καεμπφερόλη 3-O-b-D-γλυκοπυρανοσίδη και καεμπφερόλη 3-O-α-L-αραβινοφουρανοσίδη μετά από βιομηχανική απόσταξη του ελαίου (Kumar, et al., 2006).



Εικόνα 2: Δομή βασικών συστατικών της Rose damascene (Πηγή: Shabbir, et al., 2020)

1.1.4. Αντιμικροβιακή δράση

Η χημική σύνθεση του τριαντάφυλλου και κατ' επέκταση των παραγόμενων προϊόντων εξαρτάται κυρίως από τις περιβαλλοντικές και κλιματικές συνθήκες και τις αγροτεχνικές μεθόδους στα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του φυτού. Άρα η περιεκτικότητα των

αντιμικροβιακών συστατικών του φυτού εξαρτάται από τα παραπάνω, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι σιτρενελόλη, γερανιόλη και νερόλη, και έπονται λιναλοόλη, οξικός κίτρονελλυλεστέρας, οξικός γερανυλεστέρας και ευγενόλη (Andoğan, et al., 2002 ; Gochev, et al., 2008)

Σύμφωνα με τον Pal (2013), πέρα από τα αρωματικά χαρακτηριστικά που εκμεταλλεύονται οι βιομηχανίες αρωμάτων και τροφίμων, μερικά πολύτιμα χαρακτηριστικά του ελαίου τριαντάφυλλου Damask, όπως αντι-HIV, αντιβακτηριδιακές και αντιοξειδωτικές δράσεις έχουν καθιερωθεί τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Πιο αναλυτικά, σε έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί για την εξέταση της αντι- HIV δράσης του τριαντάφυλλου, συγκρίθηκαν οι αντι-ικές δράσεις 9 ενώσεων που απομονώθηκαν από το μεθανολικό εκχύλισμα του *Rosa damascene*. Συγκεκριμένα, η τετραϋδροξυφλαβονόνη (ή αλλιώς καμπερόλη) ήταν αποτελεσματική στη μείωση της ωρίμανσης του μολυσματικού απογονικού ιού, προφανώς λόγω της εκλεκτικής αναστολής της ιικής πρωτεάσης. Από την άλλη πλευρά, η πενταϋδροξυφλαβονόνη (ή αλλιώς κερσετίνη) και τα δύο υποκατεστημένα παράγωγα της καμπερόλης φάνηκε να αναστέλλουν τη μόλυνση από τον HIV αποτρέποντας τη δέσμευση της gp120 με το CD4. Η 2-φαινυλαιθανόλη-O-(6-O-γαλλοϋλ)-β-D-γλυκοκυρανοσίδη αλληλεπιδρούσε μη αναστρέψιμα με το gp120 και εξουδετέρωσε τη μολυσματικότητα του ιού (Mahmood, et al., 1996).

Η αντιβακτηριακή δράση του ρόδου έχει μελετηθεί εκτενώς από την επιστημονική κοινότητα ως ένα αποτελεσματικό φυσικό βακτηριοκτόνο. Λόγου χάρη, το αιθέριο έλαιο ανέστειλε αξιοσημείωτα την ανάπτυξη των στελεχών *Xanthomonas axonopodis spp. vesicatoria* σε φυτά ντομάτας και πιπεριάς και των *Hafnia paralvei* και *Enterococcus gallinarum* σε γαλακτοκομικά προϊόντα (Basim, 2003; Orhan-Yanikan, et al., 2022). Μεγάλο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας συγκεντρώνεται σε βακτήρια που προξενούν προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Για αυτό υπάρχουν διάφορες εφαρμογές του ελαίου έναντι τέτοιων βακτηρίων. Επί παραδείγματι, η βακτηριοκτόνα δράση του ελαίου τριαντάφυλλου έχει αποδειχθεί έναντι των *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* και *Pseudomonas aeruginosa* που προκαλούν νοσοκομειακές λοιμώξεις τροφικές δηλητηριάσεις και γαστρεντερικές παθήσεις, των *Proteus vulgaris* και *Klebsiella pneumonia*, βακτήρια που ευθύνονται για την εμφάνιση πνευμονίας, των *Chromobacterium violaceum*, *Erwinia carotovora*, *Bacillus subtilis* και *Streptococcus pyogenes* και *Mycobacterium phlei*, καθώς μπορεί να επηρεάσει λιγότερο και τους *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Salmonella typhimurium* και

Pseudomonas aeruginosa (Jafari-Sales, et al., 2020; Mahboubi, et al., 2011; Shohayeb, et al., 2014).

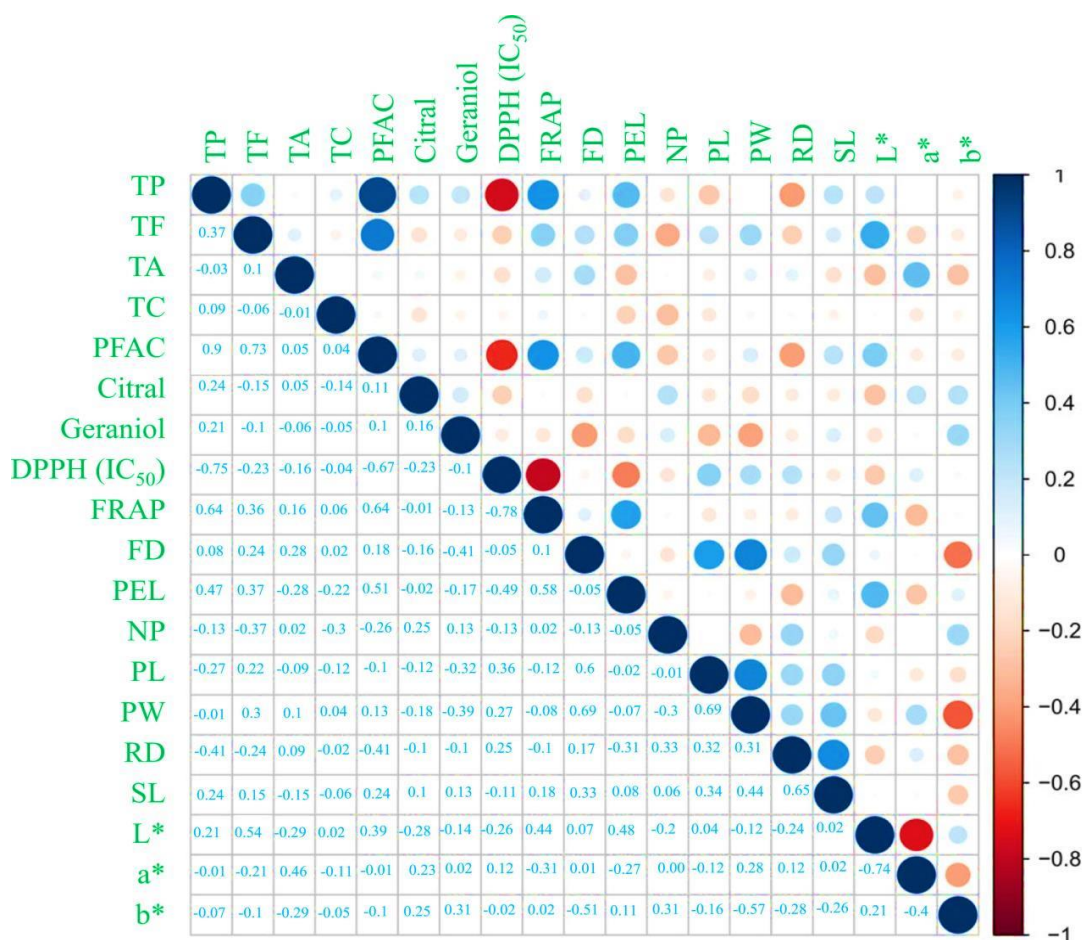
Πέρα όμως από το αιθέριο έλαιο, ευεργετική δράση έχουν επίσης το ροδόνερο και τα άνθη του φυτού. Για την περίπτωση του ροδόνερου, φαίνεται να χρησιμοποιείται για προβλήματα δερματικής φύσεως. Σε έρευνα που έγινε από τους Maruyama, Tansho-Nagakawa, Miyazaki, Shimomura, Ono, και Abe (2017) διερευνήθηκαν οι επιπτώσεις του ροδόνερου στην ανάπτυξη του *Candida albicans* και του ανθεκτικού στη μεθικιλίνη *Staphylococcus aureus* (MRSA), που προκαλούν λοιμώξεις του δέρματος και στη λειτουργία των ουδετερόφιλων, που παίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση των φλεγμονωδών αντιδράσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ροδόνερο ανέστειλε την ανάπτυξη των μυκηλίων του *C. albicans* σε συγκέντρωση περίπου 2,2% και μειωμένη βιωσιμότητα του MRSA εντός 1 ώρας, καθώς επίσης κατέστειλε την ενεργοποίηση ουδετερόφιλων που προκαλείται από λιποπολυσακχαρίτη (LPS) (Boskabady, et al., 2011). Από την άλλη μεριά, οι Boskabady, Shafei, Saberi και Amini (2011) αναφέρουν ότι εκχυλίσματα τόσο FF (Fresh Flower) όσο και του SF (Spent Flower – το στερεό παραπροϊόν μετά την απόσταξη) του λουλουδιού *R. damascena* δοκιμάστηκαν έναντι 15 ειδών βακτηρίων: *Aeromonas hydrophila*, *B. cereus*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, είδη του βακτηρίου *Mycobacterium*, *Proteus vulgaris*, *C. aeruginosa*, *C. fluorescens*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Staph. aureus* και *Yersinia enterocolitica*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και τα δυο εκχυλίσματα είχαν καθοριστική επιρροή στην ανάπτυξη των βακτηρίων (εκτός του *E. coli*), με τα εκχυλίσματα του FF να είναι πιο ισχυρά έναντι των εκχυλισμάτων του SF.

1.1.5. Αντιοξειδωτική δράση

Η αντιοξειδωτική δράση του *R. damascena* ανιχνεύεται σε όλα τα παραγόμενα προϊόντα του (ροδόνερο, αιθέριο έλαιο, εκχυλίσματα αιθανόλης- μεθανόλης) γιατί το ίδιο το φυτό έχει τα συστατικά αυτά που του την προσδίδουν. Λόγου χάρη, το εκχύλισμα μεθανόλης από πέταλα του φυτού έχει υψηλότερη περιεκτικότητα στα φαινολικά συστατικά (+)-κατεχόνης and (-)-επικατεχόνης από ότι έχουν τα BHT, BHA and Trolox. Για αυτό το τσάι ρόδου είναι πολύ διαδεδομένο σε χώρες όπως η Ινδία και το Ιράν, λόγω των φαρμακευτικών του οφελών (Hanif, et al., 2019).

Η ιδιότητα του αυτή οφείλεται στην πληθώρα αντιοξειδωτικών του συστατικών όπως φαινολικά, φλαβονοειδή, καροτενοειδή, τοκοφερόλες (α -τοκοφερόλη, β -τοκοφερόλη και γ -τοκοφερόλη) και ανθοκυανίνες (Hanif, et al., 2019 ; Alizadeh και Fattahi, 2021). Η δράση των φαινολικών ενώσεων οφείλεται κυρίως στις ανασταλτικές τους ιδιότητες, οι οποίες τους επιτρέπουν να δρουν ως αναγωγικοί παράγοντες και ως δότες υδρογόνου. Οπότε με την μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχόμενου μπορεί να προσδιοριστεί και αντιοξειδωτική ισχύ του τριαντάφυλλου. Έτσι, οι Alizadeh και Fattahi (2021) έδειξαν ότι τα συστατικά που κυριαρχού στον έλαιο είναι η γερανιόλη, η κιτράλη, ο λινελαϊκός μεθυλεστέρας, το n-ενικοζάνιο και το n-οκτάνιο, καθώς η αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας τη δράση δέσμευσης ελεύθερων ριζών DPPH και τη δοκιμασία αντιοξειδωτικής ισχύος μείωσης του σιδήρου (FRAP). Με βάση τις μεθόδους προέκυψε ότι είχε υψηλή αντιοξειδωτική δράση σε εύρος 10–25 $\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{g DW}$ και IC_{50} χαμηλότερο (4-12 $\mu\text{g}/\text{ml}$) από εκείνο του ασκορβικού οξέος (18 $\mu\text{g}/\text{ml}$) (Εικόνα 3). Επίσης, προσθέτουν ότι τόσο FF (Fresh Flower) όσο και του SF (Spent Flower) παρουσίασαν αντιοξειδωτική δράση, με του FF να είναι υψηλότερη από του SF.

Σε άλλη έρευνα, αποδείχθηκε ότι η κατανάλωση και χρήση *R. damascena* θα μπορούσε να προστατεύσει από παθήσεις ηπατικής φύσεως. Πιο αναλυτικά, οι Achuthan, Babu, και Padikkala, (2003) βρήκαν ότι το κλάσμα ακετόνης (AF) από φρέσκο χυμό λουλουδιού είναι το ενεργό κλάσμα με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, καθώς η AF απαιτείται για 50% αναστολή της ρίζας υπεροξειδίου παραγωγή, παραγωγή ριζών υδροξυλίου και υπεροξείδιο λιπιδίων. Έπειτα από χορήγηση 50 mg/kg σωματικού βάρους σε αρουραίους, διαπίστωσαν ότι υπήρξε σημαντική μείωση της αλκαλικής φωσφατάσης (ALP), της τρανσαμινάσης της πυροσταφυλικής γλουταμίνης (GPT) και της τρανσαμινάσης της οξαλοξικής γλουταμίνης (GOT) και του υπεροξειδίου των λιπιδίων. Οπότε κατέληξαν στον ισχυρισμό ότι θα ήταν δυνατόν το *R. damascena* να προστατεύσει από την επαγόμενη από CCl_4 ηπατοτοξικότητα, πιθανώς λόγω της δραστηριότητας δέσμευσης ελεύθερων ριζών.



Εικόνα 3: Συσχέτιση της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικά και флаβονοειδή του *Rose damascena* με την αντιοξειδωτική δράση (πηγή: Alizadeh & Fattahi, 2021)

1.1.6. Αντιφλεγμονώδεις Επιδράσεις

Έχει αποδειχθεί επίσης ότι μια άλλη γνωστή χρήση του φυτού είναι λόγω της αντιφλεγμονώδους δράσης του. Συγκεκριμένα, οι Boskabady, Shafei, Saberi και Amini (2011) αναφέρουν ότι το εκχύλισμα του *R. damascena* έναντι του αιθέριου ελαίου είχε αντιφλεγμονώδη δράση μειώνοντας το οίδημα που είχε δημιουργηθεί στο πόδι ενός αρουραίου, αναστέλλοντας τους μεσολαβητές της οξείας φλεγμονής. Τα συστατικά εκείνα που ενισχύουν την δράση αυτή του εκχυλίσματος μέσω της αναστολής της κυκλοοξυγενάσης 1 και 2 είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, ακόρεστα λιπαρά οξέα και τριτερπενοϊκά οξέα, καθώς και η συνεργασία μεταξύ τους (Hanif, et al., 2019).

1.2 *Origanum vulgare*

Η ρίγανη αποτελεί το πιο γνωστό και εμπορικά πολύτιμο μπαχαρικό στον κόσμο. Πάνω από 60 είδη φυτών ρίγανης χρησιμοποιούνται ως μπαχαρικό και η πλειοψηφία αυτών ανήκουν στην οικογένεια *Lamiaceae*. Σύμφωνα με τους Νοκου, Kokkini και Bessiere (1993), το ευρωπαϊκό γένος *Origanum* περιλαμβάνει 39 είδη τα οποία είναι διασκορπισμένα σε πολλά μέρη της Μεσογείου, με κυρίαρχο είδος το *Origanum vulgare* και το *Origanum dictamnus* να είναι ενδημικό του νησιού της Κρήτης. Η συνολική παραγωγή ρίγανης στον ελλαδικό χώρο φαίνεται στον πίνακα 1.



Η εφαρμογή της ρίγανης ανεξαρτήτως σκοπού σημειώνεται στην καθημερινότητα πολλών πολιτισμών. Στην Ευρώπη, η χρήση των αποξηραμένων φύλλων και ανθών του φυτού είναι διαδεδομένη ως μπαχαρικό σε κρέατα και προϊόντα κρέατος, καθώς και σαλάτες, μαγειρεμένα φαγητά, σάλτσες και σούπες. Πέρα από την αποξηραμένη μορφή της ρίγανης, γίνεται και εφαρμογή του αιθέριου ελαίου του φυτού σε τρόφιμα, καλλυντικά αλλά και για την παρασκευή αλκοολούχων ηδύποτων. Επίσης, θεωρείται ότι η μεξικάνικη και ινδική ρίγανη χρησιμοποιούνται και για ιατρικούς σκοπούς, πέρα από την επαφή τους με τρόφιμα. Παρά ταύτα, τα οφέλη της ρίγανης δεν προορίζονται μονάχα για την ανθρώπινη υγεία αλλά και για την διατροφή των ζώων, καθώς η καλλιέργειά της είναι οικονομικά σημαντική (Giannenas et al., 2018).

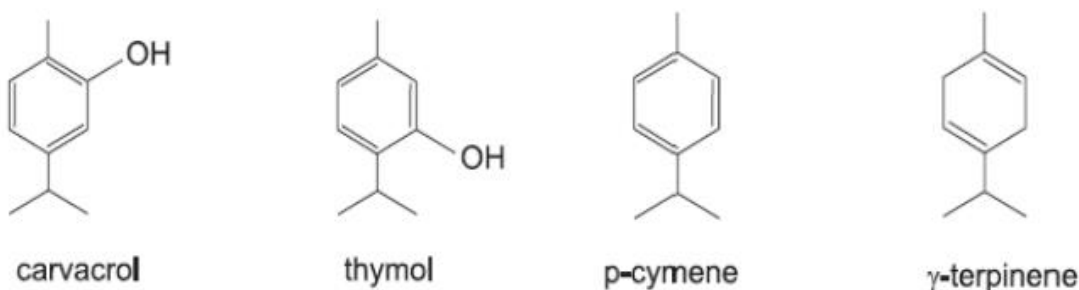
Εικόνα 4: *Origanum vulgare* (Πηγή: <https://www.soin-et-nature.com/en/5207-origan-luminary-cut-iphym-origanum-vulgare-l-herbalism.html>)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είναι αρκετά διαδεδομένη και η χρήση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης. Το αιθέριο έλαιο του φυτού αυτού περιέχει πληθώρα σημαντικών συστατικών εκ των οποίων τα βασικότερα είναι η καρβακρόλη, η θυμόλη, το γ-τερπινένιο και το π-κυμένιο. Τα μεγαλύτερα σε περιεκτικότητα συστατικά που έχουν προσδιοριστεί είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη που αποτελούν και το 80-85% του

συνολικού ελαίου ρίγανης. Επίσης, το έλαιο περιέχει διάφορα τερπένια, όπως γ-τερπινένιο και το π-κυμένιο που συνήθως αποτελούν το 10% του συνολικού ελαίου, αλκοόλες, φαινόλες, οξέα, αλδεΐδες και εστέρες (Εικόνες 6 και 7). Όμως, οι Vokou, Kokkini και Bessiere (1993) υπογράμμισαν ότι το υψόμετρο είναι εκείνος ο παράγοντας που επηρεάζει αισθητά τις περιεχόμενες ποσότητες των συστατικών του αιθέριου ελαίου και κυρίως της καρβακρόλης και της θυμόλης. Μάλιστα η τιμή τους είχαν αντιστρόφως ανάλογη σχέση με τα υψόμετρα. Συγκεκριμένα, τα φυτά που βρίσκονταν σε χαμηλά υψόμετρα, που αντιστοιχούν με το θερμό μεσογειακό κλίμα περιείχαν τα προαναφερθέντα μονοτερπένια είχαν υψηλές τιμές.

Compound	%
Carvacrol	77.9
p-Cymene	5.4
γ-Terpinene	4.6
Thymol	3.0
β-Caryophyllene	1.6
β-Myrcene	1.2
β-Bisabolene	1.1
α-Terpinene	1.0
α-Thujene	0.8
α-Pinene	0.6
Terpinen-4-ol	0.5
β-Phellandrene	0.4
Carvacrol methyl ether	0.3
1-Octen-3-ol	0.3
Borneol	0.3
Cis-sabinene hydrate	0.2
α-Humulene	0.2
Camphene	0.1
α-Phellandrene	0.1
β-Pinene	0.1

Εικόνα 5: Συστατικά του αιθέριου ελαίου ρίγανης του είδους *Origanu vulgare* (Giannenas et al., 2018)



Εικόνα 6: Δομή των βασικών συστατικών του αιθέριου ελαίου του φυτού *O. vulgare* (πηγή: Γούσιας, 2017)

1.2.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η ρίγανη είναι ένα αρκετά ανθεκτικό και προσαρμοστικό φυτό. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε πεδινές, ημιορεινές και ορεινές περιοχές. Μπορεί να καλλιεργηθεί και ως ξερική, αφού η άρδευση αυξάνει μόνο την απόδοση και όχι την ποιότητα. Έχει την δυνατότητα προσαρμογής σε πληθώρα εδαφών, εκτός από τα αμμώδη και αργιλώδη, με την προϋπόθεση να έχουν καλή αποστράγγιση. Επίσης, η ρίγανη δεν είναι φυτό που έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε λίπανση. Γενικά, μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες από 4 έως 33°C, ενώ τα φυτά ενός έτους και πάνω αντέχουν στους -25°C μέχρι και τους 42°C. Το άριστο εύρος θερμοκρασία ανάπτυξης του φυτού θεωρείται 18-22 °C (AGROSIMVOULOS.GR, 23/10/2013).

1.2.2. Καλλιέργεια

Στη παρούσα εργασία εξετάστηκε το είδος *Origanum vulgare* που είναι ένα ιθαγενές φυτό της Ελλάδας. Πρόκειται για ένα πολυετές, θαμνώδες, ξυλώδες, αρωματικό φυτό του οποίου ο βλαστός μπορεί να φτάσει έως 80 cm και τα άνθη του είναι χρώματος λευκού (Τσουβαλάκη, 2009). Η φύτευση της ρίγανης γίνεται στα μέσα φθινοπώρου, μετά τις πρώτες βροχές ή εναλλακτικά αρχές της άνοιξης, ενώ η συγκομιδή της ρίγανης πραγματοποιείται κατά το δεύτερο έτος και γίνεται όταν το φυτό είναι σε πλήρη άνθιση και κόβεται σε ύψος 10 cm από το έδαφος (GAIA.GR, 6/6/2016). Μπορεί να πολλαπλασιαστεί με δυο τρόπους: αγενώς (με μοσχεύματα ή παραφυάδες) και εγγενώς (με τη χρήση σπόρων). (Τσιγαρίδα, 2002)

Έχει βρεθεί ότι καλλιέργειες του φυτού εκτείνονται τόσο στην Μεσογειακή λεκάνη, με προτίμηση στην Ελλάδα και στην συνέχεια στην Ευρωπαϊκή Τουρκία, την Ισπανία, την Αλβανία, Γιουγκοσλαβία και Βουλγαρία, όσο και στην ηπειρωτική Ελλάδα, τη Σιβηρία και το Ιράν (Τσουβαλάκη, 2009). Γενικότερα, η ποιότητα της παραχθείσας ποσότητας εξαρτάται από τις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, ο υψόμετρο και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, παρά ταύτα η ρίγανη που παράγεται στην μεσογειακή λεκάνη περιέχει μεγάλη ποσότητα φαινολών και τερπενικών αλκοολών. Έτσι η ελληνική ρίγανη είναι περιζήτητη στις αγορές με κύριες περιοχές εξαγωγής να είναι η Ευρώπη και Αμερική (Καλιάκη, 2020). Η απόδοση παραγωγής του φυτού είναι 180-200 κιλά το

στρέμμα σε ξηρικά χωράφια ενώ σε ποτιστικά είναι δυνατόν να παραχθεί 300 κιλά ανά στρέμμα (AGROTYPOS.GR, 12/02/2020). Αντίστοιχα η απόδοση του αιθέριου ελαίου ρίγανης είναι μεταξύ 4-6 κιλά ανά 100 κιλά ξηρής δρόγης (Τσουβαλάκη, 2009).

1.2.3. Παραγόμενα προϊόντα

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα πιο διαδεδομένα εμπορικά προϊόντα που προέρχονται από το φυτό της ρίγανης είναι τα εξής (Καλιάκη, 2020):

✚ Ξηρή δρόγη

Η ξηρή δρόγη της ρίγανης είναι η συγκομισμένη ρίγανη, δηλαδή τα φύλλα και οι ταξιανθίες, η οποία έχει αφεθεί και ξηραθεί. Χρησιμοποιείται ως αρωματικό στην μαγειρική αλλά και ως ένα αβλαβές συντηρητικό στην βιομηχανία τροφίμων λόγω των αντιοξειδωτικών, αντιμυκητιακών και αντιβακτηριακών ιδιοτήτων της.

✚ Αιθέριο έλαιο

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είναι υγρό, με χρώμα κίτρινο-κιτρινοκόκκινο. Έχει δυνατό, χαρακτηριστικό άρωμα. Η ξηρή ρίγανη (βλαστός, φύλλα, άνθη) έχει αποδειχθεί ότι περιέχει 3-5% αιθέριο έλαιο (Τσιγαρίδα, 2002). Το έλαιο αυτό είναι γνωστό για τις αντιμικροβιακές του ιδιότητες. Χρησιμοποιείται για την θεραπεία των στομαχικών και εντερικών πόνων λόγω των πικραντικών ουσιών και της οξείας γεύσης που έχει. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως φυσική χρωστική, λόγω των φλαβονοειδών που περιέχει, προσδίδοντας καφέ χρώμα. Επιπλέον, το ριγανέλαιο χρησιμοποιείται στα σιτηρέσια των χοίρων και των πουλερικών βιολογικής εκτροφής αναπληρώνοντας ενδελεχώς επιβλαβή αντιβιοτικά. Γενικότερα, η εφαρμογή του είναι διαδεδομένη στους τομείς της βιομηχανίας τροφίμων, της φαρμακευτικής, της σαπωνοποιίας και της αρωματοποιίας.

1.2.4. Αντιμικροβιακή δράση

Ένα από τα πιο διαδεδομένα χαρακτηριστικά του αιθέριου ελαίου ρίγανης είναι η αντιβακτηριδιακή του δράση. Η δράση του αυτή δεν οφείλεται απαραίτητα σε ένα παράγοντα, μια συνθήκη ή ένα συστατικό του προϊόντος, αλλά στο συνδυασμό πολλών

παραγόντων. Πιο αναλυτικά, ο κατάλληλος συνδυασμός pH, υγρασίας και των υδροφοβικών ή υδρόφιλων ιδιοτήτων της ρίγανης και των συστατικών της μπορούν να εμποδίσουν την ανάπτυξη πληθώρα βακτηρίων. Κάποια από τα βακτήρια που έχει μελετηθεί η δράση του ελαίου είναι τα εξής (Giannenas et al., 2018):

- *Acinetobacter baumannii*
- *Aeromonas veronii*,
- *Streptococcus faecalis*
- *Escherichia coli*,
- *Klebsiella pneumonia*
- *Pseudomonas aeruginos*
- *Salmonella enterica*
 - Το υποείδος *Enterica*
 - serotype *Typhimurium*,
- *Serratia marcescens*
- *Staphylococcus aureus*

Εκτός από τα προαναφερθέντα, το φάσμα της αντιμικροβιακής δράσης της ρίγανης επεκτείνεται και σε άλλα βακτήρια όπως η *Listeria innocua*, ο *Acinetobacter baumannii*, η *Klebsiella pneumoniae*, ο *Citrobacter freundii*, η *Salmonella typhimurium*, ο *Proteus vulgaris*, η *Pseudomonas aeruginosa*, η *Pseudomonas fluorescens*, ο *Bacillus subtilis*, η *Serratia liquefaciens*, ο *Lactobacillus carvatus*, και ο *Lactobacillus sakei*, μυκητών όπως ο *Aspergillus spp.* και η *Candida spp.*, καθώς και σε παράσιτα όπως ο *Blastocystis hominis*, η *Entamoeba hartmanni*, και το *Endolimaxnana* (Leyva-López, et al., 2017). Ωστόσο, η ρίγανη συμπεριλαμβάνει για την αναστολή ανάπτυξης μυκήτων στο φάσμα της δραστηριότητας. Συγκεκριμένα, οι Lakhrissi, Boukhras, Barrahi, Hartiti, και Ouhssine, (2016) μελέτησαν την ανασταλτική δράση των αιθέριων ελαίων *O. vulgare* και το *O. Majorana* στην ανάπτυξη του μύκητα *Candida albicans*, με το *O. vulgare* να έχει την μεγαλύτερη ζώνη αναστολής (30 mm).

Σύμφωνα με τους Yamazaki et al. (2004), σημειώνεται ότι η καρβακρόλη και η θυμόλη έχουν την υψηλότερη αντιβακτηριακή ισχύ και έπονται η ευγενόλη, η κινναμαλδεΐδη και η ισοευγενόλη. Σχετικά με την καρβακρόλη και την θυμόλη, από έρευνες έχει φανεί ότι τα φαινολικά αυτά συστατικά συμμετέχουν σε αντιβακτηριακούς μηχανισμούς που ευθύνονται για την διάσπαση της κυτταρικής μεμβράνης. Η ιδιότητά τους αυτή ενδιαφέρει την επιστημονική κοινότητα με πληθώρα μελετών να γίνεται με την προσθήκη του αιθέριου ελαίου με βιογενείς μεμβράνες που προορίζονται για συσκευασία τροφίμων. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Juven et al. (1994), τα φαινολικά αυτά μπορούν να συνδεθούν με την μεμβράνη των πρωτεϊνών των βακτηρίων *Salmonella*

typhimurium και *Staphylococcus aureus*, λόγω της υδρόφοβη φύσης τους, και να αλλάξουν την διαπερατότητα της μεμβράνης. Σε μια άλλη έρευνα φάνηκε ότι η εφαρμογή του αιθέριου ελαίου της ρίγανης, είτε αυτού σε συνδυασμό με αιθέριο έλαιο λεβάντας, ως πρόσθετα σε βιογενείς μεμβράνες ζελατίνης, περιορίζει την δράση *Escherichia coli* O157:H7 και του Gram θετικού *Staphylococcus aureus*, ιδίως με την εφαρμογή 50-50 αιθέριου ελαίου ρίγανης και λεβάντας (Martucci, et al., 2015). Οι Benavides, Villalobos-Carvajal και Reyes (2012) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή του αιθέριου ελαίου ρίγανης σε συνδυασμό με την προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου σε αλγινικό φιλμ τροποποίησε το φιλμ με τέτοιο τρόπο ώστε να ληφθεί ένα αντιμικροβιακό φιλμ που επιτρέπει μια αργή μετανάστευση αιθέριου ελαίου από την αλγινική μήτρα στην επιφάνεια του τροφίμου. Μια ακόμα έρευνα με επιτυχή αποτελέσματα έγινε από τους Zivanovic, Chi και Draughon (2005), όπου εφαρμόζοντας αιθέριο έλαιο ρίγανης σε φιλμ χιτοζάνης, διαπίστωσαν ότι το προϊόν κρέατος (μπολόνια) που χρησιμοποιήθηκε προστατεύτηκε δραστικότερα από ότι με την εφαρμογή των αιθέριων ελαίων κόλιανδρου, βασιλικού και άνης. Πέρα από τον χώρο των τροφίμων, οι Hersch-Martinez, Leaños-Miranda και Solórzano-Santos (2005) απομόνωσαν κλώνους βακτηρίων από παιδιατρικούς ασθενείς που έπασχαν από σοβαρές παθήσεις, όπως μηνιγγοεγκεφαλίτιδα, γαστρεντερίδα, πνευμονία, μόλυνση ουροποιητικού και χειρουργικών τραυμάτων, και εφάρμοσαν αιθέρια έλαια φυτών. Βάση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν, το *O. vulgare* ήταν αποτελεσματικό εναντίον των Gram θετικών και αρνητικών.

1.2.5. Αντιοξειδωτική δράση

Ένα ακόμα όφελος που προσφέρει η χρήση της ρίγανης είναι η αντιοξειδωτική της δράση. Η ιδιότητα αυτή προέρχεται από την περιεκτικότητα των φύλλων και των ανθέων του φυτού σε αγλυκόνες, με κυριότερη τη θυμοκινόνη. Άλλα φυσικά αντιοξειδωτικά της ρίγανης είναι η θυμόλη και α-τοκοφερόλη, τα οποία εμποδίζουν το σχηματισμό υδρουπεροξειδίων (Milos, et al., 2000). Σε άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Kulisic, Radonic, Katalinic και Milos (2004), αποδείχθηκε ότι η αντιοξειδωτική δράση του ελαίου ρίγανης είναι μικρότερη από εκείνη του ασκορβικού οξέως αλλά συγκρίσιμη με αυτή της α-τοκοφερόλης και της βουτυλουδροξυτολουένη (BHT). Επίσης, οι Kaurinovic, Popovic, Vlaisavljevic και Trivic (2011) σημείωσαν ότι τα εκχυλίσματα EtOAc, n-BuOH και νερού από την απόσταξη του *O. basilicum* και του *O. vulgare*

εξέφρασαν πολύ ισχυρή αντιοξειδωτική δράση έναντι των ριζών DPPH, NO και $O_2^{\bullet-}$ και στην εξουδετέρωση του H_2O_2 και έδειξαν σημαντική αναστολή της LPx, σε αντίθεση με τα Et_2O και $CHCl_3$. Οι κύριοι υπεύθυνοι κατά της οξείδωσης είναι τα φλαβονοειδή που περιέχονται στο αιθέριο έλαιο της ρίγανης, όπως φλαβόνη, απιγενίνη, φλαβανόνη, εριοδικτυόλη, διυδροφλαβονόλες, διυδροκαεμπερόλη και διυδροκερσετίνη, οι τοκοφερόλες, όπως α-τοκοφερόλη, β-τοκοφερόλη, γ-τοκοφερόλη και δ-τοκοφερόλη (Vekiari, et al., 1993; Lagouri & Boskou, 1996)

1.2.6. Καταπολέμηση εντόμων

Στη σύγχρονη εποχή αναζητούνται τρόποι φυσικής καταπολέμησης των εντόμων ώστε να αποφευχθεί η υπολλειματικότητα των συνθετικών χημικών εντομοκτόνων. Ως φυσικά εντομοκτόνα εφαρμόζονται αιθέρια έλαια φυτών λόγω της πτητικότητας των συστατικών τους που δρουν καπνιστικά στα έντομα. Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης μπορεί να αποτελέσει μια φυσική πηγή βιομηχανικών ή οικιακών εντομοκτόνων. Συγκεκριμένα, σε έρευνα, που έγινε από τους Kim, Yoon, Jung, Hong, Ahn και Kwon, (2010), αποδείχθηκε ότι τα συστατικά του αιθέριου ελαίου του *Origanum vulgare* έχουν αποθητική και τοξική δράση εναντίον του *Tribolium castaneum*, γνωστό και ως κόκκινο σκαθάρι αλευριού, που προσβάλλει εν γένει δημητριακά τρόφιμα. Η δράση του ελαίου φάνηκε αισθητή σε συγκεντρώσεις 0.18-0.353mg/cm³, καθώς το οξείδιο του καρυφυλλενίου αποτελεί το συστατικό που προκαλεί το πιο τοξικό αποτέλεσμα στα έντομα.

1.3. *Lavandula angustifolia*

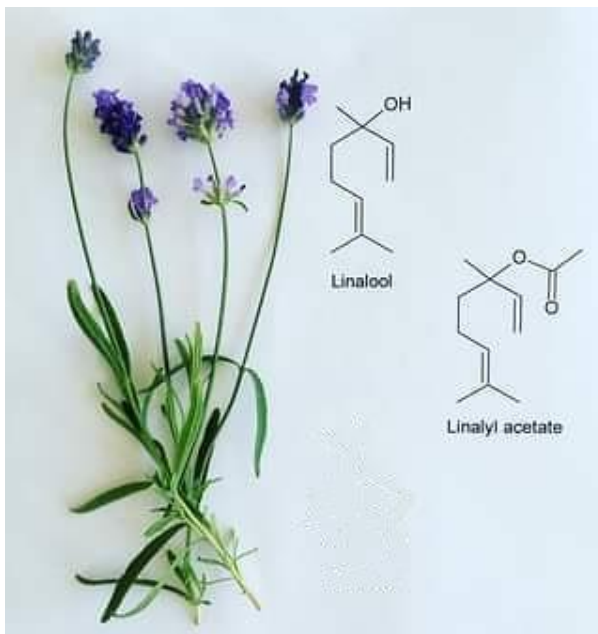
Η λεβάντα η στενόφυλλος (είδος: *Lavandula angustifolia*) ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae* και παλαιότερα ήταν γνωστό ως *Lavandula officinalis*, αναφερόμενο στις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Είναι αυτοφυές αρωματικό λουλούδι που φύεται στην περιοχή της Μεσογείου. Τα ονόματα αυτού του είδους λεβάντας που σημειώνονται είναι true lavender, προκειμένου να ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα είδη, και English lavender, αν και δεν είναι εγγενές φυτό στην Αγγλία (https://en.wikipedia.org/wiki/Lavandula_angustifolia#cite_note-grin-1). Από τα παλαιότερα χρόνια, η χρήση των προϊόντων λεβάντας ήταν διαδεδομένη λόγω των αρωματικών και θεραπευτικών του ιδιοτήτων, καθώς σήμερα χρησιμοποιούνται συχνά ως αγχολυτικό μέσο και ως βοήθημα κατά της αϋπνίας, της παραφροσύνης και των ψυχώσεων (Basch, et al., 2004).



Εικόνα 7: *Lavandula angustifolia*
(Πηγή: WIKIPEDIA)

Καλλιέργειες του φυτού σημειώνονται τόσο σε χώρες της Μεσογείου, όπως Ισπανία, Ιταλία και Γαλλία, όσο και σε άλλες χώρες όπως Αυστραλία, Κίνα, Ρωσία, Ουκρανία και Βουλγαρία (Charles, 2012). Στην Ελλάδα, καλλιέργειες της λεβάντας υπάρχουν στην Αρκαδία, την Κεφαλληνία, τις Σέρρες, την Κομοτηνή και τη Σαμοθράκη (Τζουμάκας, 2020). Η συνήθης χρήση της λεβάντας είναι ως φρεσκοκομμένα και μερικώς αποξηραμένα φύλλα και ως αιθέριο έλαιο από τα οποία εκλύεται το γνώριμο λουλουδένιο και φρουτώδες άρωμα του λουλουδιού με ένα γλυκό, δροσιστικό, ευχάριστο, βαλσάμικο-ξυλώδη τόνο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται στους τομείς της αρωματοποιίας, της σαπωνοποιίας και γενικότερα στην παραγωγή καλλυντικών. Η σύνθεση του άνθους αποτελείται από τουλάχιστον 0,8%-3% πτητικό έλαιο και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ενεργά συστατικά. Πιο αναλυτικά, περιέχει πάνω από 100 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα να είναι (Denner, 2009; Charles, 2012):

- ✚ Εστέρες (monoterpenyl): οξικός λιναλυλεστέρας (17,6%-53%), οξικός λεβανδυλεστέρας (15,9%) και οξικός γερανυλεστέρας (5,0%)
- ✚ Αλκοόλες (μονοτερπενόλες): λιναλοόλη (26%-49%), α-τερπινεόλη (6,7%) και τερπινεν-4-όλη (0,03%-6,4%)
- ✚ και τα συστατικά: β-καρνοφυλλένιο (2,6%-7,6%), cis- και trans- β-ocimenes (με το cis-β-ocimene να είναι 1,3%–10,9%) και τα οξείδια (μονοτερπενοειδή): 1,8-κινεόλη και λιμονέλιο (0,5%-2,5%).



Εικόνα 8: Λιναλοόλη και οξικός λιναλυλεστέρας λεβάντας

Επίσης, αποτελείται από περίπου 12% τανίνες που διακρίνονται από το Lamiaceae, ένα πλεονέκτημα που εκμεταλλεύεται η αρωματοβιομηχανία στις εμπορικές βιομηχανίες αρωματοποίησης και καλλυντικών. Τα δύο συστατικά που είναι υπεύθυνα για την αντιφλεγμονώδη, αντιμυκητιακή, αντισηπτική και καταπραυντικές επίδραση της λεβάντας είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας και η λιναλοόλη, την αλκοόλη να αποτελεί το πιο δραστικό συστατικό έναντι του εστέρα ακόμα και αν έχει υψηλότερη περιεκτικότητα (Denner, 2009). Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η αντιοξειδωτική

ισχύς του φυτού εξαρτάται από την πληθώρα των φαινολικών ενώσεων του (ροσμαρινικό οξύ, λουτεολίνη, απιγενίνη, λουτεολίνη 7-O-β-D glucoside, απιγενίνη 7-O-β-D-γλυκοσίδη, λουτεολίνη 7-O-β-D-γλυκουρονίδιο), καθώς και των λαβανδουπυρόνες Α και Β και των λαβαντιδιφαινύλια Α και Β, που απομονώνονται από εκχύλισμα οξικού αιθυλεστέρα του *L. angustifolia*, τα οποία έχουν ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση από τη βιταμίνη C (Zhao, et al., 2015; Salehi, et al., 2018).

Η χρήση των ιδιοτήτων της λεβάντας για την βελτίωση της ανθρώπινης υγείας είναι ευρέως διαδεδομένη και εφαρμοσμένη. Συγκεκριμένα, η λεβάντα φαίνεται να θεραπεύει νοσήσεις που σχετίζονται με κατάθλιψη, αδυναμία, μετεωρισμό (κοιλιακός πόνος και διάταση), νευρική εντερική δυσφορία και στρες. Για αυτό, η Ευρωπαϊκή

επιτροπή φαρμάκων δίνουν άδεια παρασκευής φαρμάκων και παρασκευής τσαγιού λεβάντας. Στις ΗΠΑ, ο Οργανισμός Τροφίμων και φαρμάκων επιτρέπει την κατανάλωση του άνθους της λεβάντας ως συμπλήρωμα διατροφής. Επιπλέον, σημειώνεται ότι έχει αντισηπτική και αντιβακτηριακή δράση, καθώς το αιθέριο έλαιο μπορεί να εφαρμοστεί και εξωτερικά αφενός ως μέσο καθαρισμού του δέρματος από κοψίματα, μώλωπες και ερεθισμούς του δέρματος, αφετέρου ως βελτιωτικό της κυκλοφορίας του δέρματος (Charles, 2012; Denner, 2009). Η σημαντικότερη δράση του φυτού αυτού είναι η αντιοξειδωτική συμπεριφορά των συστατικών του. Αναλυτικότερα, οι Hohmann et al. (1999) έδειξαν ότι το εκχύλισμα λεβάντας έχει αντιοξειδωτική δράση, αποτελεσματικά σε ένζυμα τα οποία είναι εξαρτώμενα ή μη σε συστήματα που καταλύουν αντιδράσεις υπεροξειδωσης λιπιδίων. Οι Nitzsche et al. (2004) βρήκαν ότι η αντιοξειδωτική δράση της λεβάντας οφείλεται κυρίως ροσμαρινικό οξύ, αλλά και στα καφεϊκό, φερονικό και π-κουμαρικό, ενώ τα κυρίαρχα φλαβονοειδή ήταν η κερσετίνη, η απιγενίνη και η καμπερόλη, που υπήρχαν ως γλυκοσίδες.

1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το *L. angustifolia* είναι ένας αειθαλής πολυετής θάμνος με βλαστό που αναπτύσσεται όρθια, είναι τετράγωνος και μπορεί να φτάσει από 30 έως 80 cm ύψος. Οι μίσχοι των ανθέων δεν έχουν διακλαδώσεις αλλά έχουν μια ενιαία κεφαλή σε κάθε μίσχο, ενώ το χαρακτηριστικό γνώρισμα του συγκεκριμένου είδους λεβάντας είναι ότι αναπτύσσονται πλατιά βράκτια στη βάση της ταξιανθίας. Το χρώμα των ανθέων κυμαίνεται από βαθύ πορφυρό έως λευκό, ανθίζουν την καλοκαιρινή περίοδο (τέλος του Ιουνίου μέχρι Αύγουστο) και έχουν χαρακτηριστικό γλυκό άρωμα. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η *L. angustifolia* είναι το ανθεκτικό είδος λεβάντας που μπορεί να επιζήσει κάτω από συνθήκες χαμηλών χειμερινών θερμοκρασιών -15°C ή ακόμη και χαμηλότερων αν καλλιεργείται σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη (Κοντοδαίμων-Καραντζή, 2019). Κάποιες από τις γνωστές καλλιεργήσιμες ποικιλίες της λεβάντας είναι η Munstead, η Hidcode και η Maillette. Ο πολλαπλασιασμός της λεβάντας γίνεται με σπόρο, παραφυάδες, μοσχεύματα, καταβολάδες και ιστοκαλλιέργεια. Τα μοσχεύματα και οι παραφυάδες θεωρούνται οι πιο ενδεδειγμένοι τρόποι (Παλούκα, 2022).

1.3.2 Καλλιέργεια

Η λεβάντα ευδοκίμει κυρίως στην λεκάνη της Μεσογείου. Αυτό σημαίνει ότι έχει ανάγκη από ήλιο, αλλά οι περιοχές με καυτά καλοκαίρια και ζεστούς χειμώνες δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη ποιοτικής εμπορικής λεβάντας. Συγκεκριμένα, η έντονη ανθοφορία του φυτού ευνοείται από τις ψυχρές περιόδους του χρόνου. Συνοπτικά, η ανάπτυξη της λεβάντας ευνοείται σε μικροκλίματα τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες την χειμερινή περίοδο, αλλά δεν συμβαίνουν ανοιξιότατοι παγετοί, και δεν σημειώνονται υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι. Γενικότερα, η λεβάντα μπορεί να ευδοκιμήσει σε υψόμετρο από 600 έως 1200 m (Παλούκα, 2022).

Ως προς το έδαφος, η καλλιέργεια του φυτού αυτού αναπτύσσεται σε ουδέτερα έως αλκαλικά εδάφη (pH μεταξύ 6,4 και 8,2) και σε περιβάλλον με περιορισμένη υγρασία. Η μεγαλύτερη απαίτηση του είναι η καλλιέργεια να εφαρμόζεται σε καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη, διότι η λεβάντα είναι πολύ ευαίσθητη στις ασθένειες που προκαλούν το σάπισμα των ριζών (Παλούκα, 2022). Για αυτό προτιμούνται τα αμμώδη ή πετρώδη εδάφη, που έχουν βάθος και δεν έχουν υψηλά τη στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα γιατί ως φυτό αναπτύσσει βαθύ ριζικό σύστημα. Επιπλέον, η καλλιέργειά του δεν έχει απαιτήσεις σε λιπάνσεις (Κοντοδαίμων-Καραντζή, 2019). Ο γενικός κανόνας για την κατάλληλη στιγμή συγκομιδής των ανθέων που προορίζονται για την παραγωγή αιθέριου ελαίου είναι τα φυτά να βρίσκονται στο στάδιο της πλήρους ανθήσεως - απανθήσεως ενώ τα άνθη αρχίζουν να γίνονται καστανόχρωμα ([Αιθέριο έλαιο λεβάντας \(apostaktiria.gr\)](http://apostaktiria.gr)).

1.3.3 Προϊόντα λεβάντας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, έχει σημειωθεί ότι η λεβάντα μπορεί να εφαρμοστεί στην επιδερμίδα για την αντιμετώπιση ερεθισμών και βοηθάει στην χαλάρωση των αισθήσεων. Εξαιτίας αυτών, τα προϊόντα λεβάντας προτιμούνται τόσο από το καταναλωτικό κοινό όσο και από τις βιομηχανίες καλλυντικών, αρωμάτων, προσωπικής φροντίδας και τροφίμων και ποτών. Τα κύρια προϊόντα που προέρχονται από το φυτό αυτό είναι (VerdusBioHerbs; Παλούκα, 2022):

■ Ανθόνερο

Το ανθόνερο της λεβάντας είναι το υδροδιάλυμα ή υδρόλυμα (hydrosol) που προκύπτει κατά την απόσταξη του βοτάνου, όπου μαζί με το αιθέριο έλαιο εξάγεται και το νερό του φυτού. Το ανθόνερο έχει παρόμοιες ιδιότητες με το αιθέριο έλαιο, διότι περιέχει ένα μικρό ποσοστό αιθέριου ελαίου, και είναι λιγότερο συμπυκνωμένο και θεωρείται ευεργετικό για την επιδερμίδα.

✚ Αιθέριο έλαιο

Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας θεωρείται το σπουδαιότερο προϊόν που εξάγεται από το φυτό. Παραλαμβάνεται από τα υπέργεια τμήματα του φυτού την εποχή της ανθοφορίας (βρίσκεται μέσα σε αδένες που βρίσκονται στην επιφάνεια του κάλυκα, στα αυλάκια μεταξύ των λεπτών τριχιδίων). Το χρώμα του είναι σχεδόν κίτρινο και έχει έντονο άρωμα φυτικής λεβάντας με ένα λεπτό ίχνος φρούτων και ξύλο. Η σύνθεση της λεβάντα τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες, τον τρόπο πολλαπλασιασμού και συγκομιδής και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, περιέχει πάνω από 300 χημικές ενώσεις, με κυριότερες τη λιναλοόλη (από 9,3% έως 68,8%) και τον οξικό λιναλυλεστέρα (από 1,2% έως 59,4%). Γενικά, η απόδοση του αιθέριου ελαίου κυμαίνεται μεταξύ 1,4 με 1,6% βάρος νωπού προϊόντος. Επιλέγεται ιδιαίτερα από τις βιομηχανίες αρωμάτων και καλλυντικών λόγω της αντιοξειδωτικής, αντισηπτικής και αντιβακτηριδιακή του δράση. Χρησιμοποιείται στην επούλωση τραυμάτων, στις πληγές, στα εγκαύματα και τα τσιμπήματα των εντόμων και ως εντομοαπωθητικό.

✚ Ξηρή δρόγη

Η ξηρή δρόγη της λεβάντας προέρχεται από την ξήρανση των ανθέων του βοτάνου. Χρησιμοποιείται κυρίως στον αρωματισμό χώρων και ως εντομοαπωθητικό.

1.3.4 Αντιμικροβιακή και αντιπαρασιτική δράση λεβάντας

Η αντιμικροβιακή δράση του αιθέριου ελαίου του *L. angustifolia* έχει ερευνηθεί και αξιολογηθεί έναντι πολλών μικροοργανισμών. Η ιδιότητα του αυτή συνδέεται με τα δυο κύρια βασικά του συστατικά την λιναλοόλη και τον οξικό λιναλυλεστέρα και με την

υψηλή περιεκτικότητα του φυτού σε υδροξυκιναμωμικά οξέα και φλαβονοειδή (Zenão, et al., 2017). Όμως, η περιεκτικότητα σε αυτά τα συστατικά θα εξαρτάται από τις καλλιεργητικές τεχνικές, τον τόπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα προϊόντα της λεβάντας έχουν ανασταλτική δράση σε αρκετούς μικροοργανισμούς. Ξεκινώντας με τα βακτήρια, η λεβάντα σημειώνει βακτηριοκτόνα επίδραση έναντι των μικροοργανισμών *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus* και *E. coli*, ακόμα κι αν το φυτό μπορεί να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λιναλοόλη και οξικό λιναλυλεστέρα (Jianu, et al., 2013). Σε άλλη έρευνα, αρχικά το *L. angustifolia* καλλιεργήθηκε σε in vitro καλλιέργειες και σε συνθήκες αγρού και στην συνέχεια λήφθηκε το αιθέριο έλαιο και από τα δυο φυτά. Η αντιβακτηριακή ισχύ των δυο αιθέριων ελαίων δοκιμάστηκε έναντι των *S. aureus*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa* και *C. albicans* σημειώνοντας ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη των βακτηρίων, με τα φυτά που πολλαπλασιάστηκαν in vitro να έχουν υψηλότερη ισχύ από τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο χωράφι (Andrags, et al., 2017). Ωστόσο, έχει σημειωθεί ότι η αντιμικροβιακή ισχύ του *L. angustifolia* έναντι του *C. albicans* και του *S. aureus* μπορεί να ενισχυθεί εάν συνδυαστεί με άλλα αρωματικά έλαια όπως το *Cinnamomum zeylanicum* ή *Citrus sinensis*. Ο συνδυασμός διαφόρων ελαίων είναι σύνηθες στην αρωματοθεραπεία για τη θεραπεία μολυσματικών ασθενειών (de Rapper, et al., 2013). Επίσης, σε άλλη έρευνα, αποδείχθηκε ότι ανασταλτική δράση έναντι της ανάπτυξης των *Staphylococcus pyogenes* και *Staphylococcus aureus* έχει και το αλκοολικό εκχύλισμα των ανθέων και φύλλων της λεβάντας, καθώς το εκχύλισμα της λεβάντας σε συνδυασμό ή όχι με το εκχύλισμα της τσουκνίδας *Urtica dioica*, καθώς μπορούν να αντιμετωπίσουν τις λοιμώξεις που προκαλούνται από εκείνα τα στελέχη του *Staphylococcus aureus* που είναι ευαίσθητα και ανθεκτικά στη μεθικιλίνη (Moghadami, Dolatabadi et Nazem, 2012; Zenão, et al., 2017). Τα αποτελέσματα αυτά δίνουν την δυνατότητα για τον συνδυασμό των εκχυλισμάτων με τα συμβατικά αντιβιοτικά για την τοπική εφαρμογή τους σε ασθενείς διαβητικό έλκος ποδιού (Zenão, et al., 2017). Βάση άλλων ερευνών που έχουν δημοσιευθεί, η αντιμικροβιακή δράση λεβάντα σημειώνεται σε πληθώρα μικροοργανισμών όπως *Haemophilus influenzae*, τα στελέχη εκείνα του *Streptococcus pneumoniae* που είναι ευαίσθητα και ανθεκτικά στην πενικιλίνη, τα στελέχη του *Enterococcus faecium* που είναι ανθεκτικά στη βανκομυκίνη, *Aspergillus nidulans* και *Trichophyton mentagrophytes*, του μύκητα *Botrytis cinerea* και διαφόρων στελεχών μη φυματίωσης *Mycobacterium* (*M. chelonae*, *M. fortuitum*, *M. kansasii*, *M. marinum*, *M. scrofulaceum*) (Cavanagh &

Wilkinson, 2005; Inouye, Takizawa & Yamaguchi, 2001; Nelson, 1997; Gabbrielli, et al., 1988).

Δυο από τους εξωγενείς τρόπους που μπορεί να προσβληθεί ο άνθρωπος από ένα μικροοργανισμό είναι εάν το λάβει από την τροφή του είτε να του μεταδοθεί από κάποιον άλλον άνθρωπο ή ζώο. Λόγου χάρη, η κατοικίδια χελώνα μπορεί να φιλοξενεί πάνω της βακτήρια όπως *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. dhakensis*, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enterica* και *Pseudomonas aeruginosa*, τα οποία προκαλούν ζωνοσογόνες λοιμώξεις στον άνθρωπο. Πάνω σε αυτά τα βακτήρια οι Hossain, Heo, De Silva, Wimalasena, Pathirana, και Heo (2017) μελέτησαν την αντιβακτηριδιακή δράση του αιθέριου ελαίου της λεβάντας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της λεβάντας είναι βακτηριοκτόνο έναντι των προαναφερθέντων μικροοργανισμών εκτός από το *P. aeruginosa*. Σε άλλη έρευνα, η προσθήκη αιθέριου ελαίου λεβάντας στο πόσιμο νερό κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής έδειξε ότι η παραγωγή δεν επηρεάζεται και η υγεία των πτηνών θωρακίζεται σε ποσότητες 0,2 - 0,4 ml/L και κατά συνέπεια και η υγεία των καταναλωτών (Adaszyńska-Skwirzyńska & Szczerbińska, 2018).

Μια ακόμα σημαντική δράση της λεβάντας είναι αυτή της αναστολής της ανάπτυξης αρκετών παρασίτων. Συγκεκριμένα, έχει υπογραμμιστεί η ιδιότητα του αιθέριου ελαίου της λεβάντας να είναι κυτταροτόξικό για τα ενήλικα σκουλήκια *S. mansoni* καθώς και να ανακόπτει αποτελεσματικά την ανάπτυξη των ωαρίων του (Mantovani, et al., 2013). Σε άλλη έρευνα, το αιθέριο και το νανογαλάκτωμα του *L. angustifolia* έχουν αντιλειψμανιακή δράση σε προμαστιγώτες της *Leishmania major* με IC50 να κυμαίνεται μεταξύ 0,08 και 0,11 μL/mL, με το νανογαλάκτωμα να έχει την ισχυρότερη δράση (Shokri, et al., 2017). Άλλα παράσιτα που η λεβάντα δρα σαν εμπόδιο στην ανάπτυξή τους είναι τα πρωτοζωικά παθογόνα *Giardia duodenalis* και *Trichomonas vaginalis*, το παθογόνο ψαριού *Hexamita inflata*, το *Trichomonas gallinae* που ευθύνεται για την θνησιμότητα νεαρών πτηνών και το *Toxoplasma gondii* που προσβάλλει θερμόαιμα ζώα και ανθρώπους (Moon, Wilkinson & Cavanagh, 2006; Malekifard, Tavassoli & Alimoradi, 2021; Yao, et al, 2021)

1.3.5 Ιατρική χρήση της λεβάντας

Η λεβάντα κατέχει εξέχουσα θέση στην ιατρική κοινότητα και αποτελεί ένα από τα πιο πολύ μελετημένα βότανα λόγω των πολλών εφαρμογών του στην ανθρώπινη υγεία. Χαρακτηρίζεται ως φυσικό φάρμακο για ένα μεγάλο εύρος ασθενειών και παθήσεων εξαιτίας της χαλαρωτικής, αντισπασμωδικής και αντιοξειδωτικής του δράσης.

Η χαλάρωση και η ηρεμία που προσφέρεται στους ασθενείς μετά την λήψη λεβάντας οφείλεται στο βασικό της συστατικό την λιναλοόλη. Συγκεκριμένα, έχει αποδειχθεί ότι η λιναλοόλη μειώνει την κινητική δραστηριότητα των ζωικών μυών λόγω της εξαρτώμενης δέσμευσής της με το γλουταμινικό. Με τη σειρά του, το γλουταμινικό αποτελεί ένα νευροδιαβιβαστή του κεντρικού νευρικού συστήματος όπου και σε αυτό στηρίζεται η ικανότητα της λεβάντας (Basch, et al., 2004). Η χαλαρωτική δράση του βοτάνου έχει δοκιμαστεί σε ζωικά μοντέλα. Λόγου χάρι, έχει δοκιμαστεί σε ιριδιζούσα πέστροφα, όπου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το *L. angustifolia* μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναισθητικό καθώς κατά την εφαρμογή του δεν παρατηρήθηκε κάποιο εύρημα σε βράγχια, ήπαρ και νεφρούς (Yigit, et al., 2022). Σε άλλη έρευνα, αποδείχθηκε ότι η εφαρμογή ελαίου λεβάντας μείωσε την περιεκτικότητα σε μηλονοδιαλδεύδη και αύξησε τις δραστηριότητες της υπεροξειδικής δισμουτάσης, της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης και της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, καθώς όπως φάνηκε έχει νευροπροστατευτική δράση κατά της εγκεφαλικής ισχαιμίας και αναστέλει το οξειδωτικό στρες (Vakili, et al., 2014). Επίσης, έχει θετική επίδραση στη μείωση του άγχους σε ανθρώπους που υποφέρουν από εγκαύματα μέσω του μασάζ αρωματοθεραπείας και της αρωματοθεραπείας με εισπνοή (Seyyed-Rasooli, et al., 2016).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η λεβάντα έχει ευρεία πρακτική εφαρμογή στην υγεία του ανθρώπου είτε με τοπική της χρήση (μασάζ αρωματοθεραπείας ή απλή εφαρμογή στο δέρμα), είτε μέσω εισπνοής (αρωματοθεραπεία), είτε ως συμπλήρωμα διατροφής. Πιο αναλυτικά, η τοπική εφαρμογή του αιθέριου ελαίου της λεβάντας δίνει θετικά αποτελέσματα σε φλεγμονή του δέρματος από ψωρίαση, σε θεραπεία της οξείας εξωτερικής ωτίτιδας όταν συνδυαστεί με τα αιθέρια έλαια *Syzygium aromaticum* και *Geranium robertianum* (φυτική σταγόνα Lamigex) και έχει τη δυνατότητα να προάγει την επούλωση πληγών στην πρώιμη φάση με την επιτάχυνση του σχηματισμού κοκκιώδους ιστού, την αναδιαμόρφωση του ιστού με την αντικατάσταση κολλαγόνου και τη συστολή του τραύματος μέσω της προς τα πάνω ρύθμισης του TGF- β (Rai, et al., 2020; Panahi, et

al., 2014; Mori, et al., 2016). Άλλα ευρήματα, έχουν δείξει ότι το αιθέριο έλαιο λεβάντας μπορεί να βοηθήσει στην ανατροπή της πυροδότησης της νόσου Αλτσχάιμερ, στην αναστολή του πολλαπλασιασμού καρκινικών κυττάρων στον προστάτη και την επαγωγή απόπτωσης και να συμβάλει στην μείωση της οξειδωτικής τοξικότητας της λεβοντόπας (L-dopa), το οποίο λαμβάνεται από ασθενής με νόσο Πάρκινσον, σε συνδιασμό με αιθέριο έλαιο *Rosa damascena Mill.*, βιταμίνη C και Trolox (Hritcu, Cioanca & Hancianu, 2012; Zhao, et al., 2017; Nikolova, et al., 2016). Επίσης, μπορεί να αποτελέσει εναλλακτικό φάρμακο για το βρογχικό άσθμα που προκαλείται από αλλεργική φλεγμονή ενώ αναστέλλει την υπερπλασία των βλεννογόνων κυττάρων με καταστολή των κυτοκινών των κυττάρων T-helper-2 και της έκφρασης Muc5b, να αναστείλει το ενζύμου α-γλυκοσιδάση έναντι της ακρβόζης, βοηθώντας έτσι διαβητικούς ασθενείς με μεταγευματική υπεργλυκαιμία, και να ανακουφίσει το πόνο σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος με μασάζ αρωματοθεραπείας (Ueno-Iio, et al., 2014; Najibullah, et al., 2021; Nasiri, Mahmodi & Nobakht, 2016). Μπορεί να αποστειρώσει και να ανακουφίσει το πόνο μετά την αμυγδαλεκτομή και την εδοφλέβια εισαγωγή καθετήρα σε παιδιατρικούς ασθενείς και την εισαγωγή βελόνας σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση, καθώς και να μειώσει τη δυσφορία του περινέου μετά από επισιοτομή, βελτιώνοντας την ποιότητα και την ψυχική υγείας της μητέρας και του παιδιού (Soltani, et al., 2013; Bikmoradi, et al., 2017; Bagheri-Nesami, et al., 2014; Sheikhan, et al., 2012).

1.4 Baby *Pleurotus ostreatus*

Κατάλληλα για την δοκιμαστική εφαρμογή των παραπροϊόντων των αρωματικών φυτών/ανθέων που περιγράφηκαν για την παρούσα εργασία θεωρήθηκαν τα baby μανιτάρια πλευρώτους, *Pleurotus ostreatus*, τα οποία δεν έχουν αναπτυχθεί πολύ έτσι ώστε να έχουν μικρό μέγεθος και πόλο. Από το βασίλειο των Μυκήτων, το *P.ostreatus* αποτελεί ένα από τα πιο κοινά εδώδιμα μανιτάρια από το φύλλο των Βασιδιομυκήτων, είτε ως καλλιεργούμενα είτε αυτοφυή, καθώς μπορεί να αναφερθούν επίσης και ως μανιτάρια στρειδιού και μύκητας στρειδιού (Δαγρές, 2019).



Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι διαθέτουν σαπροφυτικό χαρακτήρα με την δυνατότητα να αποικούν και να παράγονται σε κυτταρινούχα υποστρώματα τάχιστα. Ο λόγος είναι η απαίτηση του μύκητα σε κυτταρίνη και λίγνινη. Από την μία πλευρά, χρησιμοποιεί την κυτταρίνη ως πηγή άνθρακα, ενώ από την άλλη μεριά, έχει ανάγκη την λιγνίνη των κομμένων δένδρων που βρίσκονται σε αποσύνθεση ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί το μυκήλιό του. Συνήθως αναπτύσσεται σε δένδρα με μαλακό ξύλο, διότι μπορούν να αναπτυχθούν ευκολότερα καθώς οι βιολογικοί κύκλοι τους εναλλάσσονται κάθε 2-3 χρόνια, ενώ σε δένδρα με σκληρό ξύλο (βελανιδιά, οξυά) οι βιολογικοί κύκλοι μπορεί να εναλλάσσονται κάθε 4-5 χρόνια. Γενικά, τα δένδρα στα οποία μπορεί να αναπτυχθεί είναι λεύκα, ιτιά, καστανιά, οξιά, βελανιδιά, κλήθρα, σημύδα, καρπίνος, μουριά, ψευδακακία, έλατο, φιλύρα, ευφόρβια, φουντουκιά, σφένδαμος και καρυδιά. Τέλος, για την ανάπτυξή του απαιτεί τη χρήση φωτός, όχι τόσο για την ανάπτυξη του μυκηλίου αλλά για τον σχηματισμό των βέλτιστων καρπών, το θερμοκρασιακό εύρος θα πρέπει να είναι μεταξύ 15-18 °C, οι υψηλές θερμοκρασίες δεν είναι επιθυμητές διότι δημιουργούν προβλήματα στην ανάπτυξη του μανιταριού οπότε και αποφεύγεται η καλλιέργειά του τους θερινούς μήνες, το CO₂ του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι 18% και ο χώρος να έχει αρκετή υγρασία, αλλά ούτε

Εικόνα 9: *Pleurotus ostreatus* (Πηγή: <https://www.etsy.com/listing/877779807/oyster-mushroom-pleurotus-ostreatus-fine>)

ελλιπή ούτε πολύ υγρασία, και καλό αερισμό. Η πρώτη συγκομιδή γίνεται μετά από 40-45 μέρες από την σπορά τους (Δαράκη, 2009).

Η πρώτη καλλιέργεια μανιταριών φάνηκε να έγινε στην Γερμανία κατά την περίοδο του Ψυχρού πολέμου ως μέτρο διαβίωσης για την αποθήκευση τροφίμων (Deeralakshmi & Sankaran, 2014). Έκτοτε, η παραγωγή μανιταριών αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη και κερδοφόρα ευκαιρία. Στην Ελλάδα, η εγχώρια παραγωγή υπολείπεται της ζήτησης. Συγκριμένα, η εγχώρια παραγωγή μανιταριών ανέρχεται στους 3000 τόνους ετησίως όταν η συνολική ποσότητα που καταναλώνεται ετησίως είναι 10000 με 11000 τόνους. Οι διαφορές των τόνων που δεν παράγεται σε ελληνικά εδάφη εισάγεται από Πολωνία, Ολλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κίνα, Ταϊβάν και Τουρκία (SUCCESSGREECE.WORDPRESS.COM).

1.4.1 Διατροφική αξία

Τα *Pleurotus ostreatus* είναι γνωστά για το οστρεώδες σχήμα και της υψηλής διατροφικής τους αξίας. Συγκεκριμένα, πλούσια πηγή μακροθρεπτικών συστατικών (πρωτεΐνη, διαιτητικές ίνες, υδατάνθρακες και μέταλλα) και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες και λιπαρά, με το ελαϊκό οξύ (μονοακόρεστο) και το λινολεϊκό οξύ (πολυακόρεστο) να είναι τα κυριότερα που εντοπίζονται (Εικόνα 2). Περιέχουν επίσης μια σημαντική περιεκτικότητα σε βιταμίνες (B1, B2, B12, C και D) και παρουσιάζουν υψηλό υδατικό περιεχόμενο (85-95%). Όσον αφορά στο υψηλό ποσοστό υδατανθράκων, ο μύκητας είναι πλούσιος σε πολυσακχαρίτες μη αμυλούχους, από τους οποίους κυριαρχεί η α- και η β-γλυκάνη, από μη πέψιμες διαιτητικές ίνες όπως την χιτίνη, την κυτταρίνη και από φαινολικές ενώσεις, όπως πρωτοκατεχουικό οξύ, γαλλικό οξύ, ομογεντισικό οξύ, ρουτίνη, μυρικτίνη, χρυσίνη, ναριγγίνη, τοκοφερόλες όπως α-τοκοφερόλη και γ-τοκοφερόλη, ασκορβικό οξύ και β-καροτίνη που έχουν το καθένα (Deeralakshmi & Sankaran, 2014 ; Δαγρές, 2019).

Nutrients	Content (g/100g dried mushroom)
Proteins	17-42
Carbohydrates	37-48
Lipids	0.5-5
Fibers	24-31
Minerals	4-10
Moisture	85-87%

Εικόνα 10: Μακροσυστατικά του *P.ostreatu* (Πηγή: Deepalakshmi & Sankaran, 2014).

Το χαρακτηριστικό άρωμα του μύκητα αναφέρεται ως “unami”. Οφείλεται στην παρουσία των ελεύθερων αμινοξέων, του ασπαρτικού, του γλουταμινικού και των 5'-νουκλεοτιδίων (5'-μονοφωσφορική ινοσίνη και γουανοσίνη), στην παρουσία νουκλεοτιδίων, μεταλλικών στοιχείων (N, P, K, S, Fe και Zn) και στην αυτοξειδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Η 1-οκτυνολ-3-όλη είναι η κυρίαρχη αρωματική ένωση στα μανιτάρια του είδους *P. ostreatus* (Δαγρές, 2019).

1.4.2 Εχθροί μανιταριού

Ο παρών μύκητας έχει πολλούς εχθρούς που του προκαλούν υποβάθμιση. Ξεκινώντας με τις ασθένειες, οι μύκητες του γένους *Trichoderma* δρουν ανταγωνιστικά έναντι του μύκητα *P. Ostreatus*, δημιουργώντας αποικία στο υπόστρωμα, μούχλα πράσινου χρώματος στο εσωτερικό και στην επιφάνεια αυτού, και ανταγωνίζεται αποτελεσματικά το μανιτάρι σε ότι έχει να κάνει με κυτταρίνη και θρεπτικά συστατικά. Μια άλλη ασθένεια είναι αυτή που προκαλείται από τα είδη του μύκητα *Aspergillus sp.*, η οποία είναι μια ένδειξη ότι υπάρχει πρόβλημα με το υπόστρωμα (λόγου χάρη αύξηση θερμοκρασίας) καθώς έχει μια μυρωδιά μούχλας και γενικώς δεν υποστηρίζει την ανάπτυξη του μυκηλίου του μανιταριού. Η καπνώδης μούχλα είναι ακόμα μια ασθένεια που δημιουργείται από δυο είδη του μύκητα *Penicillium sp.*, *P. Hermesinum* και *P. Implicatum*. Το πρόβλημα γίνεται εμφανές κατά την πρώτη συγκομιδή των μανιταριών όπου κάποια από τα μανιτάρια που παράγονται στις άκρες των υποστρωμάτων δεν έχουν φυσιολογική ανάπτυξη, καθώς δεν υπάρχουν αναπτυγμένα μανιτάρια στο κέντρο για συγκομιδή και από εκεί παρατηρούνται μεγάλα νέφη από σπόρια. Συνήθως, η καπνώδης μούχλα συνδέεται με τη κομπόστα του υποστρώματος όταν αυτή δέχεται μαζική επεξεργασία (Μίχας, 2020). Επίσης, η αύξηση θερμοκρασίας μπορεί να ωφελήσει την ανάπτυξη ζυμών, καθώς και των παθογόνων μικροοργανισμών *Pseudomonas spp.* και *Enterobacteriaceae* (Δαγρές, 2019).

Πέρα από τους παθογόνους μύκητες, ο *P. Ostreatu* έχει και εχθρούς που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, κάποιοι εχθροί των μανιταριών είναι τα σαλιγκάρια και τα ποντίκια τα οποία με κατάλληλα μέτρα μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά. Το μεγαλύτερο πρόβλημα μπορεί να δημιουργηθεί από έντομα, τα οποία επωφελούνται από τις κατάλληλες συνθήκες και άφθονης τροφής προκειμένου να αναπτυχθούν. Κάποιοι εχθροί προέρχονται από τις οικογένειες *Sciaridae* και *Phoridae*, που ανήκουν στην τάξη των Δίπτερων, άλλοι ανήκουν στις οικογένειες *Cecidomyiidae*, *Drosophilidae* και *Mycetophilidae* (Μίχας, 2020).

1.4.3 Αμαύρωση μανιταριών

Η ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση του μανιταριού ξεκινά αμέσως μετά την συγκομιδή του. Αρχικά, όντας ένα νωπό προϊόν, το μανιτάρι έχει ανάγκη να αναπνεύσει και να διαπνεύσει και μετά την συγκομιδή του εξατμίζοντας περιεχόμενο νερό το οποίο επιφέρει συρρίκνωση και απώλεια βάρους, άρα υποβάθμιση και μείωση της διάρκειας ζωής. Ένας πολύ βασικός παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι οι συνθήκες συντήρησης μετά την συλλογή του. Το μανιτάρι έχει υψηλό ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας, 0,98 ενεργότητα νερού και σχετικά ουδέτερο pH (5-6,5), χαρακτηριστικά τα οποία το κάνουν ευάλωτο και ιδανικό υπόστρωμα ανάπτυξης των παθογόνων εχθρών του (Καλουσοπούλου, 2022).

Εκτός από τους παράγοντες της θερμοκρασίας, της υγρασίας και απώλειας νερού, το χρώμα του μύκητα επηρεάζεται αμέσως μετά την συλλογή του. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει τάση μαυρίσματος λόγω των ενζυμικών δραστηριοτήτων, διαδικασία γνωστή και ως ενζυμική αμαύρωση. Η ενζυμική αμαύρωση είναι χαρακτηριστική σε τρόφιμα που περιέχουν πολυφαινολικές ενώσεις, όπου μόλις εκτεθούν στο οξυγόνο ένα ένζυμο (στην περίπτωση του μανιταριού είναι η τυροσινάση) καταλύει την βιομηχανική μετατροπή των φαινολών, πολυμερίζοντας αυτά σε σκούρα και αδιάλυτα πολυμερή, γνωστά ως η χρωστική μελανίνη. Κάποιοι τρόποι που θα μπορούσαν να αναστείλουν την ενζυμική αμαύρωση, και κατ' επέκταση και τους άλλους παράγοντες υποβάθμισης του τροφίμου, είναι οι εξής (Καλουσοπούλου, 2022):

- ✦ Εμβάπτιση των τροφίμων σε διάλυμα κιτρικού οξέος.

✦ Η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP, Modified Atmosphere Packaging)

✦ Χρήση επικαλυπτόμενων ημι-διαπερατών μεμβρανών

✦ Αποθήκευση σε συνθήκες ψύξης (1°C)

✦ Ψύξη υπό κενό

✦ Αφυδάτωση σε ρεύμα αέρα, υπό κενό ή σε μικροκύματα

✦ Λυοφιλίωση

✦ Χρήση διαλυμάτων υπεροξειδίου του υδρογόνου ή διαλυμάτων με θειώδη

✦ Χρήση αναστολέων της τυροσινάσης, όπως του ασκορβικού οξέος, του 3-(2,4-dihydroxyphenyl propionic acid) (DPP acid) και κυστεΐνης.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Μέθοδοι απόσταξης

Για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων χρησιμοποιείται η μέθοδος της απόσταξη και στα τρέχοντα χρόνια υπάρχουν τρία είδη απόσταξης: η παραδοσιακή υδροαπόσταξη, η σύγχρονη απόσταξη γυμνής φλόγας και οι αποστακτήρες με χρήση ατμού.

Η απόσταξη ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

■ Απόσταξη με νερό

Η απόσταξη με νερό, ή κοινώς υδροαπόσταξη, εφαρμόζεται παραδοσιακά από αγρότες που βρίσκονται κοντά στις καλλιέργειες των τριαντάφυλλων και σε τρεχούμενο νερό. Βάση του ονόματος της διαδικασίας, το φυτικό υλικό καλύπτεται με το νερό που βράζει. Σημαντική προϋπόθεση είναι το φυτικό υλικό να καλυφθεί πλήρως με νερό, αλλά να υπάρχει αρκετός χώρος στον αποστακτήρα για τον παραγόμενο ατμό. Ο αποστακτήρας κατασκευάζεται από χαλκό με εσωτερική επίστρωση και είναι χωρητικότητας 120-150 λίτρα, το μέσο θέρμανσής του είναι με γυμνή φλόγα και για την λειτουργία του απαιτεί ατμογεννήτρια. Τα πλεονεκτήματα της υδροαπόσταξης είναι ότι είναι μια εύχρηστη και οικονομική μέθοδος. Προτιμάται για μικρής κλίμακας αποστάξεις και είναι ιδανική για φυτά τα οποία είναι κατά κύριο λόγο ξυλώδη. Η διάρκεια απόσταξης συνήθως είναι 1,5 έως 3 ώρες (Χατζηαναγνώστου, 2019).

Κατά την απόσταξη, τα άνθη θα πρέπει απαραίτητα να βυθίζονται πλήρως στο νερό και να αναδεύονται συνεχώς. Σημαντική σημείωση είναι η ταχύτητα της απόσταξης θα πρέπει να είναι αργή και σταθερή, όχι βεβιασμένη, χωρίς εξάρσεις της φωτιάς. Επίσης, ακόμα μία σημείωση είναι το νερό της απόσταξης δεν πρέπει να είναι σε υπερβολική ποσότητα διότι υπάρχει πιθανότητα υδρόλυσης των συστατικών του αιθέριου ελαίου. Τέλος, η θερμοκρασία του συμπυκνωτή πρέπει να παρατηρείται, να βρίσκεται σε σταθερή ένταση και θερμοκρασία (Χατζηαναγνώστου, 2019).



Εικόνα 11: Αποστακτήρας για την απόσταξη ροδοπέταλων *Rosa damascena* και την παραλαβή αιθέριου ελαίου (πηγή: Χατζηαναγνώστου, 2019)

■ Απόσταξη με νερό και υδρατμούς

Η απόσταξη με νερό και ατμό διαφέρει από την υδροαπόσταξη λόγω της χρήσης πλέγματος στον άμβυκα, ο οποίος τοποθετείται πάνω στην επιφάνεια του νερού αποκλείοντας έτσι την άμεση επαφή του φυτικού υλικού με το νερό. Κατά το βρασμό του νερού, παράγεται ατμός ο οποίος συμπαρασύρει το αιθέριο έλαιο καθώς διέρχεται από το φυτικό υλικό. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτή είναι η μη άμεση επαφή του φυτικού υλικού με το νερό, οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος υδρόλυσης των συστατικών, αλλά είναι χρονοβόρα διαδικασία καθώς η απόδοση του αιθέριου ελαίου είναι μικρή (Χατζηαναγνώστου, 2019).

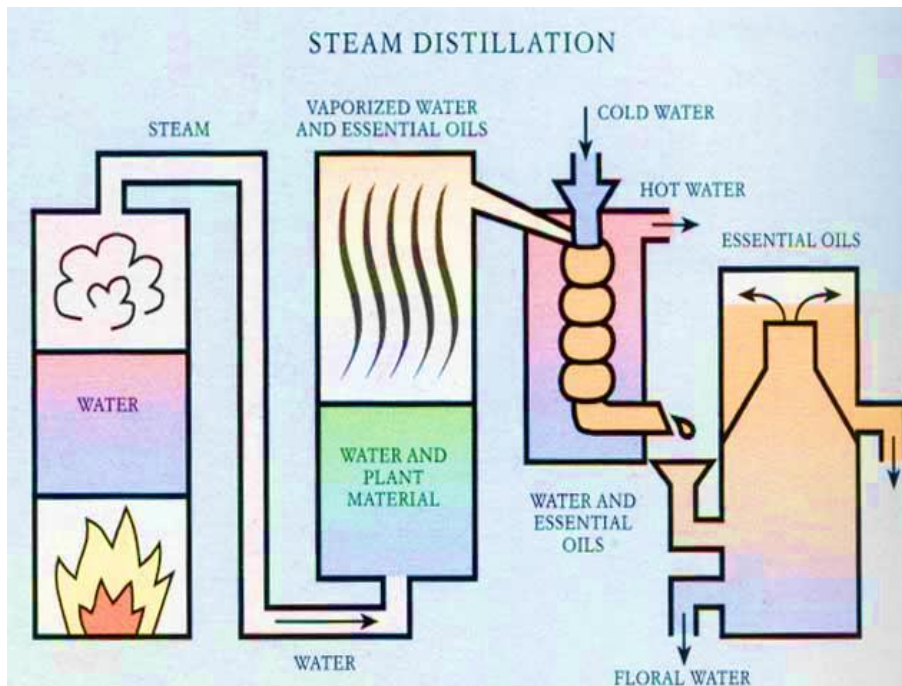
■ Απόσταξη με χρήση ατμού

Η απόσταξη με ατμό, ή κοινώς ατμοαπόσταξη, έχει επικρατήσει έναντι των άλλων για την παραλαβή αιθέριων ελαίων στην βιομηχανία. Στη μέθοδο αυτή, οι αποστακτήρες έχουν ένα θερμαντικό περίβλημα για να θερμαίνεται το φυτικό υλικό από το οποίο διέρχεται ο ατμός. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι (Χατζηαναγνώστου, 2019, [Το Αποστακτήριο μας \(apostaktiria.gr\)](http://apostaktiria.gr)):

- οι άμβυκες που χρησιμοποιούνται είναι χωρητικότητας 2-3 τόνους, άρα εξυπηρετούν στην παραγωγή μεγαλύτερη ποσότητας.

- Το παραγόμενο αιθέριο έλαιο είναι υψηλής ποιότητας και καλύτερης απόδοσης σε σύγκριση με αυτό των προηγούμενων μεθόδων.
- Εύκολη στη χρήση

Αυτές που επικρατούν είναι η απόσταξη με νερό και η απόσταξη με ατμό. Η απόσταξη με νερό θεωρείται ως η βέλτιστη για την παραλαβή του ροδέλαιου, ενώ για τα έλαια της ρίγανης και της λεβάντας συνίσταται η απόσταξη με ατμό.



Εικόνα 12:
 Διαδικασία
 απόσταξης με
 ατμό (πηγή:
 AGROEPIDOTIS
 EIS.COM,
 13/4/2013)



Εικόνα 13: Απόσταξη ρίγανης (Πηγή: AGROEPIDOTISEIS.COM, 13/4/2013)



Εικόνα 14: Απόσταξη λεβάντας (Πηγή: [Το Αποστακτήριο μας \(apostaktiria.gr\)](http://ToApostaktirio.gr)).



Εικόνα 15: Απόσταξη λεβάντας (Πηγή: [Το Αποστακτήριο μας \(apostaktiria.gr\)](http://ToApostaktirio.gr)).

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ : Αξιοποίηση αποβλήτων αρωματικών φυτών

Η σύγχρονη τάση της επιστημονικής κοινότητας είναι η αξιοποίηση των παραπροϊόντων και αποβλήτων που παράγονται είτε από φυτικές, είτε ζωικές, είτε από αστικές δραστηριότητες του ανθρώπινου παράγοντα. Σχετιζόμενοι με το παρών θέμα της εργασίας, τα απόβλητα που παράγονται μετά την απόσταξη των βοτάνων έχουν μεγαλύτερη ποσότητα σε σχέση με την ποσότητα του αποστάγματος, τα οποία απόβλητα συνήθως απορρίπτονται. Για αυτό το λόγο έχουν γίνει αρκετές έρευνες προκειμένου να χαρακτηριστούν τα ωφέλιμα χαρακτηριστικά των παραπροϊόντων αυτών προκειμένου να αξιοποιηθούν κατάλληλα και για να μειωθεί η φύρα των παραγωγών.

3.1. Απόβλητα *Rosa damascena*

Η χρήση του τριαντάφυλλου *Rosa damascena* Mill. και των υποπροϊόντων του είναι ευρεία σε πάρα πολλούς τομείς εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η διαδικασία παραλαβής του αιθέριου ελαίου του Damask τριαντάφυλλου γίνεται με ατμοαπόσταξη από το οποίο παράγεται τεράστιος όγκος φυτικών λυμάτων που είναι υγρά (ροδόνερο) και στερεά απόβλητα. Παρόλο που τέτοια λύματα είναι βιολογικοί ρύποι, η υψηλή ποσότητα υπολειμμάτων των χρησιμοποιημένων λουλουδιών μετά την απόσταξη περιέχει πολύτιμες βιοδραστικές ενώσεις οι οποίες προέρχονται από μικροποσότητες αιθέριου ελαίου στα απόβλητα. Αυτό τα καθιστά ένα εξίσου σημαντικό προϊόν που με κατάλληλη αξιοποίηση μπορεί να ωφελήσει την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία των βιομηχανιών.

Ανάλογα και με το αιθέριο έλαιο, το στερεό και το υγρό απόβλητο του Damask χαρακτηρίζονται από αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, σαφώς λιγότερης ισχύος από το έλαιο αλλά εξίσου αποτελεσματικές. Πιο αναλυτικά, οι Özkan, Sagdic, Baydar και Baydar (2004) έδειξαν ότι το ολικό φαινολικό περιεχόμενο των φρέσκων λουλουδιών με εκείνο των υπολειμμάτων διαφέρουν λίγο (276.02 ± 2.93 mg GAE/g και $248,97 \pm 2.96$ mg GAE/g αντιστοίχως), καθώς και τα δυο δείγματα είχαν ανασταλτική δράση έναντι της ανάπτυξης των *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* και

Yersinia enterocolitica αλλά όχι ενάντια του *E. coli* O157:H7, καθώς τα εκχύλισμα FF και SF είχαν τα ισχυρότερα αποτελέσματα έναντι του *S. enteritidis* και του *M. smegmatis*, αντίστοιχα. Η αντιοξειδωτική δράση των αποβλήτων τριαντάφυλλου οφείλεται στην περίσσεια του σε γαλλικό οξύ, κατεχίνες και επικατεχίνες, όπου η ιδανικότερη λήψη τους είναι η ψυχρή απόσταξη αυτών (Baydar, N. G., & Baydar, H., 2013).

Η απόβλητη βιομάζα τριαντάφυλλου, ως απόβλητου της διαδικασίας απόσταξης, θεωρείται ότι θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως πολύτιμη πηγή βιολογικά δραστικών ουσιών. Δεδομένου ότι οι πολυσακχαρίτες της πηκτίνης αποτελούν μέρος πολλών φρούτων, λαχανικών και ενσωματώνονται σε ορισμένα επεξεργασμένα τρόφιμα, μια νέα προσέγγιση αξιοποίησης των φυτικών απορριμμάτων είναι η εκχύλιση πολυσακχαριτών πηκτίνης σε συνδυασμό με εκχύλιση πολυφαινόλης. Στην περίπτωση του ρόδου, τα παραπροϊόντα έχουν η υψηλή απόδοση πολυσακχαριτών (25,3%) και πολυφαινόλων (4,4%), γαλακτουρονικό οξύ περισσότερο από 50% καθώς ή θερμική τους σταθερότητα βρίσκεται στην περιοχή 220–230 °C (Slavon, et al., 2017). Επίσης, τα εκχυλίσματα πηκτίνης των αποβλήτων έχουν γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες. Σύμφωνα με τους Slavon, Panchev, Kovacheva και Vasileva (2016) η ιδιότητα αυτή του ρόδου εκτιμήθηκε με τον υπολογισμό της επιφανειακής τάσης. Συγκεκριμένα, τα εκχυλίσματα πηκτίνης των αποβλήτων είχαν $66,30 \pm 1,3$ mN/m, υψηλότερη και από την πηκτίνη του βουτύρου 60,4 mN/m. Οι ιδιότητες των πολυφαινολικών ενώσεων των αποσταγμένων ροδοπετάλων έχει δείξει ότι είναι ικανά να σταθεροποιούν τις ασταθείς χρωστικές ενώσεις προϊόντων φράουλας, ενισχύοντας επίσης σε άρωμα και αντιοξειδωτική ισχύ (Mollov, et al., 2007).

Ως προς το τομέα των τροφίμων και ποτών, η χρήση των παραπροϊόντων τριαντάφυλλου έχει ερευνηθεί αρκετά. Παραδείγματος χάρη, σημειώθηκε παράταση στη διάρκεια ζωής κρύων φιλέτων από λαβράκι έως τις 13 μέρες στους 5 °C όταν τα φιλέτα είχαν πρώτα εμβαπτιστεί σε υγρά απόβλητα ρόδων. Επίσης, σημείωσαν λιγότερη μικροβιακή υποβάθμιση καθώς το εκχύλισμα των ρόδων επιβράδυνε την οξείδωση των λιπιδίων τους (Giannakourou, et al., 2019). Ανάλογο πείραμα είχε εφαρμοστεί σε μάφιν, με την διαφορά ότι παρασκευάστηκε με υποπροϊόν του Damask rose, εμπλουτίζοντας ολικό φαινολικό περιεχόμενο του κατά 2,5 φορές και αυξάνοντας την διάρκεια ζωής του από 17 έως 20 μέρες (Chochkov, et al., 2022). Παραμένοντας στο χώρο των αρτοσκευασμάτων, παρασκευάστηκαν μπισκότα με τη χρήση αλευριού ηλίόσπορου που αντικατέστησε κατά 15-20% το άλευρο σίτου και τη προσθήκη 1-2% εκχύλισμα υπολειμμάτων τριαντάφυλλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη του αλευριού

ηλιόσπορου και του εκχυλίσματος αύξησε την περιεκτικότητα σε υγρασία, την αντιοξειδωτική δράση, το κίτρινο χρώμα (b^*) και μείωσε την τιμή υπεροξειδίου και τη φωτεινότητα (L^*) των δειγμάτων (Kamali, et al., 2020). Τέλος, απόβλητα απόσταξης ρόδου προστέθηκαν σε ροζέ κρασιά για την ενίσχυση του αρώματος. Το τελικό αποτέλεσμα έδειξε ότι το χρώμα και το άρωμα του προϊόντος επηρεάστηκε με την προσθήκη του αποβλήτου, καθώς εμπλουτίστηκε με πολυφαινόλες και αλκοολικές ενώσεις, καθιστώντας το ένα νέο αρωματισμένο κρασί με άρωμα τριαντάφυλλου (Slavon, et al., 2021).

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η έρευνα για την αξιοποίηση των αποβλήτων ρόδου δεν έχει περιοριστεί μονάχα στα τρόφιμα και ποτά, αλλά και σε αξιοποίηση τους ως μέσα βελτιωτικά περιβάλλοντος και ανθρώπινης υγείας. Από την μεριά της ανθρώπινης υγείας, έχουν βρει ότι οι βιοδραστικές ουσίες που περιέχονται στα παραπροϊόντα απόσταξης του Damask rose κυτταροπροστατευτική/ γονοπροστατευτική δράση και θα μπορούσαν να μειώσουν την βλάβη του DNA. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι έχουν αντιγονοτοξική δράση έναντι N-μεθυλ-N'-νιτρο-N-νιτροσογουανιδίνη, ενισχύουν με αντιοξειδωτικά τον οργανισμό και τις κύριες πρωτεοστατικές μονάδες ένα άμεσο μεταλλαξιογόνο, καθώς δεν είναι γονοτοξικά στα ανθρώπινα κύτταρα. (Gateva, et al., 2022). Μάλιστα, ένα τέτοιο πείραμα εφαρμόστηκε σε μύγες *Drosophila* όπου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν ήταν τοξικά στις μύγες και δεν δημιούργησαν προβλήματα στον ρυθμό πρόσληψης τροφής ή τη γονιμότητα, καθυστέρησε την σχετιζόμενη με την ηλικία μείωση της ανοχής στο στρες και της κινητικής απόδοσης (νευρομυϊκή λειτουργικότητα) και παρέτεινε τη διάρκεια ζωής των μυγών ανάλογα με τη δόση (Dina, et al., 2021).

Από την άλλη μεριά φαίνεται ότι τα απόβλητα απόσταξης τριαντάφυλλου μπορεί να είναι μια πολλά υποσχόμενη αρωγή για το περιβάλλον. Πιο αναλυτικά, μπορούν να αφαιρέσουν αντιδραστικές χρωστικές όπως οι Reactive Red 198 (RR198) και Reactive Blue 29 (RB29) από υδατικά διαλύματα υπό την παρουσία όξινου pH και συγκεκριμένα την καλύτερη προσροφητική ικανότητα είχε τέφρα των αποβλήτων τριαντάφυλλου από ότι η σκόνη (Kermani, et al., 2017). Επιπλέον, η αεριοποίηση των υπολειμμάτων *Rosa Damascena* σε θερμοκρασίες 500-600 °C, πίεση 35–45 MPa με χρόνο αντίδρασης 1 ώρα παράγει H₂, CO₂ και CH₄, όπου τα υπολείμματα μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμη πηγή για την παραγωγή H₂ (Akgül, et al., 2014). Στη συνέχεια, σε άλλη έρευνα δημιουργήθηκαν pellets από στερεά απόβλητα επεξεργασίας ροδέλαιου, σκόνη λιγνίτη

άνθρακα και φλοιό πεύκου ως μια μορφή καυσίμου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο φλοιός πεύκου σε συνδυασμό με το στερεό απόβλητο ρόδου αύξησαν την αντοχή σε κρούση και εφελκυσμό και ο λιγνίτης αύξησε τα εύρη θερμοκρασιών καύσης και μείωσε τους μέγιστους ρυθμούς απώλειας βάρους, αυξάνοντας έτσι την απόδοση καύσης και δημιουργώντας εν τέλει μια πολλά υποσχόμενη πρώτη ύλη παραγωγής ενέργειας (Atay & Ekinici, 2020).

3.2. Απόβλητα *Origanum vulgare*

Στην περίπτωση της ρίγανης, το κύριο παραπροϊόν απόσταξης του αιθέρου ελαίου είναι υδρόλυμα, ανθικά ή αποσταγμένα νερά. Κατά την διαδικασία απόσταξης με ατμό, διαλύεται μικρή ποσότητα αιθέριου ελαίου στα αποσταγμένα αυτά νερά δίνοντας έτσι σε αυτό ο προϊόν συγκεκριμένες οργανοληπτικές ιδιότητες και γεύση, καθώς και βιολογική δραστηριότητα γεγονός που τα καθιστά χρήσιμο ως πρώτη ύλη σε πολλές βιομηχανίες, ειδικά στην αρωματοθεραπεία και στη βιομηχανία καλλυντικών ως υποκατάστατα του νερού σε λοσιόν, κρέμες, σαπούνια. Τα υδρολικά, επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποτά, για αρωματισμό ποτών, στη ζαχαροπλαστική και σε αναψυκτικά, για φαγητό ως φυσικό συντηρητικό σε τρόφιμα και ως βολικό απολυμαντικό κατά το πλύσιμο φρέσκων φρούτων και λαχανικών (Ασίμονιέ, et al., 2020). Καθώς τα υδρολήματα χρησιμοποιούνται ως φυσικά αντιβακτηριδιακά και αντιοξειδωτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως νηματοδοκτόνα για την καταπολέμηση των φυτο-παρασιτικών εντόμων.

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο, η ρίγανη και τα υποπροϊόντα της έχουν χαρακτηριστεί ως φυσικά μέσα προστασίας, τόσο των τροφίμων και ποτών όσο και κατά επέκτασης του ανθρώπινου οργανισμού. Συγκεκριμένα για τα παραπροϊόντα του φυτού αυτού, έχουν γίνει έρευνες στις οποίες αποδεικνύεται η αποτελεσματική αντιμετώπιση σοβαρών παθογόνων βακτηρίων όπως *Escherichia coli*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* και *Yersinia enterocolitica* όταν είναι σε συγκεντρώσεις πάνω από 50 mL/100 mL, ενώ σε συγκεντρώσεις από 10 έως 25 mL/100 mL μπορούσε να αναστείλει την ανάπτυξή τους (Sağdıç, 2003). Σύμφωνα με τους Bouloumpasi, Hatzikamari, Lazaridou, Chatzopoulou, Biliaderis και Irakli (2021), η αποτελεσματικότητα αυτή του υδρόλυματος οφείλεται στην περιεκτικότητά του σε φαινολικά, όπου βάση των αναλύσεων τους προέκυψε ότι στα στερεά υπολείμματα

ρίγανης κυμαινόταν από 89,9 mg GAE/g dw για το υπόλειμμα SD (sun dried) έως 90,5 mg GAE/g dw για το υπόλειμμα OD (oven dried), καθώς μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του *L. monocytogenes* και του *B. cereus*. Παρά όλα αυτά, δεν έχουν την ίδια αντιβακτηριδιακή ισχύ με αυτή του αιθέριου ελαίου λόγω της ελάχιστης ή μπορεί και ανεπαρκούς περιεκτικότητάς τους σε καρβακρόλη και θυμόλη. Το υδρόλυμα της ρίγανης έχει χρησιμοποιηθεί ως φυσικό απολυμαντικό τροφίμων για φρέσκες τομάτες και αγγούρια παρέχοντας μικροβιακή ασφάλεια χωρίς να προκαλούν κανένα αισθητικό ελάττωμα στα επεξεργασμένα προϊόντα ή προβλήματα υγείας στον άνθρωπο αναστέλλοντας αποτελεσματικά την ανάπτυξη των μη τοξικών στελεχών του βακτηρίου *E.coli O157: H7* (Sagdic, Ozturk και Tornuk, 2013). Τέλος, το υδρόλυμα και το αιθέριο έλαιο της ρίγανης μπορούν να μειώσουν την εμφάνιση των ιών του κίτρινου μωσαϊκού και τον ιό του Νέου Δελχί σε φυτά *Cucurbita pepo* (Taglienti, et al., 2022). Πέρα από τα βακτήρια, η δράση της ρίγανης επεκτείνεται και στην αντιμετώπιση ζυμών και νηματοειδών. Συγκεκριμένα, σε έρευνα που έγινε από τους Souza, Stamford, Lima και Trajan (2007), απέδειξαν την αντιβακτηριακή δράση του ελαίου έναντι των *Candida albicans* και *C. Krusei*, την ικανότητα μείωσης της βιωσιμότητας των νηματοειδών *Meloidogyne javanica* και *Meloidogyne incognita*. Τα κύρια συστατικά που υποστηρίζουν τη δραστηριότητα της ρίγανης είναι τα γνωστά φαινολικά η καρβακρόλη και θυμόλη. Σημειώθηκε όμως ότι σε συγκεντρώσεις δοκιμής πάνω από 50 g/kg ήταν φυτοτοξικό για τα φυτά, ιδίως εκείνο της τομάτας (Ntalli, et al., 2020).

Όλα αυτά τα παραπάνω προκαλούν ενδιαφέρον για την πραγματοποίηση αρκετών εφαρμογών της ρίγανης και των προϊόντων προκειμένου να γίνει ελάττωση της απορριπτόμενης ποσότητας και αξιοποίηση των ωφέλιμων χαρακτηριστικών τους, ιδίως σε τρόφιμα. Συγκεκριμένα, η προσθήκη εκχυλισμάτων ρίγανης ως συντηρητικό σε ζωικούς ιστούς είναι αρκετά διαδεδομένη. Λόγου χάρη, οι Fernandes, Trindade, Tonin, et al. (2017) αντικατέστησαν το ερυθροβικό νάτριο με εκχύλισμα ρίγανης σε αρνίσια μπιφτέκια και διαπίστωσαν ότι είχαν μεγαλύτερη οξειδωτική σταθερότητα που αποδεικνύεται από μείωση 80% στις δραστικές ουσίες θειοβαρβιτουρικού οξέος σε ποσότητα 24 mL/kg. Αύξηση των οργανοληπτικών βαθμολογιών σημειώθηκαν με την προσθήκη υδρολύματος ρίγανης στην άλμη για την ζύμωση του ελαιοκάρπου χωρίς να επηρεάζει τον αρχικό πληθυσμό LAB (Özcan, et al., 2008). Σε άλλη έρευνα, η συνεργατική δράση του εκχυλίσματος ρίγανης και παπάγιας οδήγησαν σε αύξηση της διάρκειας ζωής σε μπουκιές κατσικίσιου κρέατος έως τις 20 μέρες σε θερμοκρασία αποθήκευσης $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Ομοίως με

τα αρνίσια μπιφτέκια, αυξήθηκε η οξειδωτική και αντιμικροβιακή ισχύ των μπουκιών κατσικίσιου κρέατος με ελάχιστη πτώση του pH και μεταβολής του χρώματος και έχοντας τα καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά υφής ακόμα και μετά το πέρας των 20 ημερών (Jagtap, et al.,2019). Πείραμα για την εξέταση της διάρκειας ζωής εφαρμόστηκε σε φιλέτα κοτόπουλου όταν αυτά είχαν εμβαπτιστεί σε υποτονικό διάλυμα ρίγανης και στην συνέχεια σε ωσμωτική επεξεργασία στους 15°C και όταν αυτά είχαν υποστεί μόνο ωσμωτική επεξεργασία στην προαναφερθείσα θερμοκρασία και αποθήκευση στου 4°C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος από τις 6 μέρες που έχει το φιλέτο έως τις 15 μέρες που είχε το φιλέτο που είχε υποστεί ωσμωτική επεξεργασία. Πέρα από την παράταση ζωής, το προϊόν εμπλουτίστηκε με αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ενώσεις, σημειώθηκε πιο έντονη επίδραση στην αναστολή της οξείδωσης των λιπιδίων χωρίς να έχει περισσότερη επίδραση στην αναστολή της μικροβιακής ανάπτυξης από εκείνη που ήδη προσφέρεται από την ωσμωτική επεξεργασία (Giannakourou, et al., 2021). Εμπλουτισμός με οξειδωτικές ενώσεις έγινε σε φιλέτα κονσερβοποιημένου τόνου όταν αποθηκεύτηκε σε ένα μείγμα άλμης και υδρόλυμα βοτάνων, όπως ρίγανης, δάφνης, φασκόμηλου, και βάλσαμου λεμονιού, σε αναλογία 15:85 (v/v). Με την μέθοδο HPLC-DAD ανιχνεύτηκαν δεκατρείς φαινολικές ενώσεις στα φιλέτα τόνου είχαν και συγκεκριμένα τέσσερα φαινολικά οξέα, οχτώ φλαβονοειδή και μία σύριγγαλδεΐδη (Kalogiouri, et al., 2021).

Από την χρήση του στα τρόφιμα, έχει γίνει έρευνα στην οποία μεταξύ άλλων και τα φυτικά απόβλητα της ελληνικής ρίγανης χρησιμοποιήθηκαν για την απομάκρυνση χημικών ρύπων από νερό προς απόρριψη. Πιο αναλυτικά, οι Tanasa και Suteu (2021) εξέτασαν την βιοπροσρόφηση των φυτικών υπολλειμάτων της ρίγανης στην χρωστική Orange 16 και Cu (II). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κύριοι παράγοντες για την αποδοτική βιοπροσρόφηση των ρύπων είναι το pH, με ευνοϊκή τιμή στην περιοχή 2-3, στην δόση του βιοπροσροφητικού όπου στην περίπτωση του Orange 16 είναι 0,15 g και στην περίπτωση Cu (II) 0,05 g, η αρχική συγκέντρωση της χημικής ουσίας, είδος, χρόνος επαφής φάσης και θερμοκρασία.

3.3. Απόβλητα *Lavender angustifolia*

Η έρευνα των ιδιοτήτων του *Lavandula angustifolia* είναι ευρεία λόγω των οφελών στην ανθρώπινη υγεία. Βάση αυτού κυκλοφορούν πολλά προϊόντα λεβάντας στο εμπόριο,

παράγοντας όμως και πολύ μεγάλες ποσότητες βιομάζας. Έτσι, είναι επιτακτική η ανάγκη να αξιοποιηθούν τα απόβλητα της λεβάντας βιομηχανικά.

Η αξιοποίηση των αποβλήτων λεβάντας που προκύπτουν από την διαδικασία της ατμοαπόσταξης έχει δοκιμαστεί για την έγκυρη εφαρμογή της. Όπως είπαν οι Truzzi, Chaouch, Rossi, Tagliazucchi, Bertelli και Benvenuti (2022), η βιομάζα που προέρχεται από την ατμοαπόσταξη του ελαίου λεβάντας αποτελεί μια πολύ καλή πηγή βιοδραστικών ενώσεων δίνοντας την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών, καλλυντικών και φαρμάκων. Συγκεκριμένα, η πτητική σύνθεση των αποβλήτων απόσταξης μοιάζει με την σύνθεση του ελαίου αλλά σε μικρότερες περιεκτικότητες με κύρια χαρακτηριστικά αυτά την λιναλοόλη, οξικό λαβανδουσυλλεστέρα και οξικό λιναλυλεστέρα, καθώς ανιχνεύονται οι T-καδινόλη, η βορνεόλη και 3-καρένιο και βασικά ενεργά συστατικά, όπως το ροσμαρινικό οξύ, το καφεϊνικό οξύ και η λουτεολίνη (Kirimer, et al., 2017; Chilev, et al., 2022). Πέρα από τα προαναφερθέντα, έχει βρεθεί ότι πληθώρα μονοτερπενίων, σεσκιτερπενίων και αλειφατικών ενώσεων και γνωστών τριτερπένια, ουρσολικά και ελανολικά οξέα, καθώς και ότι χαρακτηρίζεται από βακτηριοκτίνα δράση έναντι των μικροοργανισμών έναντι των στελεχών *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Penicillium chrysogenum*, *Bacillus sp.* και *Pseudomonas aeruginosa* (Ciocarlan, et al., 2021).

Η αξιολόγηση της δυνατότητας αξιοποίησης των αποβλήτων λεβάντας εξετάστηκε σε πολλές ερευνητικές εργασίες. Αναλυτικά, έχει ερευνηθεί και αποδεχθεί ως μια πολύ καλή φυσική πηγή πολυσακχαριτών, με κύριο πολυσακχαρίτη το γαλακτουρονικό οξύ και χαρακτηρίζεται από μεσαίο βαθμό μεθυλ-εστεροποίησης (50%) και χαμηλό βαθμό ακετυλίωσης (<3%). Είναι επίσης σε θέση να παράγουν πηκτές Ca^{2+} και μπορούν να δώσουν γέλη παρουσία σακχαρόζης καθώς αποτελεί μια πολύ καλή πηγή γεντισικού οξέος (1,4–13 mg/g ξηρών αποβλήτων), δίνοντας του έτσι την δυνατότητα να ενσωματωθεί σε καλλυντικά προϊόντα όπως κρέμες και σαπούνια. Η παλμική εξαγωγή με υπερήχους χρησιμοποιείται ως βιώσιμη και συμβατή με το περιβάλλον τεχνολογία και ως μια κατάλληλη μέθοδος εξαγωγής των ωφέλιμων συστατικών από τη βιομάζα, διατηρώντας το ολικό φαινολικό περιεχόμενο και την αντιοξειδωτική δράση του υλικού. (Marovska, et al., 2022; Turrini, et al., 2021).

Τα απόβλητα του φυτού έχουν δοκιμαστεί σε διάφορες εφαρμογές είτε σε τρόφιμα, είτε σε φαρμακευτικές έρευνες είτε ως εδαφοβελτιωτικά- λιπάσματα. Λόγου

χάρη, η ενσωμάτωση των αποβλήτων *L. angustifolia* ως προϊόν κομποστοποίησης έδειξε ότι τα μονοτερεπενοειδή που έχει είχαν χαμηλή πτητικότητα παραμένοντας για περισσότερο χρονικό διάστημα στο έδαφος, καθώς είχε αντιμικροβιακή δράση έναντι του *Verticillium dahlia*, το οποίο ευθύνεται για το μαρασμό της φράουλας, και βακτηρίων όπως *Salmonella* και *Escherichia coli* που ενδεχομένως να υπήρχε στο κομποστ, βοηθώντας έτσι στην υγιή ανάπτυξη του φυτού, βελτίωσε τη διαδικασία κομποστοποίησης και διατήρησε στα επιθυμητά επίπεδα το άζωτο στο έδαφος (Yohalem & Passey, 2011; Greff, et al., 2021). Σε άλλη έρευνα, εκμεταλλεύοντας την ιδιότητα των μαμνιταριών να ανακυκλώνουν την λιγνοκυτταρική ύλη, απέδειξαν ότι η ανάπτυξη *P. ostreatus* σε απόβλητα λεβάντας ενίσχυσε την αντιοξειδωτική δράση των μανιταριών δίνοντας έτσι μια ευκαιρία στα απόβλητα λεβάντας ως νέο υπόστρωμα καλλιέργειας (Di Piazza, et al., 2021). Επίσης, στα πλεονεκτήματα των αποβλήτων έρχεται να προστεθεί και η περιεκτικότητα τους ουρσολικού οξέος, το οποίο μαζί με το ισομερές του ολεανολικό οξύ, τα οποία φαίνεται να βοηθούν στην προστασία του περιβάλλοντος από τοξικά υλικά (Fulga, et al., 2017). Επιπλέον, σε άλλη έρευνα η χρήση του υδρολύματος λεβάντας μετά από απόσταξη σε ενυδατικές κρέμες ως το υδατικό μέρος σημείωσε βακτηριοκτόνο δράση έναντι των έναντι *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida sp.* και *Aspergillus niger* (Kunicka-Styczyńska, et al., 2015).

Οι Slavon, et al., 2018 ανέλυσαν απόβλητα λεβάντας *L. angustifolia* και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αποτελεί μια καλή πηγή αντιοξειδωτικών και πολυφαινολικών ενώσεων προτείνοντας την προσθήκη τους και στα τρόφιμα. Παραδείγματος χάρη, η προσθήκη αποβλήτων λεβάντας και μελισσόχορτου (*Melissa Officinalis*) σε ψωμί αύξησαν την αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή δράση, την περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες και την διάρκεια ζωής του, καθώς από τον οργανοληπτικό έλεγχο φάνηκε το καταναλωτικό κοινό να προτιμά το ψωμί με 2,5% λεβάντα (Vasileva, et al., 2018). Σε άλλη εφαρμογή, το εκχύλισμα από τα απόβλητα λεβάντας έδειξε καλά αντιμικροβιακά αποτελέσματα καθώς και ανέστειλε την δημιουργία βιοφίλμ, ιδιαίτερα κατά των μηχανισμών προσκόλλησης και κινητικότητας του *Campylobacter jejuni*, μειώνοντας την κινητικότητα έως το 50 % και εμποδίζοντας έτσι στην δημιουργία βιοφίλμ (Ramić, et al., 2021). Όπως φαίνεται, υπάρχουν εφαρμογές με την χρήση των αποβλήτων λεβάντας στα τρόφιμα, αλλά υπάρχουν και με την χρήση του αιθέριου ελαίου. Σε μια έρευνα, αποδείχθηκε ότι το αιθέριο έλαιο λεβάντας εξουδετέρωσε την οξείδωση των λιπών παρέχοντας οξειδωτική σταθερότητα, προστάτευσε τα ακόρεστα

λιπαρά οξέα και ενίσχυσε την αντιοξειδωτική δράση (Rodrigues, et al., 2012). Οι Da Porto, Decorti και Kikic (2009) υποστήριξαν ότι το άρωμα λεβάντας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αλκοολούχα ποτά ή για ζαχαροπλαστική χρήση, προτείνοντας μάλιστα ως μέθοδο απόσταξης την χρήση υπερήχων, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εντομοαπωθητικό στην γεωργία έναντι των έναντι των *Crytolestes ferrugineus*, *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*, *Acanthoscelides obtectus* και *Resseliella oculiperda*.

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Στατιστικά δεδομένα

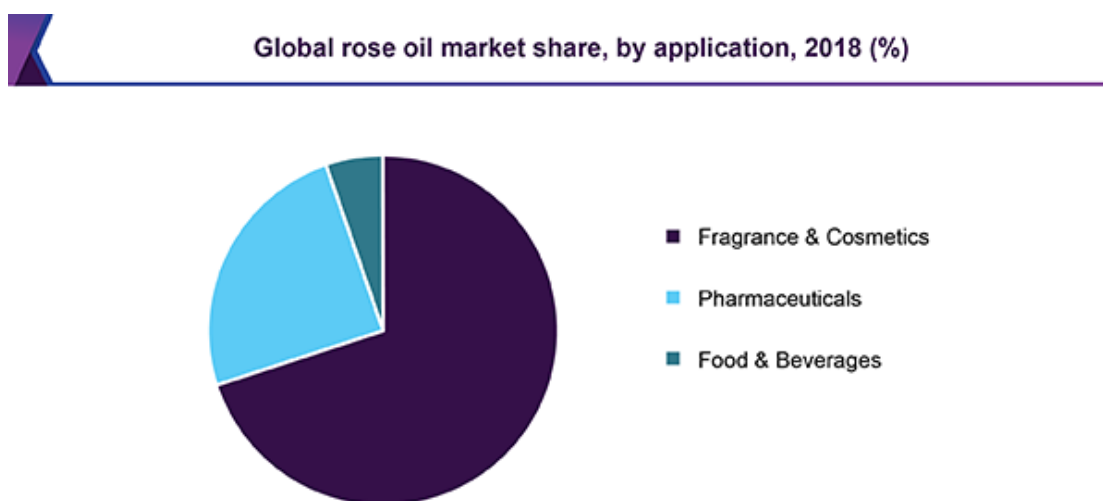
4.1. Παγκόσμια αγορά τριαντάφυλλου

Η παγκόσμια αγορά των προϊόντων τριαντάφυλλου καθοδηγείται από την όλο αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για τη χρήση φυσικών και βιολογικών προϊόντων έναντι τεχνητών. Οι κύριες ποικιλίες που παράγονται για το προϊόν αυτό είναι *Rosa Damascena* και *Rosa Centifolia*. Με ιδιαίτερη επικράτηση στους τομείς των καλλυντικών, αρωμάτων και της προσωπικής φροντίδας, το αιθέριο έλαιο τριαντάφυλλου σημειώνει σημαντικό ρυθμό ανάπτυξης λόγω των ωφέλιμων χαρακτηριστικών του. Συγκεκριμένα, το καταναλωτικό κοινό το επιλέγει για την καθημερινότητά του λόγω των αντισπασμωδικών, αντικαταθλιπτικών, αντιοξειδωτικών και αντιβακτηριδιακών ιδιοτήτων του ροδέλαιου καθιστώντας το μια αβλαβή και ασφαλή εναλλακτική λύση στα ομοιοπαθητικά φάρμακα. Το προϊόν προσφέρει επίσης ηρεμία και χαλάρωση χάρη στα ευχάριστα αρώματα του τριαντάφυλλου. Για αυτό η αγορά του ελαίου αυτού είναι ένα ποσοστό της οικονομίας που ολοένα και αυξάνεται. Ακόμα και την περίοδο της παγκόσμιας πανδημίας COVID-19, το μόνο που άλλαξε ήταν η αύξηση των αγορών του προϊόντος μέσω του διαδικτύου (IMARCGROUP).

Πέρα όμως από τους τομείς των καλλυντικών και αρωμάτων, η χρήση του ροδέλαιου απασχολεί αρκετά τους τομείς των τροφίμων και ποτών και εκείνο των φαρμάκων. Συνήθως χρησιμοποιείται λόγω του ευχάριστου αρώματος που προσφέρει καθώς δεν έχει καμία παρενέργεια στο δέρμα. Επιπλέον, το προϊόν λειτουργεί καλά ως συστατικό όταν αναμιγνύεται με άλλα αιθέρια έλαια που υπάρχουν στην αγορά. Για παράδειγμα, ο συνδυασμός ροδέλαιου και ελαίου λεβάντας παρέχει στους καταναλωτές μια υγιή ψυχική κατάσταση, μαζί με συναισθηματική και ψυχική ευεξία. (GRANDVIEWSEARCH).

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς ροδέλαιου φαίνεται να έχει αυξητική τάση. Συγκεκριμένα, η αγορά του ροδέλαιου αποτιμήθηκε σε 278,7 εκατομμύρια δολάρια το 2018 και 284 εκατομμύρια το 2020, καθώς εκτιμάται ότι θα επεκταθεί σε CAGR (Compound Annual Growth Rate) 6,9% για την περίοδο πρόβλεψης 2021-2026. Όμως, το βιολογικό ροδέλαιο είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο τμήμα σε σύγκριση με εκείνο του συμβατικού ελαίου ρόδου, επεκτείνοντας με CAGR 8,7% από το έτος 2019 έως το 2025. Το κλειδί της ανάπτυξης της αγοράς ροδέλαιου είναι η όλο αυξανόμενη δαπάνη των καταναλωτών για βιολογικά προϊόντα στον τομέα των καλλυντικών ιδίως στις

αναπτυσσόμενες χώρες. Λόγου χάρη, οι βιολογικές πιστοποιήσεις στο ροδέλαιο θα βοηθήσουν τους κατασκευαστές να στοχεύσουν μερικές από τις κορυφαίες μάρκες στη βιομηχανία βιολογικών καλλυντικών. Οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην αγορά ροδέλαιου είναι οι Ernesto Ventos SA, Alteya Organics, LLC και Firmenich International SA, Berje Inc., Ernesto Ventós S.A., Givaudan SA, International Flavors & Fragrances Inc., MANE SA, Robertet SA, Sigma-Aldrich Inc. (Merck KGaA) και Symrise (IMARCGROUP; GRANDVIEWSEARCH; EXPERTMARKETSEARCH).



Εικόνα 16: Απεικόνιση μεριδίου αγοράς αιθέριου ελαίου τριαντάφυλλου του κάθε τομέα που συμμετέχει στο εμπόριο. (Πηγή: GRANDVIEWSEARCH)

Όπως φαίνεται στην εικόνα 16, τα αρώματα και τα καλλυντικά κατείχαν το μεγαλύτερο μερίδιο στην πίτα. Αναλυτικότερα, το έτος 2018 ο τομέας των αρωμάτων και καλλυντικών κατείχε το 70,1% του market share. Η αύξηση των πωλήσεων αποδίδεται στην αυξανόμενη προτίμηση των καταναλωτών να χρησιμοποιούν αρώματα με νότες λουλουδιών και φρούτων. Η ανάπτυξη της αγοράς αρωμάτων υποστηρίζει και ενισχύει την ανάπτυξη αυτού του προϊόντος καθώς και παράγωγα αυτού ώστε να ικανοποιήσουν την ζήτηση. Κάποιες μάρκες πολυτελείας έχουν δημιουργήσει αρώματα με υφή τριαντάφυλλου για να προσελκύσουν κυρίως γυναίκες καταναλωτές, καθώς έχουν παραχθεί προϊόντα που μπορούν να φέρουν ευεξία στο χώρο του σπιτιού όπως κεριά, ξυλάκια και τζελ (GRANDVIEWSEARCH).

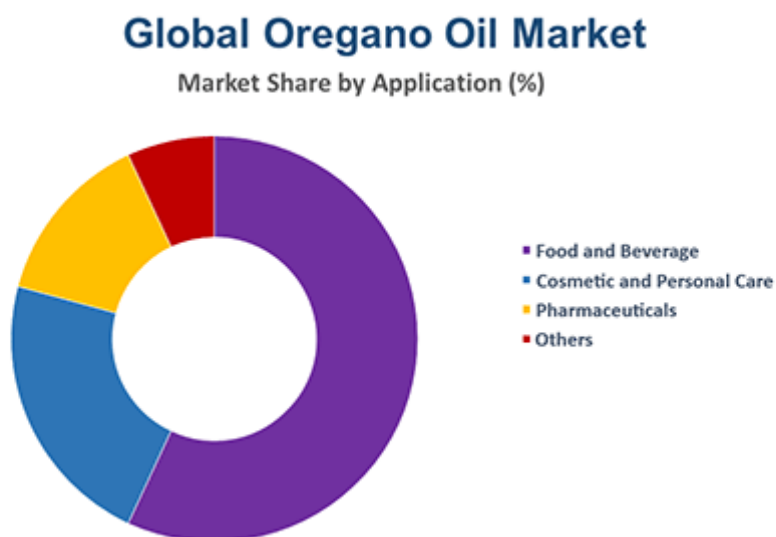
Το αμέσως επόμενο κομμάτι της πίτας είναι ο τομέας των φαρμάκων με CAGR 9,9% κατά την περίοδο πρόβλεψης. Η χρήση του ελαίου τριαντάφυλλου στη φαρμακοβιομηχανία αυξάνεται λόγω των αντιβακτηριακών, αντιδιαβητικών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του. Επιπλέον, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος έχει αυξήσει την αποδοχή του για τη σύνθεση φαρμακευτικών προϊόντων στην αγορά. Η παρουσία μιας σειράς χημικών ενώσεων στο έλαιο τριαντάφυλλου βοηθά στην τόνωση της επούλωσης και της ευεξίας του σώματος. Επιπλέον, το προϊόν βοηθά στην πρόληψη ορισμένων ασθενειών όπως η ακμή, οι καρδιακές παθήσεις, οι δερματικές παθήσεις, τα έλκη και ο καρκίνος, καθαρίζοντας το επίπεδο τοξινών στο σώμα. Επιπλέον, η αυξημένη χρήση του ροδέλαιου στη θεραπεία διαφόρων δερματικών προβλημάτων αναμένεται να αυξήσει τη ζήτησή του στην παγκόσμια αγορά (GRANDVIEWSEARCH).

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω, η παραγωγή του αιθέριου ελαίου αυτού έχει αρκετά σημαντική οικονομική σημασία για αυτό και υπάρχει πληθώρα κατασκευαστών στο κόσμο. Το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς το κατέχει η Ευρώπη με μερίδιο που υπολογίστηκε 40,2% το 2018 και 41% το 2019. Οι κορυφαίοι κατασκευαστές καλλυντικών της Ευρώπης σημειώνονται στη Γαλλία και στη Γερμανία, αλλά και στο Ηνωμένο Βασίλειο (GRANDVIEWSEARCH).

Από την άλλη, την μεγάλη εμφάνιση αύξησης μεριδίου αναμένεται να έχει η Ασία με CAGR 8,0% κατά την προβλεπόμενη περίοδο. Ο λόγος είναι γιατί η Ασία δραστηριοποιείται κυρίως στο κομμάτι της φαρμακευτικής χρήσης του ελαίου. Έτσι, η φαρμακοβιομηχανία στην Ασία για συνταγογραφούμενα φάρμακα και φάρμακα χωρίς ιατρική συνταγή αναπτύσσεται, γεγονός που θα επηρεάσει επίσης τις πωλήσεις αυτού του προϊόντος στην αγορά. Επιπλέον, η αύξηση της χρήσης φυτικών προϊόντων για διάφορα δερματικά προβλήματα οδηγεί στην αύξηση των πωλήσεων και της δραστηριότητας της Ασίας. Οι χώρες της ηπείρου που παίρνουν μέρος στην βιομηχανία του ρόδου είναι η Κίνα, η Αυστραλία, η Ινδία και η Ιαπωνία (GRANDVIEWSEARCH).

4.2. Παγκόσμια αγορά ρίγανης

Το πιο γνωστό προϊόν της ρίγανης πέρα από την ξηρή δρόγη είναι το αιθέριο έλαιο που παράγεται από το ανθοφόρο τμήμα του φυτού. Το οφέλη του ελαίου αυτού αξιοποιούνται τόσο από το τομέα της διατροφής, λόγω χάρη ως συμπλήρωμα διατροφής, όσο και από τους τομείς των καλλυντικών και της προσωπικής φροντίδας. Επίσης, η χρήση του ελαίου είναι γνωστή για την φαρμακευτική του δράση συμπεριλαμβανομένης της τοπικής θεραπείας για δερματικά προβλήματα όπως η ψωρίαση και το έκζεμα, ως στοματικό διάλυμα για τα βακτήρια και την κακοσμία του στόματος, για την καταπολέμηση βακτηρίων και την θεραπεία μυκητιασικών λοιμώξεων και ως εισπνευστικό για τη θεραπεία αναπνευστικών προβλημάτων όπως βρογχίτιδα και άσθμα (MARKETWATCH, 5/12/2022).



Εικόνα 17: Απεικόνιση μεριδίου παγκόσμιας αγοράς αιθέριου ελαίου ρίγανης του κάθε τομέα που συμμετέχει στο εμπόριο (Πηγή: EXPERTMARKETSEARCH)

Εξαιτίας της ιδιότητάς του ως φυσικό συντηρητικό λόγω της αντιμικροβιακής και αντιοξειδωτικής του δράσης, το αιθέριο έλαιο της ρίγανης χρησιμοποιείται σε ότι προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Όπως φαίνεται στην εικόνα 17, το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς στην αγορά του ριγανέλαιου κατέχει ο τομέας των τροφίμων και ποτών. Η βιομηχανία τροφίμων και ποτών έχει ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση του φυτού αυτού είτε ως μορφή ελαίου αλλά και ως μπαχαρικό αφενός λόγω του οικείου αρώματος και της γεύσης, αφετέρου λόγω της λιγότερης προσθήκης χημικών συντηρητικών στα προϊόντα, το

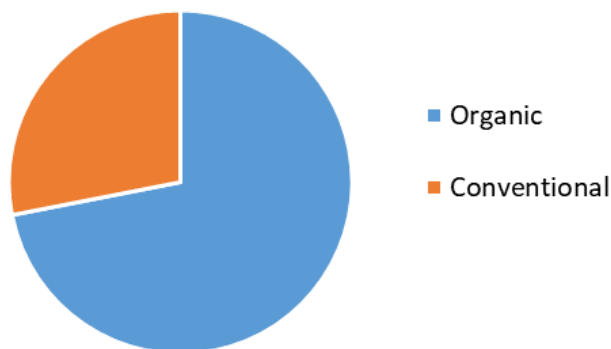
οποίο έχει τόσο οικονομικό όφελος στην βιομηχανία όσο και όφελος υγείας του καταναλωτή. Στην συνέχεια, το ακριβώς επόμενο μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς στην αγορά του ελαίου είναι οι τομείς των καλλυντικών και της προσωπικής φροντίδας. Συγκεκριμένα στον τομέα της αρωματοθεραπείας, το αιθέριο έλαιο ρίγανης χρησιμοποιείται συχνά λόγω της αντιμυροβιακής του δράσης. Αυτή του η δράση οφείλεται στην ποσότητα των φαινολικών (κυρίως της καρβακρόλης και της θυμόλης) που υπάρχει στα φύλλα του φυτού και είναι αυτό που το κάνει πιο αποτελεσματικό σε σχέση με άλλα βότανα (MAXIMIZESEARCH, 7/2022).

Αν και με την πανδημία του ιού COVID-19, η αλυσίδα εφοδιασμού ήρθε αντιμέτωπη με πολλά εμπόδια, η ζήτηση του ελαίου δεν φάνηκε να μειώσει λιανικές πωλήσεις λόγω της αύξησης των διαδικτυακών πωλήσεων κατά τη διάρκεια των lockdown. Συγκεκριμένα, η παγκόσμια αγορά ελαίου ρίγανης αποτιμήθηκε σε 8,6 δισεκατομμύρια δολάρια το έτος 2020, προβλέπεται να φτάσει σε αναθεωρημένο μέγεθος 14 δισεκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το 2027, αυξάνοντας με CAGR 7,2% σε σχέση με το περίοδο ανάλυσης 2020-2027. Αντίθετα, το ύψος της αγοράς το έτος 2021 εκτιμήθηκε ότι έφτασε στα 10,63 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2021 και αναμένεται να φτάσει τα 17,6 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2029, παρουσιάζοντας CAGR 6,5% κατά την περίοδο πρόβλεψης 2022-2029 και να διατηρεί το δείκτη CAGR σταθερό και για την επόμενη περίοδο πρόβλεψης (2023-2030) (MAXIMIZESEARCH, 7/2022 ; RESEARCHMARKETS.COM, 10/2022; EXPERTMARKETSEARCH.COM)

Το αιθέριο έλαιο ρίγανης κινείται στην αγορά υπό δυο τύπους: το συμβατικό και το οργανικό. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 18, το μερίδιο αγοράς του οργανικού ελαίου ρίγανης είναι εμφανώς πολύ μεγαλύτερο από εκείνο του συμβατικού και αυτό οφείλεται στην αυξανόμενη συνείδηση για την υγεία και η προτίμηση των ατόμων για φυσικές και φυτικές θεραπείες. Βάση δεδομένων, το βιολογικό σημειώθηκε να κατέχει το 60% του μεριδίου αγοράς το έτος 2021, ενώ για την περίοδο πρόβλεψης 2020-2027 εκτιμήθηκε ότι το βιολογικό έλαιο θα καταγράψει 8,4% CAGR σε αντίθεση με το συμβατικό που θα αναπροσαρμοστεί σε 4% CAGR. Οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην αγορά του ελαίου ρίγανης είναι οι Mountain Rose Herbs Essential Oils, Prime Natural Essential Oils, Plant Therapy Essential Oils, Aura Cacia Essential Oils, Plant Guru Essential Oils, Kis Oils, Rocky Mountain Oils, Healing Solutions Essential Oils, Fabulous Frennie Essential Oils, AOS Products, CG Herbals, Baltik Junior Doo Beograd, doTERRA International LLC, Natural Factors, Inc., Nature's Way Products, LLC., NHR Organic Oils, North

American Herb and Spice, Now Health Group, Inc., Plant Therapy Essential Oils και Young Living Essential Oils (MAXIMIZE MARKETSEARCH, 7/2022 ; RESEARCH AND MARKETS, 10/2022).

Oregano Oil Market, by Source (in 2021)



Εικόνα 18: Απεικόνιση μεριδίου παγκόσμιας αγοράς του κάθε τύπου εμπορικού προϊόντος του αιθέριου ελαίου (Πηγή: MAXIMIZE MARKETSEARCH, 7/2022)

Οι χώρες που δραστηριοποιούνται στο εμπόριο αιθέριου ελαίου ρίγανης είναι οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, το Μεξικό, η Βραζιλία, η Αργεντινή και η υπόλοιπη Νότια Αμερική, Γερμανία, Σουηδία, Πολωνία, Δανία, Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ολλανδία, Ελβετία, Βέλγιο, Ρωσία, Ιταλία, Ισπανία, Τουρκία, Υπόλοιπη Ευρώπη σε Ευρώπη, Κίνα, Ιαπωνία, Ινδία, Νότια Κορέα, Σιγκαπούρη, Μαλαισία, Αυστραλία, Ταϊλάνδη, Ινδονησία, Φιλιππίνες, Υπόλοιπο Παγκόσμιο (APAC) στον κόσμο (APAC), Σαουδική Αραβία, ΗΑΕ, Νότια Αφρική, Αίγυπτος, Ισραήλ, Υπόλοιπο Η Μέση Ανατολή και η Αφρική. (DATABRIDGE MARKETSEARCH).

Από αυτές τις χώρες το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς έχει η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική. Οι μεν καταναλωτές της Ευρώπης ενδιαφέρονται για προϊόντα που είναι ευεργετικά για την υγεία τους ενώ η δε Βόρεια Αμερική φαίνεται να χρησιμοποιεί τα οφέλη του ελαίου σε όλους τους τομείς με ιδιαίτερη προτίμηση σε αυτόν των τροφίμων και των ποτών. Στην συνέχεια ακολουθούν οι χώρες της Ασίας-Ειρηνικού λόγω της αυξανόμενης χρήσης του ριγανέλαιου σε φάρμακα και αρωματοθεραπεία. Ως προς το δείκτη αγοράς, το έτος 2020 οι ΗΠΑ πέτυχαν κέρδη ύψους 2,4 δισεκατομμυρίων δολαρίων στην αγορά ριγανέλαιου, ενώ στην Ευρώπη μόνο στην περίπτωση της Γερμανίας προβλέπεται να αναπτυχθεί σε περίπου 4,1% CAGR. Στην συνέχεια, η Κίνα

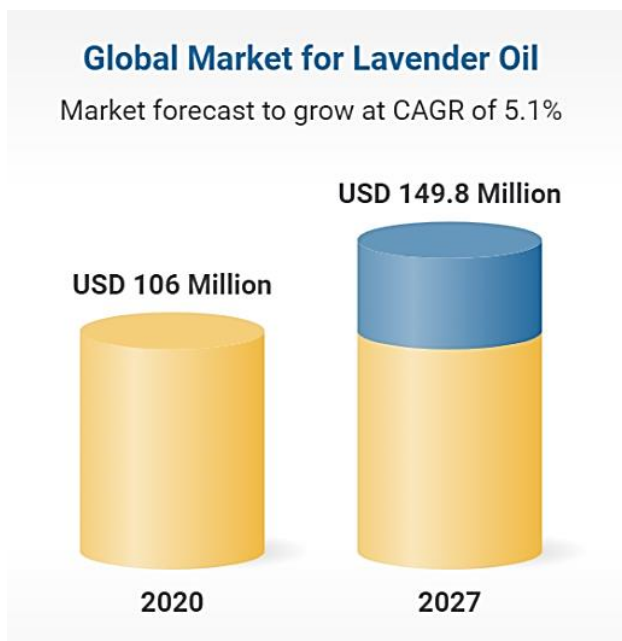
προβλέπεται να φτάσει τα 3,1 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το έτος 2027, ακολουθώντας ένα CAGR 12,5%. Μεταξύ των άλλων αξιοσημείωτων γεωγραφικών αγορών, η Ιαπωνία και ο Καναδάς προβλέπεται να αναπτυχθούν κατά 3,2% και 7,2% αντιστοίχως έως το 2027 (EXPERTMARKETSEARCH ; DATABRIDGEMARKETSEARCH ; RESEARCHANDMARKETS, 10/2022).

4.3. Παγκόσμια αγορά λεβάντας

Η λεβάντα έχει καθορισμένη θέση στο χώρο της αγοράς εδώ και πολλά χρόνια με κρδοφόρα αποτελέσματα συμμετέχοντας σημαντικά στην παγκόσμια οικονομία. Τα προϊόντα που προέρχονται από την λεβάντα και τα οποία διακινούνται στο εμπόριο είναι το απόλυτο, το συμπυκνώματα (100% αγνό έλαιο λεβάντας) και χαρμάνια, με τον πρωταγωνιστή στις πωλήσεις να είναι το αιθέριο έλαιο. Το αιθέριο λεβάντας είναι ένα εκχύλισμα από το φυτό *Lavandula angustifolia* ή *Lavandula officinalis*. Αποτελεί ένα από τα ακριβά εκχυλίσματα που διατίθενται παγκοσμίως και αξιοποιείται σε τομείς όπως βιομηχανία τροφίμων και ποτών, καλλυντικών και προσωπικής φροντίδας και φαρμακευτικών βιομηχανιών, για την επεξεργασία των προϊόντων τους. Με τον τομέα της προσωπικής φροντίδας να έχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς, η ζήτηση της λεβάντας από τον φαρμακευτικό τομέα αυξάνεται ολοένα και περισσότερο λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η χρήση του στη θεραπεία παθήσεων, όπως ο διαβήτης, το κοινό κρυολόγημα και ο βήχας, καθώς και κατά της αϋπνίας, κατά του εκζέματος και κατά της ναυτίας. Φαίνεται ότι η χρήση του ανακουφίζει από το άγχος και το στρες και τονώνει το ανοσοποιητικό σύστημα.(GLOBENEWSWIRE, 29/3/2022; FUTUREMARKETINGSIGHTS)

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς του ελαίου λεβάντας φαίνεται να έχει όλο και περισσότερες αυξητικές τάσεις, ακόμα κι αν το επιχειρηματικό τοπίο άλλαξε λόγω της πανδημίας του COVID-19. Πιο αναλυτικά, η παγκόσμια αγορά λεβάντας εκτιμήθηκε 98,9 εκατομμύρια δολάρια το έτος 2019 με CAGR of 4.8% για την περίοδο πρόβλεψης 2021-2026 και εκτιμώντας ότι θα φτάσει στα 138 εκατομμύρια μέχρι το τέλος του 2026. Όμως, το έτος 2020 το ύψος της παγκόσμιας αγοράς λεβάντας έφτασε τα 106 εκατομμύρια δολάρια αυξάνοντας έτσι και το δείκτη CAGR 5,1% αναθεωρώντας την εκτίμηση του μεγέθους προβλέποντας ότι θα φτάσει τα 149,8 εκατομμύρια δολάρια έως το τέλος του 2027. Το κλειδί σε αυτή την αύξηση είναι η ζήτηση του καταναλωτικού κοινού για

βιολογικά προϊόντα προκειμένου να θωρακίσει το ανοσοποιητικό του σύστημα και να επενδύσει στην προσωπική φροντίδα. Οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην αγορά του ελαίου λεβάντας είναι Select Competitors (Total 46 Featured) -Alteya Organics, Biolandes, doTERRA International LLC, Enio Bonchev Production Ltd., Ernesto Ventos S.A., Essential Oils of New Zealand Ltd, H. Reynaud & Fils, RKL Ltd, Sydney Essential Oil Co. (SEOC) και The Lebermuth Company, Inc. (GLOBENEWSWIRE, 29/3/2022; RESEARCANDMARKETS, 8/2022).



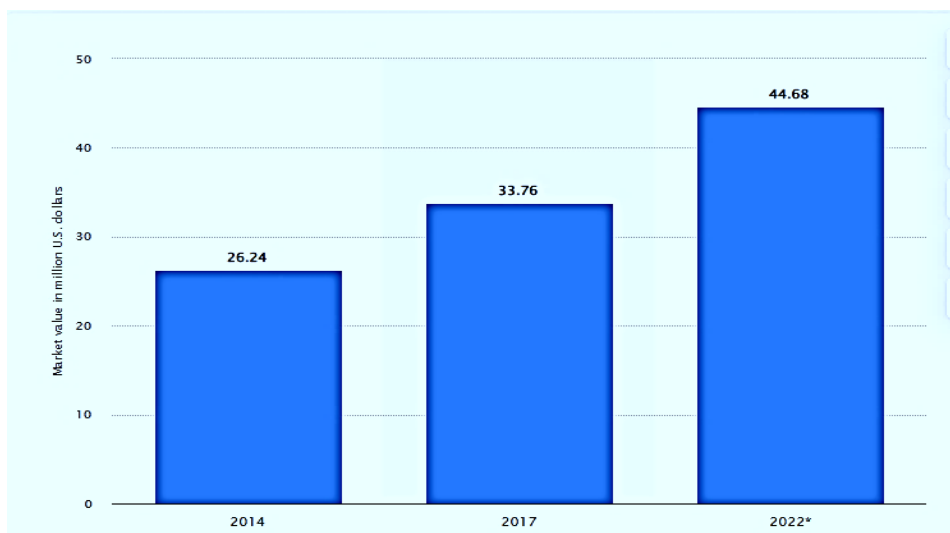
Εικόνα 19: Παγκόσμια αγορά ελαίου λεβάντας (Πηγή: GLOBENEWSWIRE, 29/3/2022)

Η προσωπική φροντίδα κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς του ελαίου λεβάντας κατέχοντας άνω του 34% το 2016. Βάση των πιο πρόσφατων δεδομένων, προβλέπεται να καταγράψει CAGR 6% και να φτάσει τα 61,6 εκατομμύρια δολάρια μέχρι το τέλος της περιόδου ανάλυσης 2020-2027. Η αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα περιποίησης σε συνδυασμό με τις αυξανόμενες δερματικές παθήσεις αποτελεί τον κινητήριο τροχό της ανοδικής πορείας της λεβάντας. Οπότε, δεύτερο στη σειρά έρχεται ο τομέας των θεραπευτικών φαρμάκων που αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 25% της παγκόσμιας αγοράς λαδιού λεβάντας το 2016, με CAGR 6,0% για την περίοδο πρόβλεψης 2016-2024. Με βάση τωρινά δεδομένα, στο τμήμα της αρωματοθεραπείας, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Ιαπωνία, η Κίνα και η Ευρώπη θα οδηγήσουν το 5,1% CAGR τη περίοδο 2020-2027. Το συνολικό μέγεθος αγοράς από όλες τις προαναφερόμενες χώρες εκτιμάται στα 15,9 εκατομμύρια δολάρια το έτος 2020 και εκτιμάται ότι θα φτάσει 21,9 εκατομμύρια

δολάρια μέχρι το τέλος του 2027. Γενικότερα, τα θεραπευτικά προϊόντα αναμένεται να παρουσιάσουν σημαντική ανάπτυξη λόγω της ανάγκης για παραγωγή και χρήση προϊόντων αγνών από χημικά σκευάσματα. Τα κύρια χαρακτηριστικά που κάνουν το έλαιο λεβάντας να ξεχωρίζει είναι οι ευεργετικές επιδράσεις του ως αντιβακτηριδιακό και αντιμυκητιακό διάλυμα (PERSISTENCEMARKETSEARCH, 4/2022; RESEARCANDMARKETS, 8/2022).

Πολλές είναι οι χώρες που διεκδικούν το μερίδιο τους στην αγορά της λεβάντας. Πιο αναλυτικά, οι χώρες είναι οι ΗΠΑ, Καναδάς, Μεξικό και από Νότια Αμερική (κυρίως Βραζιλία), από Ευρώπη η Γερμανία, Γαλλία, Ιταλία, Ρωσία, Τουρκία, Βουλγαρία, Ενωμένο Βασίλειο, στη συνέχεια Κίνα, Ιαπωνία, Αυστραλία, Ινδία, Ινδονησία, Ταϊλάνδη, Φιλιππίνες, Μαλαισία και Βιετνάμ και τέλος Αίγυπτος και GCC χώρες (Gulf Cooperation Council - Συμβούλιο Συνεργασίας του Κόλπου).

Τα δεδομένα έδειξαν ότι, η αγορά ελαίου λεβάντας στις ΗΠΑ εκτιμάται σε 28,7 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το έτος 2020. Στη συνέχεια, η Κίνα προβλέπεται να φτάσει στο ύψος των 31,2 εκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το έτος 2027. Μεταξύ των άλλων αξιοσημείωτων γεωγραφικών αγορών είναι η Ιαπωνία και ο Καναδάς, καθεμία από τις οποίες προβλέπεται να αναπτυχθεί κατά 2,7% και 4,6% για την περίοδο 2020-2027. Εντός της Ευρώπης, η Γερμανία προβλέπεται να αναπτυχθεί σε περίπου 3,2% CAGR. Ακόμα, η Ευρώπη έχει την Βουλγαρία, που αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγός λεβάντας. Μόνο στον τομέα της προσωπικής φροντίδας, η Ευρώπη σημείωσε 12 εκατομμύρια δολάρια το 2016, ενώ στο θεραπευτικό τμήμα σημείωσε 7,5 εκατομμύρια δολάρια το 2016. Με επικεφαλής χώρες όπως η Αυστραλία, η Ινδία και η Νότια Κορέα, η αγορά στην Ασία-Ειρηνικό προβλέπεται να φτάσει τα 19,9 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ μέχρι το έτος 2027. Γενικά, το κλίμα στην Ευρώπη και την περιοχή Ασίας-Ειρηνικού είναι κατάλληλο για την παραγωγή ποιοτικού λαδιού λεβάντας αφού προσφέρει τις καλύτερες συνθήκες για ανάπτυξη και καλλιέργεια, για αυτό τα αιθέρια έλαια που παράγονται σε αυτές τις ηπείρους έχουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά (GLOBENEWSWIRE, 29/3/2022; PERSISTENCEMARKETSEARCH, 4/2022; RESEARCANDMARKETS, 8/2022).



Εικόνα 20: Παγκόσμια αξία αγοράς αιθέριου ελαίου λεβάντας (Πηγή: STATISTA, 2/2/2022)

Σύμφωνα με το στατιστικό ιστότοπο Statista, η αξία της αγοράς αιθέριου ελαίου λεβάντας αυξάνεται ολοένα και ταχύτερα παγκοσμίως. Πιο ειδικά, η αξία του αιθέριου ελαίου παγκοσμίως ανήλθε στα 33,76 εκατομμύρια δολάρια το έτος 2017, καθώς αυξήθηκε κατά 7,52 εκατομμύρια αξία πωλήσεων από το έτος 2014, με πρόβλεψη να φτάσει 44,68 εκατομμύρια δολάρια το έτος 2022. Μόνο για την περίπτωση της Γαλλίας, η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση του προϊόντος αύξησε και την ετήσια παραγωγή του δεδομένου ότι σημειώθηκε περισσότερη παραγωγή λεβάντας κατά 38 τόνους το 2018 σε σχέση με το έτος 2012 που παράχθηκαν συνολικά 53 τόνους (STATISTA, 2/2/2022).

4.4. Εθνική παραγωγή των τριών αρωματικών φυτών

Πίνακας 1: Ετήσια παραγωγή τριαντάφυλλου, ρίγανης και λεβάντας στην Ελλάδα για το έτος 2018 (<http://www.minagric.gr/>)

	Ρίγανη	Λεβάντα	Τριαντάφυλλο		Ρίγανη	Λεβάντα	Τριαντάφυλλο
Έβρος	1,0	5,0	1,0	Ζάκυνθος	0,1	0,0	0,0
Δράμα	6,3	15,4	0,0	Κεφαλληνία	1,1	0,2	0,0
Ροδόπη	20,0	57,1	24,9	Αιτωλοακαρνανία	64,5	2,4	0,0
Ξάνθη	1,8	0,8	0,0	Αχαΐα	6,8	0,0	2,7
Καβάλα	6,9	0,5	0,0	Ηλεία	2,3	4,0	0,5
Σέρρες	80,0	135,0	0,4	Φθιώτιδα	91,4	44,0	0,0
Θεσσαλονική	11039,8	407,5	1,6	Εύβοια	60,0	1,0	0,0
Πέλλα	7,0	2,2	0,1	Βοιωτία	57,3	66,6	0,0
Περίαι	77,4	11,0	0,5	Φοκίδα	0,3	0,0	0,0
Χαλκιδική	215,1	191,2	3,9	Ευρυτανία	1,2	0,0	0,0
Κικλίο	651,3	140,1	2,6	Αττική	30,0	20,0	40,0
Ημαθία	13,2	4,5	0,2	Αρκαδία	42,0	1,2	1,4
Κοζάνη	140,0	920,0	44,0	Λακωνία	3,0	1,1	0,0
Γρεβενά	17,0	780,0	11,0	Μεσσηνία	8,0	0,4	0,9
Καστοριά	12,5	26,6	231,6	Αργολίδα	1,7	0,3	0,0
Φλώρινα	19,0	53,0	0,6	Κορινθία	7,9	0,8	0,1
Ιωάννινα	35,0	7,0	1,1	Σάμο	0,4	2,0	0,0
Πρέβεζα	1,5	120,0	0,4	Χίο	0,8	0,4	0,5
Θεσπρωτία	12,1	35,0	0,0	Λέσβο	5,0	0,1	0,3
Άρτα	73,0	0,0	0,0	Δωδεκάνησα	1,1	0,7	0,0
Λάρισα	1435,0	92,0	1,0	Κυκλάδε	6,4	0,1	0,1
Τρίκαλα	31,2	7,8	0,0	Λασιθί	1,3	0,3	0,6
Καρδίτσα	70,0	1,0	1,2	Ρέθυμνο	2,0	2,1	0,0
Μαγνησία	675,0	35,0	0,0	Χανία	3,0	0,4	0,0
Λευκάδα	90,0	0,0	0,0	Ηράκλειο	5,3	0,4	0,0
Κέρκυρα	0,2	0,0	0,0				

Ο παραπάνω πίνακας απεικονίζει την έκταση των στρεμμάτων στα οποία καλλιεργούνται τα φυτά που αναλύθηκαν προηγουμένως ανά ελληνική πόλη το έτος 2018 σύμφωνα με τα δεδομένα που αναρτά το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Συνολική καλλιεργούμενη γη στη περίπτωση της ρίγανης είναι 15134,2 στρέμματα, στη περίπτωση της λεβάντας 3196 στρέμματα και στη περίπτωση του τριαντάφυλλου 373,1 στρέμματα, με την εξαίρεση ότι στη τιμή της συνολικής έκτασης των τριαντάφυλλων συνυπολογίζονται και εκείνα που προορίζονται για το εμπόριο ανθέων.

Η Ελλάδα σημειώνει σημαντική δραστηριότητα στο εμπόριο τριαντάφυλλου με αυξητική πορεία. Συγκεκριμένα, η ποσότητα αγοράς τριαντάφυλλου το έτος 2019 ήταν 128 τόνοι, ποσότητα που σημείωσε μεταβολή 14,3% παραπάνω από εκείνη που σημειώθηκε το 2018. Στη συνέχεια, η Ελλάδα αύξησε το ποσοστό της εξαγόμενης

ποσότητας κατά 47,13% μεταξύ 2017 και 2019. Γενικά, η ετήσια αύξηση της αξίας των ελληνικών τριαντάφυλλων μεταξύ 2015 και 2019 ήταν 19% ετησίως, ενώ η ετήσια αύξηση σε ποσότητα για την ίδια περίοδο ήταν 15%, ετησίως (SELINAWAMUCII).

Στην περίπτωση της λεβάντας, οι ελληνικές καλλιέργειες του βοτάνου αυτού ξεκίνησαν το 2010 με λιγότερα από 30 στρέμματα. Σήμερα, όπως φαίνεται στον πίνακα 1, τα χωράφια έχουν εξαπλωθεί σε περισσότερα από 3.000 στρέμματα, κυρίως στην περιοχή της Κοζάνης στη Μακεδονία (GREECE IS,20/7/2022). Ακολουθώντας τις αρμόζουσες τεχνικές φύτευσης, μπορούν να παραχθούν από 1.400 έως 2.400 φυτά ενώ το ξηρό βάρος (συλλογή μόνο της ταξιανθίας) εξαρτάται από το έτος παραγωγής. Βάση της γραμμικής σχέσης της απόδοσης με το έτος παραγωγής, η απόδοση σε χλωρό βάρος τον πρώτο χρόνο κυμαίνεται 50-100 κιλά ανά στρέμμα, τον δεύτερο 200-250 κιλά ανά στρέμμα και τον τρίτο 300-350 κιλά ανά στρέμμα. Πλήρη παραγωγή σημειώνεται τον τέταρτο χρόνο (400-500 κιλά ανά στρέμμα), ενώ η απόδοση σε ξηρό βάρος είναι μεταξύ 35-45 κιλών ανά στρέμμα. Υπάρχει επίσης διαφορά στην τιμή πώλησης της βιολογικής έναντι της συμβατικής. Όπως είναι λογικό, η τιμή της βιολογικής λεβάντας φτάνει τα 11,5 ευρώ, ενώ η τιμή της "συμβατικής" αποξηραμένης λεβάντας δεν ξεπερνά τα 3,5 ευρώ το κιλό. Να σημειωθεί ότι η τιμή πώλησης της βιολογικής λεβάντας στις αγορές του εξωτερικού είναι σημαντικά υψηλότερη όταν η λεβάντα πληροί τα ποιοτικά κριτήρια (CAPITALINVEST).

Τέλος, η ρίγανη σημειώνει τις υψηλότερες στρεμματικές αποδόσεις, που επιτυγχάνονται την δεύτερη και τρίτη χρονιά. Κατά μέσο όρο στα ξηρικά χωράφια οι αποδόσεις κυμαίνονται μεταξύ 180-200 κιλά στο στρέμμα, ενώ στα ποτιστικά μπορεί να φτάσουν και στα 300 κιλά το στρέμμα, κατά την δεκαπενθήμερη περίοδο ανθοφορίας του βοτάνου. Η απόδοση σε χλωρή μάζα είναι τα 300-400 κιλά ανά στρέμμα που αντιστοιχεί σε 100-150 κιλά ξηρό βάρος ανά στρέμμα την χρονιά που σημειώνεται πλήρης παραγωγή (CAPITALINVEST). Σχετικά με την οικονομική απόδοση, τα έσοδα ανά στρέμμα είναι δυνατόν να ξεκινούν από 400 ευρώ και μπορούν να ξεπεράσουν τα 1.000 ευρώ, όταν η καλλιέργεια είναι πιστοποιημένη βιολογικά. Αντίστοιχα, η τιμή της ξηρής δρόγης κυμαίνεται από 1,8 ευρώ έως 2,3 ευρώ το κιλό εάν προέρχεται από συμβατική καλλιέργεια, ενώ εάν προέρχεται από βιολογική καλλιέργεια η τιμή της είναι υψηλότερη και βρίσκεται μεταξύ 5-6 ευρώ το κιλό (Οικονομικός Ταχυδρόμος, 6/10/2021).

Η ποιότητα της ρίγανης καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το συστατικό καρβακρόλη που βρίσκεται στο αιθέριο έλαιο. Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο

είναι δυνατόν να φτάσει μέχρι και 7% ενώ η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη κυμαίνεται από 60 έως 90% εάν έχουν εφαρμοστεί σωστά οι καλλιεργητικές τεχνικές. Στην Ελλάδα, η λιανική τιμή πώλησης ενός φιαλιδίου των 10 ml είναι 7-12 ευρώ (AGROTYPOS, 12/2/2020).

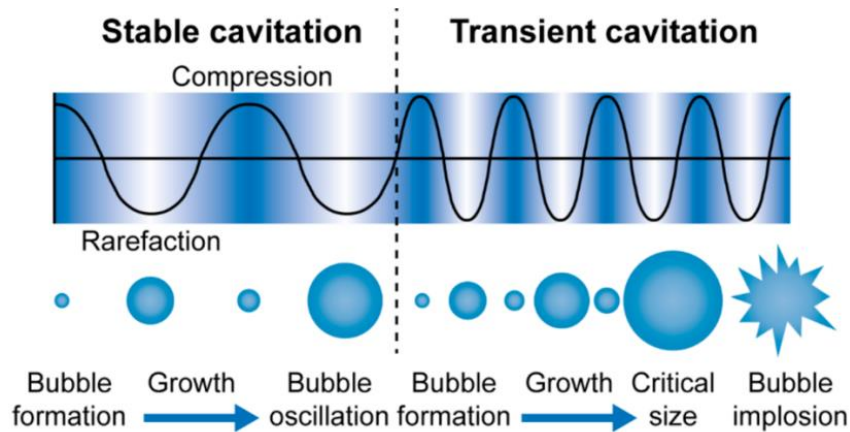
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

5.1. Εκχύλιση με υπερήχους (Ultrasound Assisted Extraction)

Η μέθοδος εκχύλισης των συστατικών των στερεών αποβλήτων από την απόσταξη των αρωματικών φυτών που επιλέχθηκε είναι αυτή με την χρήση υπερήχων. Σε σύγκριση με άλλες μη συμβατικές τεχνικές (όπως η εκχύλιση με τη βοήθεια των μικροκυμάτων, με υπερκρίσιμα ρευστά, με υποκρίσιμο ρευστό, κατ' αντιρροή, με ζύμωση και με παλμικά ηλεκτρικά πεδία) χρησιμοποιείται φθηνότερος εξοπλισμός και είναι ευκολότερη στη χρήση. Πιο συγκεκριμένα (Λαμπούσης, 2022) :

- χρησιμοποιεί φθηνότερο εξοπλισμό,
- είναι εύκολη και γρήγορη στη χρήση,
- είναι αποτελεσματική και επιλεκτική μέθοδος στην εκχύλιση φανολικών οξέων,
- μη ενεργοβόρα
- δεν χρησιμοποιεί υψηλές θερμοκρασίες δίνοντας έτσι τη δυνατότητα χρήσης της για εκχύλιση θερμοευαίσθητων ενώσεων.

Η τεχνική βασίζεται κυρίως στο φαινόμενο της ακουστικής σπηλαιώσης (acoustic cavitation). Οι υπερήχοι αποτελούν κύματα υψηλών συχνοτήτων όπου κατά την διέλευσή τους στο μέσο δημιουργούν περιοχές υψηλών και χαμηλών πιέσεων, προκαλώντας αποδόμηση του μέσου και σχηματισμό μικροφουσαλίδων αερίου και ατμού (Εικόνα 21). Στην ουσία, προκαλείται ρήξη των κυτταρικών τοιχωμάτων και η απελευθέρωση του κυτταρικού περιεχομένου. Γενικά, το φάσμα χωρίζεται σε δυο ζώνες: της υψηλής (20 kHz- 1 MHz) και της χαμηλής έντασης (μεγαλύτερη του 1 MHz), με το διάστημα 20-100 kHz να χρησιμοποιείται για την παραλαβή βιοδραστικών ουσιών. Το μέσο διάδοσης των κυμάτων μπορεί να είναι στερεό, υγρό ή αέριο (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021).



Εικόνα 21: Το φαινόμενο της σπηλαιώσης. (Πηγή: Λαμπούσης, 2022).

Η συνεργασία των φυσικών δυνάμεων των υπερήχων με τον διαλύτη διευκολύνει στην ρήξη της κυτταρικής μεμβράνης. Αυτό επιτυγχάνει την αύξηση του ρυθμού μεταφοράς μάζας με την ανάμιξη του διαλύτη και του εσωτερικού των κυττάρων. Με αυτό τον τρόπο, σε σύντομο χρονικό διάστημα, με χαμηλό κόστος και σε όχι υψηλές θερμοκρασίες, οι υπέρηχοι μπορούν να βοηθήσουν ώστε να παραληφθούν αποτελεσματικά φαινολικές ενώσεις, καθιστώντας εφικτή επιλογή σε βιομηχανική κλίμακα. Γενικά, το μέγεθος των φυσαλίδων έχουν αντιστρόφως ανάλογη σχέση με την συχνότητα. Συγκεκριμένα, όσο χαμηλότερες συχνότητες (20-40kHz) εφαρμόζονται τόσο μεγαλύτερης διαμέτρου φυσαλίδες σχηματίζονται. (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021).

Υπάρχουν δυο συστήματα υπερήχων (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021):

- το λουτρό υπερήχων: στο σύστημα αυτό, το δείγμα (στερεό ή ρευστό) διασκορπίζεται στον διαλύτη απευθείας στην ατσάλινη δεξαμενή ή μέσα σε φιάλη βυθισμένη στην ατσάλινη δεξαμενή γεμάτη με άλλο μέσο διάδοσης, ενώ η δεξαμενή είναι απευθείας συνδεδεμένη με την πηγή κυμάτων.
- τον αισθητήρα (probe) (Εικόνα 22): η πηγή των κυμάτων (αισθητήρας) είναι βυθισμένη απευθείας μέσα



Εικόνα 22: Αισθητήρας (probe) υπερήχων. Όργανο εκχύλισης

στην φιάλη που περιέχει το μίγμα διαλύτη και δείγματος.

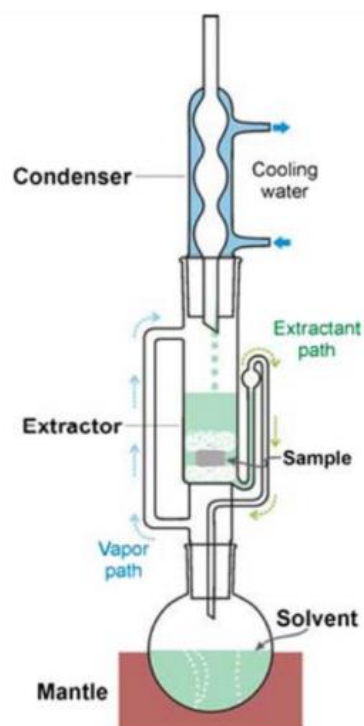
Για την ανάκτηση φαινολών, ως διαλύτες προτιμώνται οι αλκοόλες και η ακετόνη αραιωμένη με νερό. Η αιθανόλη προτιμάται λόγω μικρού κόστους και επειδή είναι γενικώς αναγνωρισμένη ως ασφαλής διαλύτης. Αύξηση της θερμοκρασίας βελτιώνει την απόδοση λόγω αύξησης της διαλυτότητας της βιοδραστικής ουσίας και μείωσης του ιξώδους του διαλύτη επιτρέποντας ευκολότερη διείσδυση στα κύτταρα (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021).

Στη παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας υπερήχων για τα στερεά παραπροϊόντα των αρωματικών φυτών, τα οποία πρώτα λυοφιλοποιήθηκαν για την αποτελεσματικότερη ανάκτηση των φαινολικών ενώσεων. Επίσης, ως διαλύτες χρησιμοποιήθηκαν το νερό και η αιθανόλη για τους λόγους που σημειώθηκαν παραπάνω.

5.2. Εκχύλιση με μέθοδο Soxhlet

Η μέθοδος Soxhlet είναι μια άλλη μέθοδος εκχύλισης που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή προκειμένου να προσδιοριστεί το ποσοστό των φαινολικών ενώσεων που εμπλούτισε το μανιτάρι και αφαιρέθηκε από το υγρό απόβλητο του αρωματικού φυτού κατά την διαδικασία της οσμωτικής αφυδάτωσης. Επί της ουσίας, στη μέθοδο αυτής εκχύλισης γίνεται μια διαδικασία μεταφοράς μάζας η οποία περιλαμβάνει την απομάκρυνση του επιθυμητού συστατικού από το στερεό υλικό χρησιμοποιώντας οργανικό διαλύτη ικανό να διαλύσει την επιθυμητή ουσία. Το στερεό υλικό τεμαχίζεται σε πολύ μικρά κομμάτια και στη συνέχεια εμβαπτίζεται και αφήνεται σε συγκεκριμένη ποσότητα διαλύτη. Ο χρόνος και η επιλογή κατάλληλου διαλύτη που θα μείνει το δείγμα είναι μείζονος σημασία για την ανάκτηση των επιθυμητών συστατικών (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021).

Η μέθοδος εκχύλισης Soxhlet βασίζεται στο νόμο διάχυσης του Fick. Στη μέθοδο αυτή, ο διαλύτης και το στερεό δείγμα είναι σε συνεχόμενη επαφή, όπου γίνεται μεταφορά φαινολικών από το υλικό με την υψηλότερη



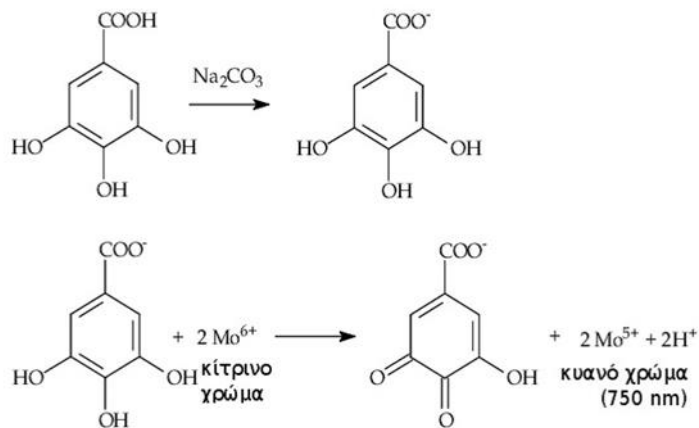
Εικόνα 23: Απεικόνιση εξοπλισμού για την μέθοδο εκχύλισης Soxhlet (Πηγή: Dabbs, et al., 2006)

(δείγμα) σε αυτό με την χαμηλότερη συγκέντρωση (διαλύτης). Μετά το πέρας του απαραίτητου χρόνου, ο εμπλουτισμένος διαλύτης τοποθετείται στον εκχυλιστήρα (σφαιρική φιάλη τοποθετημένη σε θερμαντικό μανδύα με προσαρτημένο οριζόντιο θάλαμο εκχύλισης και ψυκτήρα στο επάνω μέρος της) μέχρι να εξατμιστεί τελείως και γίνει παραλαβή του εκχυλίσματος (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021).

Κατά την επαφή πραγματοποιείται εκχύλιση σε θερμοκρασία παραπλήσια με τη θερμοκρασία συμπύκνωσης του διαλύτη. Το μίγμα διαλύτη και εκχυλίσματος συσσωρεύεται στον θάλαμο έως ότου φτάσει στην κορυφή του σιφωνίου όπου και αναρροφάται και επιστρέφει στη φιάλη απόσταξης. Έπειτα ο διαλύτης εξατμίζεται εκ νέου και επαναλαμβάνεται η διαδικασία ενώ το εκχύλισμα παραμένει στη φιάλη (Ασημομύτης & Βλαχάκη, 2021).

5.3. Folin – Ciocalteu (F – C)

Με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu έγινε ο προσδιορισμός της συνολικής περιεκτικότητας των φαινολικών ουσιών των εκχυλισμάτων. Συγκεκριμένα, αποτελεί μία φασματοφωτομετρική μέθοδος όπου γίνεται χρήση του κίτρινου χρώματος αντιδραστήριου Follin-Ciocalteu (F-C). Χαρακτηρίζεται από καλή επαναληψιμότητα και δίνει ακριβείς μετρήσεις του ολικού φαινολικού δυναμικού χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ μονομερών, διμερών ή μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το αντιδραστήριο αποτελείται από άλατα του μολυβδαινίου (Mo) και του βολφραμίου (W). Σε αλκαλικό περιβάλλον, η φαινολική ένωση οξειδώνεται και το αντιδραστήριο ανάγεται προς οξείδια που έχουν το χαρακτηριστικό κυανό χρώμα του πεντασθενούς μολυβδαινίου. Η ένταση του χρώματος είναι ανάλογη του φαινολικού περιεχομένου, η συγκέντρωση του οποίου εκφράζεται σε ισοδύναμα ενός επιλεγμένου προτύπου. Το σχηματιζόμενο κυανό σύμπλεγμα μολυβδαινίου- βολφραμίου, παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση στη περιοχή των 750nm, και είναι ανάλογη με την συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων (Τσολομύτη & Ζερίτη, 2022).



Εικόνα 24: Αντίδραση του γαλλικού οξέος με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu μέσω μηχανισμού μεταφοράς ενός ηλεκτρονίου.

Τα αποτελέσματα του φαινολικού περιεχομένου υπολογίζονται από την πρότυπη καμπύλη αναφοράς και εκφράζονται σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE, Gallic Acid Equivalents) ανά L ή g δείγματος. Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με κορεσμένο διάλυμα NaCO_3 που αποτελεί προϋπόθεση για την παρουσία των φαινολικών ιόντων και δεν διαταράσσει τη σταθερότητα του αντιδραστηρίου F-C και του προϊόντος της αντίδρασης. Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από τη μέθοδο, μπορεί να επηρεάζονται και από άλλα μη φαινολικά μόρια όπως σάκχαρα, αρωματικές αμίνες, διοξείδιο του θείου, ασκορβικό οξύ, ανόργανα οξέα και γι' αυτό πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες διορθώσεις (Τσολομύτη & Ζερίτη, 2022).

Αντιδραστήρια:

- Αντιδραστήριο Follin-Ciocalteu (F-C phenol reagent)
- Κορεσμένο διάλυμα ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 .

Για την παρασκευή του Na_2CO_3 , σε 800 mL απεσταγμένου H_2O διαλύονται 200 g άνυδρου ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3) με τη βοήθεια του βρασμού. Αφού επανέλθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, προστίθενται ~80 g κρυστάλλων Na_2CO_3 , και το διάλυμα αφήνεται για 24 h. Τέλος, διηθείται και αραιώνεται μέχρι το 1 L με απεσταγμένο H_2O . Το διάλυμα παραμένει σταθερό και κατάλληλο για χρήση για μεγάλο χρονικό διάστημα.

- Γαλλικό οξύ (Gallic Acid, GA).

Παρασκευάστηκε stock διαλύματος γαλλικού οξέος, συγκέντρωσης 5 g GA/L ως εξής: 0,5 g GA διαλύθηκαν πλήρως σε 10 mL αιθανόλης και αραιώθηκαν με απιονισμένο H₂O μέχρι τα 100,00 mL. Το διάλυμα διατηρείται στο ψυγείο για 2 εβδομάδες. Από το stock διάλυμα παρασκευάζονται υδατικά διαλύματα συγκεντρώσεων 25-2600 mg GA/L προκειμένου να κατασκευασθεί η πρότυπη καμπύλη αναφοράς.

- Μεθανόλη αναλυτικής καθαρότητας
- Απεσταγμένο H₂O

Πειραματική πορεία

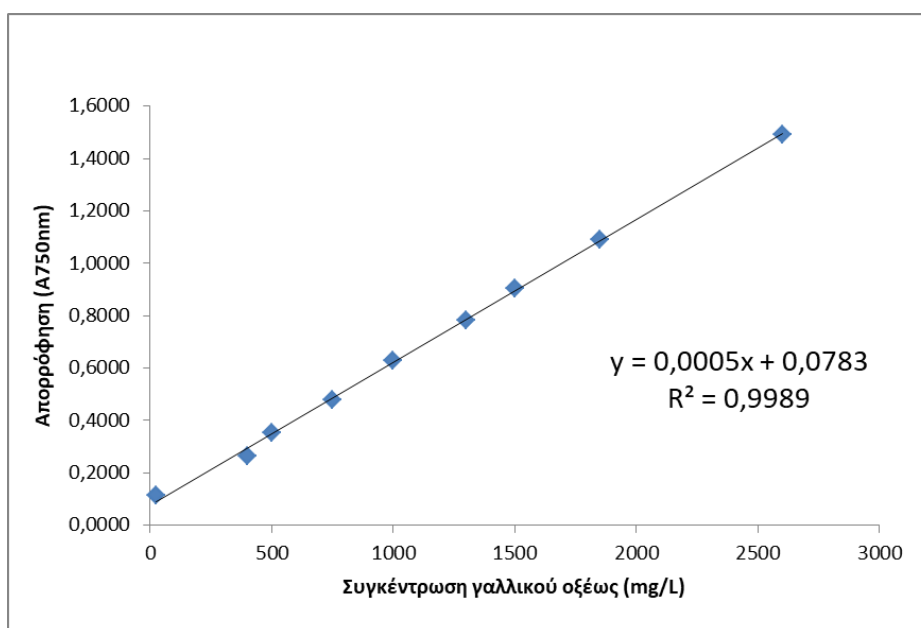
Σε πλαστικές κυψελίδες των 4 mL, τοποθετείται με μικροσύριγγα των 100 μL οι προκαθορισμένες ποσότητες προτύπου ή αραιωμένου δείγματος, 2500 μL απεσταγμένο H₂O και 200 μL αντιδραστηρίου F-C (βιομηχανικά παρασκευασμένο). Ακολουθεί ισχυρή ανάδευση στον κυκλοαναδευτήρα vortex και μετά από αναμονή 8 min σε σκοτεινό μέρος, προστίθενται 500 μL κορεσμένου διαλύματος Na₂CO₃ και το μείγμα αναδεύεται ξανά. Έπειτα, οι κυψελίδες τοποθετούνται για 30 min σε υδατόλουτρο σταθερής θερμοκρασίας 40°C, σε συνθήκες σκότους. Αφού αναπτυχθεί το επιθυμητό μπλε χρώμα και το περιεχόμενο των κυψελίδων αποκτήσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μετρείται η απορρόφηση στα 750 nm (A₇₅₀ nm) για κάθε δείγμα ή πρότυπο σε φασματοφωτόμετρο UV-Vis. Η διόρθωση στο σφάλμα της τιμής της απορρόφησης εξαιτίας του διαλύτη των δειγμάτων και των προτύπων γίνεται με “τυφλό” δείγμα. Η πειραματική διαδικασία και οι προσδιορισμοί έγιναν εις τριπλούν για κάθε δείγμα ή διάλυμα της πρότυπης ουσίας.

Έκφραση αποτελεσμάτων μεθόδου Folin-Ciocalteu

Η συγκέντρωση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο εκφράζονται σε Ισοδύναμα Γαλλικού οξέος καθώς βασίζονται στην εξίσωση της πρότυπης καμπύλης του γαλλικού οξέος. Για την κατασκευή της καμπύλης χρησιμοποιήθηκε γαλλικό οξύ. Σύμφωνα με το εικόνα 25, η εξίσωση είναι της μορφής $y = a \cdot x + b$ και οι τιμές απορρόφησης των δειγμάτων θα εκφράζονται σε $\mu\text{g GA/ g dry byproduct}$. Πιο συγκεκριμένα, η εξίσωση είναι η εξής:

$$y = 0.0005x + 0.0783$$

(1)

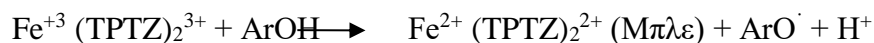


Εικόνα 25: Πρότυπη καμπύλη απορρόφησης Folin-Ciocalteu.

5.4. FRAP (FERRIC REDUCING / ANTIOXIDANT POWER)

Με τη χρήση της μεθόδου FRAP (Ferric iron reducing antioxidant power) προσδιορίστηκε η συνολική αντιοξειδωτική ισχύς των στερεών αποβλήτων. Πρόκειται για μέθοδος απλή, φθηνή, γρήγορη και δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό. Η αρχή της μεθόδου βασίζεται αποκλειστικά στην ικανότητα του προς εξέταση δείγματος να μεταφέρει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο για την αναγωγή του συμπλόκου του τρισθενούς σιδήρου με 2,4,6-τρι-(2-πυριδυλ)-τριαζίνη (Fe^{+3} -TPTZ) σε δισθενή σίδηρο (Fe^{+2} -TPTZ) με έντονο μπλέ χρώμα που εμφανίζει απορρόφηση στα 595 nm (Λάγιου, 2022).

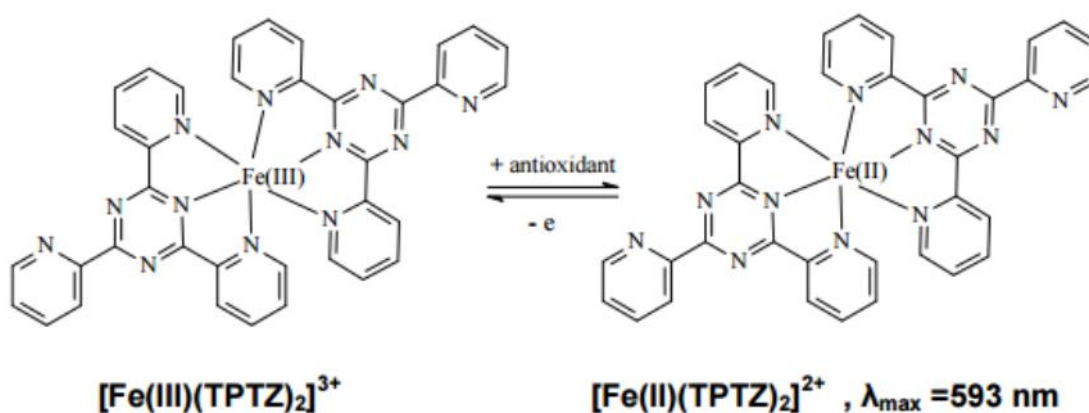
Τα αποτελέσματα των τιμών απορρόφησης εκφράζονται με την ποσότητα του Fe^{+2} που βρίσκεται στα δείγματα, διότι ο Fe^{+2} είναι το αποτέλεσμα της αντίδρασης του συμπλόκου Fe^{+3} με τα αντιοξειδωτικά και επομένως η αντιοξειδωτική ισχύς ενός δείγματος μπορεί να εκφραστεί με την ποσοτικοποίηση του Fe^{+2} . Η αντίδραση πραγματοποιείται σε $\text{pH}=3,6$ για τη διατήρηση της διαλυτότητας του σιδήρου στο διαλύτη. Ο μηχανισμός της αντίδρασης είναι ο εξής:



όπου ArOH = φαινολικό αντιοξειδωτικό, TPTZ = 2,4,6-τρι-(2-πυριδύλ)-τριαζίνη

Με την μέθοδο FRAP δεν είναι δυνατή η ανίχνευση ενώσεων που αποσβένουν ελεύθερες ρίζες (μεταφορά υδρογόνου), ιδιαίτερα θειόλες και πρωτεΐνες. Τα αποτελέσματα της FRAP μπορεί να διαφέρουν παρά πολύ, ανάλογα με την χρονική διάρκεια της ανάλυσης. Οι φαινόλες που δεσμεύουν το σίδηρο ή έχουν την ικανότητα να διασπώνται σε ενώσεις με χαμηλή ή διαφορετική δραστικότητα, αναλύονται καλύτερα σε σύντομα χρονικά διάστημα όπως είναι τα 4 min, ενώ ενώσεις όπως είναι οι πολυφαινόλες αντιδρούν πιο αργά και χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο ανάλυσης για να ανιχνευθούν (Λάγιου, 2022).

Η σειρά της δραστικότητας των αντιοξειδωτικών μπορεί να διαφέρει και να αλλάξει ανάλογα με το χρόνο αντίδρασης. Με την δοκιμασία αυτή δεν μπορούμε να μετρήσουμε αντιοξειδωτικά που περιέχουν στο μόριο τους θειόλες όπως είναι η γλουταθειόνη, μετράει μόνο την αναγωγική ικανότητα με βάση το ιόν τρισθενούς σιδήρου (Λάγιου, 2022).



Εικόνα 26: Αντίδραση αναγωγής σιδήρου

Αντιδραστήρια

- Ρυθμιστικό Διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{CH}_3\text{COONa}$ 300 mM, pH=3,6. Αναμιγνύονται 200 mL ΔM CH_3COOH 1M με 0,536 g NaOH. Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα με pH=3,6.
- TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine), Sigma Chemical

- $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$, iron(III) chloride hexahydrate, Sigma Chemical
- $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, ferrous sulfate heptahydrate
- Απεσταγμένο H_2O

Πειραματική πορεία

Στη μέθοδο αυτή το άλας του τρισθενούς σιδήρου $\text{Fe(III)(TPTZ)}_2\text{Cl}_3$ χρησιμοποιείται ως οξειδωτικό. Το οξειδαναγωγικό δυναμικό του άλατος του Fe(III) ($\sim 0,70 \text{ V}$) είναι όμοιο με αυτό της ρίζας $\text{ABTS}^{\bullet+}$ ($\sim 0,68 \text{ V}$) (Pulido et al., 2000). Η μέθοδος λαμβάνει χώρα σε όξινες συνθήκες ($\text{pH}=3,6$) και περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Προετοιμασία ρυθμιστικού διαλύματος $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{CH}_3\text{COONa}$ συγκέντρωσης 300 mM, $\text{pH}=3,6$
- Παρασκευή διαλύματος HCl συγκέντρωσης 40 mM
- Παρασκευή διαλύματος TPTZ συγκέντρωσης 10 mM με ανάμιξη διαλύματος HCl 40 mM με στερεό TPTZ
- Παρασκευή διαλύματος $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ συγκέντρωσης 20 mM. Το διάλυμα διατηρείται στο ψυγείο καλυμμένο με αλουμινόχαρτο
- Προετοιμασία των πρότυπων διαλυμάτων Fe^{+2} συγκέντρωσης 50-1800 μM για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης αναφοράς (από $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$)
- Προετοιμασία διαλύματος FRAP. Αναμιγνύονται 200,00 mL P.Δ. με 20,00 mL διαλύματος $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ 20 mM και 20,00 mL διαλύματος TPTZ 10 mM.

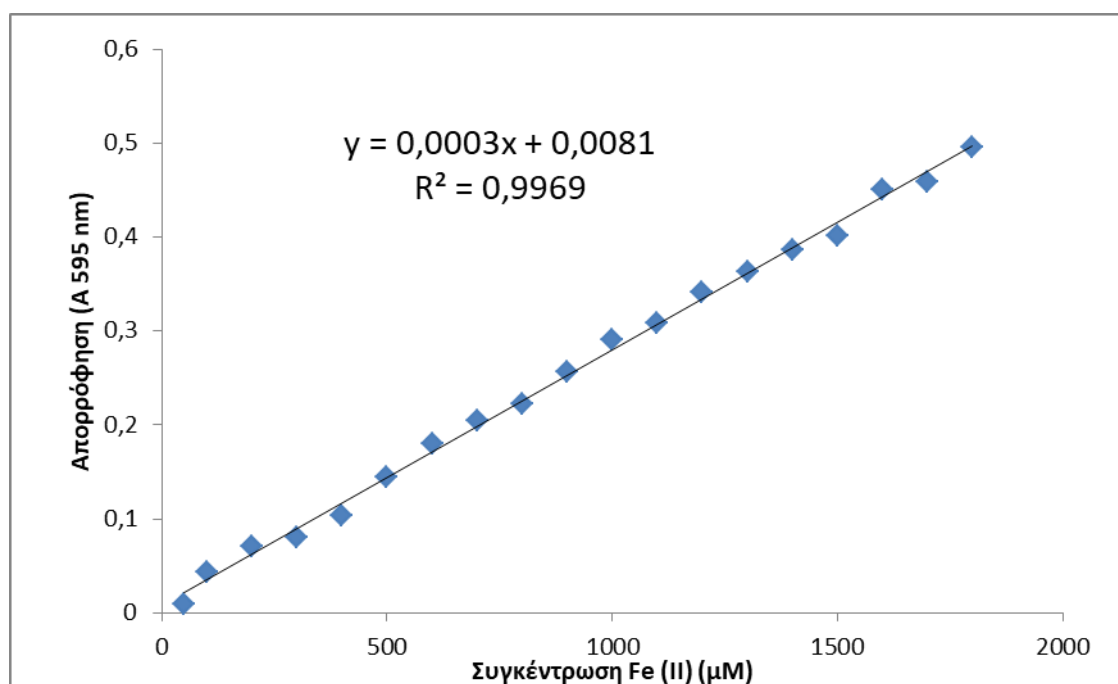
Σε πλαστικές κυψελίδες των 4 mL, τοποθετούνται με μικροσύριγγα 50 μL δείγματος ή προτύπου ή H_2O (“τυφλό”), 1950 μL απεσταγμένου H_2O , 900 μL διαλύματος FRAP και 500 μL ρυθμιστικό διάλυμα. Ακολουθεί ανάδευση σε κυκλοαναδευτήρα Vortex, παραμονή σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 40°C για 90 min και στη συνέχεια μέτρηση της απορρόφησης στα 595 nm. Μέσω του “τυφλού” διαλύματος υπολογίζεται το θετικό σφάλμα που προκαλείται στις τιμές της απορρόφησης από τον διαλύτη των δειγμάτων και

των πρότυπων διαλυμάτων. Η πειραματική διαδικασία και οι προσδιορισμοί έγιναν εις τριπλούν για κάθε δείγμα ή διάλυμα της πρότυπης ουσίας.

Έκφραση αποτελεσμάτων μεθόδου FRAP

Η συγκέντρωση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο εκφράζονται σε Ισοδύναμα δισθενή Fe καθώς βασίζονται στην εξίσωση της πρότυπης καμπύλης αυτού. Σύμφωνα με την εικόνα 27, η εξίσωση είναι της μορφής $y = a \cdot x + b$ και οι τιμές απορρόφησης των δειγμάτων θα εκφράζονται σε mg Fe(II)/g dry byproduct. Πιο συγκεκριμένα, η εξίσωση είναι η εξής:

$$y = 0,0003x + 0,0081 \quad (2)$$

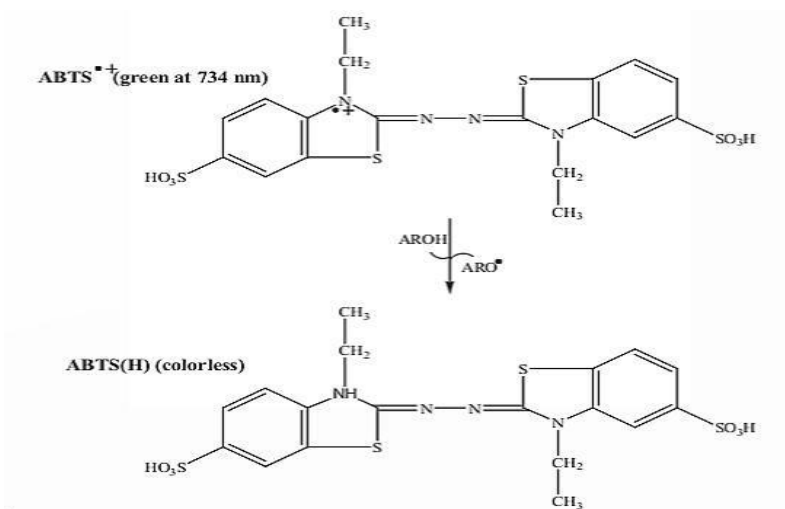


Εικόνα 27: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς απορρόφησης δισθενή Fe.

5.5. ABTS

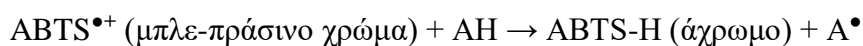
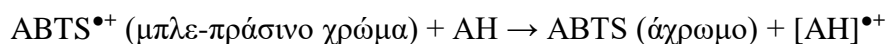
Με τη μέθοδο ABTS προσδιορίζεται η αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων καθώς περιλαμβάνει τη χρήση της ρίζας ABTS^{•+} [2,2'-αζινο-δις(3-αιθυλοβεζοθειαζολινο-6-σουλφονικό οξύ)]. Η εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ισχύος διάφορων ουσιών, μεταξύ αυτών και

των φαινολικών, βασίζεται σε μια αντίδραση αποχρωματισμού. Αναλυτικότερα, η μονοκατιοντική ρίζα $ABTS^{\bullet+}$ (χρώματος μπλε-πράσινου με μέγιστο απορρόφησης στα 734 nm) αντιδρά με υπερθειικό κάλιο ή νάτριο και έτσι σχηματίζεται άμεσα το μη ριζικό μόριο ABTS αποχρωματίζοντας το δείγμα. Με την παρουσία μορίων που είναι δότες υδρογόνου, η ρίζα $ABTS^{\bullet+}$ μειώνεται ποσοτικά ανάλογα με τη δραστικότητα του δότη υδρογόνου, τη συγκέντρωσή του και τη διάρκεια της αντίδρασης. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν εκφράζονται ως συγκέντρωση αυτών σε ισοδύναμα της πρότυπης ουσίας Trolox (TE, Trolox Equivalents), μέσω της πρότυπης καμπύλης αναφοράς.



Εικόνα 28: Δομή της ρίζας $ABTS^{\bullet+}$ που απορροφά στα 734nm

Η σάρωση της ρίζας $ABTS^{\bullet+}$ πραγματοποιείται είτε με τη μεταφορά υδρογόνου είτε με τη μεταφορά ηλεκτρονίου από μια αντιριζική ένωση (AH).



Είναι μια γρήγορη, λειτουργικά απλή και ακριβής μέθοδος για τη συστηματική εκτίμηση της ικανότητας σάρωσης ελευθέρων ριζών διάφορων εκχυλισμάτων από φυτικά υλικά και τρόφιμα και εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα.

Η μέθοδος ABTS μπορεί να εφαρμοστεί για την μελέτη υδρόφιλων αλλά και λιπόφιλων αντιοξειδωτικών, καθαρών ενώσεων, τροφίμων και ορισμένων αντιοξειδωτικών που βρίσκονται στο πλάσμα. Παρατηρείται ότι για τον σχηματισμό του κατιόντος ρίζας $ABTS^{\cdot+}$ απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ λόγω της στοιχειομετρίας της αντίδρασης μεταξύ ABTS και υπερθειικού καλίου 1:0,5, η οξείδωση του ABTS είναι ημιτελής. Παρ'όλα αυτά η οξείδωση του ABTS πραγματοποιείται άμεσα, ωστόσο για να επιτευχθεί μέγιστη απορρόφηση και να σταθεροποιηθεί η ρίζα απαιτούνται τουλάχιστον 6 h. Σε αυτήν την μορφή το κατιόν ρίζας $ABTS^{\cdot+}$ μπορεί να παραμείνει σταθερό σε θερμοκρασία δωματίου και σε σκοτεινό χώρο για περισσότερο από δύο ημέρες (Παπαμελετίου, 2021).

Αντιδραστήρια

- Υπερθειικό νάτριο ($Na_2S_2O_8$, sodium peroxydisulfate 98%, crystalline, FW 238,10), CAS 7775-27-1, Alfa Aesar
- ABTS 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt 98%, $C_{18}H_{24}N_6O_6S_4$, FW 548,68, CAS 30931-67-0.

Πρώτο στάδιο αποτελεί η δημιουργία της ρίζας. Παρασκευάζεται υδατικό διάλυμα που περιέχει εν διαλύσει την ουσία ABTS σε συγκέντρωση 7,00 mM και υπερθειικό νάτριο ($Na_2S_2O_8$) σε συγκέντρωση 2,45 mM. Το μείγμα αφήνεται 16 h στο σκοτάδι και θερμοκρασία δωματίου, ώστε να δημιουργηθεί η ρίζα $ABTS^{\cdot+}$. Η οξείδωση της ρίζας ABTS από τα υπερθειικά ιόντα ξεκινά κατευθείαν, αλλά η στοιχειομετρία της αντίδρασης είναι 1,0:0,5, οπότε η οξείδωση θα είναι ατελής. Η ρίζα υπό τη μορφή του μονού κατιόντος είναι σταθερή για πάνω από 2 ημέρες αποθηκευμένη σε σκοτάδι και θερμοκρασία δωματίου.

- Πρότυπη ουσία Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid 97%, $C_{14}H_{18}O_4$), MW=250,29 g/mol, CAS: 53188-07-01, Sigma-Aldrich, Germany.

Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης αναφοράς παρασκευάζεται stock αιθανολικό διάλυμα πρότυπης ουσίας Trolox 0,006 M και από αυτό διαλύματα συγκεντρώσεων από

0,20 έως 1,50 mM. Τα διαλύματα της πρότυπης ουσίας πρέπει να είναι πρόσφατα παρασκευασμένα

- Αιθανόλη αναλυτικής καθαρότητας
- Απεσταγμένο H₂O

Πειραματική πορεία

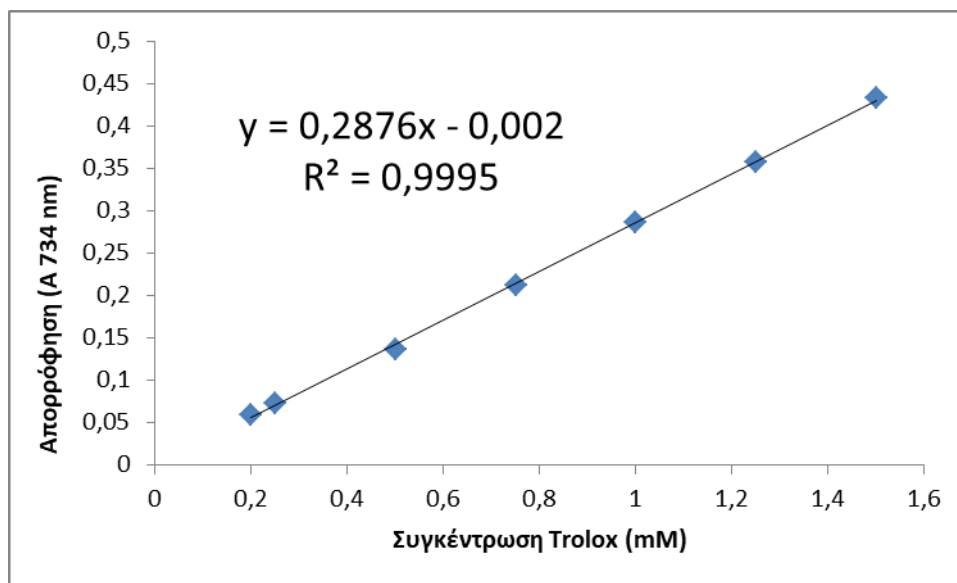
Στην αρχή κάθε σειράς πειραμάτων, το διάλυμα της ρίζας αραιώνεται κατάλληλα με αιθανόλη ώστε να δίνει τιμή απορρόφησης A_{734nm} =

Σε πλαστικές κυψελίδες των 4,0 mL, τοποθετούνται με μικροσύριγγα κατάλληλος όγκος δείγματος ή προτύπου, 3000,0 µL αραιωμένου διαλύματος ABTS^{•+} και αναδεύονται στο σκοτάδι με κυκλοαναδευτήρα vortex για 1 min. Η απορρόφηση A_{734nm} μετριέται μετά από πάροδο 8 min. Η πειραματική διαδικασία και οι προσδιορισμοί έγιναν εις τριπλούν για κάθε δείγμα ή διάλυμα της πρότυπης ουσίας.

Έκφραση αποτελεσμάτων μεθόδου ABTS

Η συγκέντρωση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο εκφράζονται σε Ισοδύναμα της ουσίας Trolox (TE, Trolox Equivalents), καθώς βασίζονται στην εξίσωση της πρότυπης καμπύλης του Trolox όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3. Σύμφωνα με την εικόνα 29, η εξίσωση είναι της μορφής $y = a \cdot x + b$ και οι τιμές απορρόφησης των δειγμάτων θα εκφράζονται σε mg TE/g dry byproduct. Πιο συγκεκριμένα, η εξίσωση είναι η εξής:

$$y = 0.2876x - 0.002 \quad (3)$$



Εικόνα 29: Πρότυπη καμπύλη αναφοράς απορρόφησης Trolox

5.6. Ωσμωτική αφυδάτωση

Πέρα από τον χαρακτηρισμό των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των παραπροϊόντων, έγινε εφαρμογή του βέλτιστου σε χαρακτηριστικά υγρού παραπροϊόντος για τον εμπλουτισμό μανιταριών baby *Pleurotus*. Ως μέθοδο εμπλουτισμού επιλέχθηκε η ωσμωτική αφυδάτωση προκειμένου να παραχθούν προϊόντα όπου τα έχουν βελτιωμένα λειτουργικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

Όσον αφορά την μέθοδο, η ωσμωτική αφυδάτωση (osmotic dehydration) είναι μια τεχνική η οποία επιτυγχάνει τη μείωση της περιεκτικότητας του νερού του τροφίμου (έως μια τελική τιμή της τάξης του 50-60% σε υγρή βάση) και παράλληλα αυξάνει την περιεκτικότητά του σε στερεά συστατικά (Spiazzi & Mascheroni, 1997). Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει την εμβάπτιση του τροφίμου σε υπέρτονα διαλύματα σακχάρου ή/και άλατος, τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλή ενεργότητα και κατά τη διάρκεια της οποίας λαμβάνει χώρα μεταφορά μάζας μέσω δύο ταυτόχρονων και αντίθετων ροών: διάχυση νερού από το τρόφιμο προς το διάλυμα, συνοδευμένο από φυσικές ουσίες (σάκχαρα, βιταμίνες, χρωστικές), και στην αντίθετη κατεύθυνση, διάχυση διαλυτών ουσιών από το διάλυμα προς το τρόφιμο. Ως αποτέλεσμα αυτής της ανταλλαγής, το προϊόν χάνει κάποιο βάρος και συμπυκνώνεται ελάχιστα. Αυτή η διεργασία, ωστόσο, μπορεί και να χρησιμοποιηθεί και για την ενσωμάτωση βιοδραστικών ενώσεων στο τρόφιμο, όπως

βιταμίνες, ιχνοστοιχεία αντιοξειδωτικές ενώσεις, αλλάζοντας τις λειτουργικές ιδιότητες και το θρεπτικό προφίλ του τροφίμου χωρίς να ο αλλοιώνει (Θάνου, 2021).

Το μοντέλο μεταφοράς μάζας που περιγράφηκε παραπάνω ακολουθεί δυο εξισώσεις: εκείνη που προσδιορίζει την απώλεια νερού (WL, Water Loss) και εκείνη που υπολογίζει την πρόσληψη στερεών (SG, Solid Gain). Οι αντίστοιχες εξισώσεις είναι οι εξής (Θάνου, 2021):

$$WL = \frac{(M_o - m_o) - (M - m)}{m_o} \quad (4)$$

$$SG = \frac{m - m_o}{m_o} \quad (5)$$

Όπου: M_o η αρχική μάζα φρέσκου τροφίμου,

m_o : η ξηρή μάζα του φρέσκου τροφίμου,

M : η μάζα του τροφίμου μετά από χρόνο t ωσμωτικής επεξεργασίας και

m : η ξηρή μάζα του τροφίμου μετά από χρόνο t ωσμωτικής επεξεργασίας.

Παράγοντες ωσμωτικής αφυδάτωσης

Η διεργασία της ώσμωσης εξαρτάται από βασικούς παράγοντες όπως:

- Θερμοκρασία

Αποτελεί ένα από τους βασικότερους παράγοντες, μαζί με το χρόνο εμβάπτισης, διότι επηρεάζει άμεσα την μεταφορά μάζας και την ποιότητα του τροφίμου καθ' όλη την διάρκεια της ώσμωσης. Για αυτό το λόγο, η διεργασία πραγματοποιείται σε ήπιες θερμοκρασίες (30-50°C) ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση του προϊόντος λόγω θερμικής επεξεργασίας (Tortoe, 2010).

- Ανάδευση του διαλύματος

Η ανάδευση του διαλύματος σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της μεταφοράς μάζας μεταξύ αυτού και του τροφίμου. Είναι επιθυμητή να πραγματοποιείται κατά την διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης ώστε να γίνεται ομαλή ανταλλαγή ουσιών. Θα πρέπει,

ωστόσο, να εστιαστεί προσοχή για την εφαρμογή ήπιας ανάδευσης ώστε να αποφευχθούν μηχανικές ζημιές στο τρόφιμο (Θάνου, 2021).

- Συγκέντρωση ωσμωτικού μέσου

Ο ρόλος του υδατάνθρακα ή άλατος (ή συνδυασμού αυτών) στο διάλυμα είναι να μειώνει το περιεχόμενο νερό του τροφίμου προκαλώντας την συμπύκνωση/ αφυδάτωσή του. Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τη σακχαρόζη που είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη ουσία στο ωσμωτικό διάλυμα, η συγκέντρωσή της είναι αντιστρόφως ανάλογη με το ρυθμό ώσμωσης. Δεδομένου όμως ότι η σακχαρόζη είναι ένα είδος υδατάνθρακα που συνδέεται με διάφορες διατροφικές παθήσεις της ανθρώπινης υγείας (λόγου χάρι ο διαβήτης), στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η γλυκερόλη στη θέση της. Πρόκειται για ένα άοσμο, άχρωμο υλικό με γλυκιά γεύση όπου σε θερμοκρασία δωματίου έχει υψηλό ιξώδες. Θεωρείται κατάλληλο για την ωσμωτική διεργασία διότι προάγει την απώλεια υγρασίας με την μείωση των εσωτερικών δεσμών υδρογόνου στο τρόφιμο (Θάνου, 2021).

- Προσθήκη άλατος

Το άλας μπορεί να αυξήσει τον ρυθμό της ώσμωσης εάν η προσθήκη του στο διάλυμα σακχάρου είναι της τάξεως 0,5-2,0% (Λάζος & Λάζου, 2016). Από την μία πλευρά, το χλωριούχο νάτριο (NaCl) είναι ικανό να μειώσει την ενεργότητα ύδατος κάνοντας το υπερτονικό, ενώ το διάλυμα σακχαρόζης είναι ικανό να μειώνει αισθητά το περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας. Η συνεργασία αυτών των δύο πρώτων υλών εξασφαλίζουν την αποτελεσματικότητα της ωσμωτικής τεχνικής (Θάνου, 2021).

5.7. Προσδιορισμός ενεργότητας ύδατος

Η μέτρηση της ενεργότητας ύδατος μας πληροφορεί για την ποσότητα του διαθέσιμου νερού που έχει το δείγμα πριν και μετά την ώσμωση είτε έχει εμβαπτιστεί στα απόβλητα τριαντάφυλλου. Πιο αναλυτικά, ορίστηκαν τρεις σειρές δειγμάτων:

1. CONTROL: ονομάστηκαν τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Δηλαδή δεν εμπλουτίστηκαν με απόβλητα τριαντάφυλλου ούτε εφαρμόστηκε σε αυτά ωσμωτική αφυδάτωση

2. OD (OD – Osmotic Dehydration): ονομάστηκαν τα δείγματα στα οποία εφαρμόστηκε ωσμωτική αφυδάτωση χωρίς να εμπλουτιστούν με τα απόβλητα του αρωματικού φυτού.

3. OD+ROSE: ονομάστηκαν τα δείγματα στα οποία εφαρμόστηκε ωσμωτική αφυδάτωση αφού εμπλουτίστηκαν με τα απόβλητα του αρωματικού φυτού.

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με το όργανο Aqualab 4TE Dew Point Water Activity Meter (Εικόνα 30).



Εικόνα 30: . AquaLab Dew Point Water Activity Meter 4TE.

Πρώτα ο θάλαμος του οργάνου αφήνεται κενός με silica gel για περίπου 15 λεπτά, για να επιτευχθεί η απαραίτητη εξισορρόπηση. Το δείγμα τεμαχίστηκε σε μικρά κομματάκια και τοποθετήθηκε στον πλαστικό περιέκτη μέχρι το σημείο της χαραγής και έπειτα στην συσκευή. Το αποτέλεσμα που λαμβάνεται βασίζεται στην μέτρηση του σημείου δρόσου. Οπότε, μόλις επιτευχθεί ισορροπία ατμών, λαμβάνεται το αποτέλεσμα το οποίο στη συνέχεια μεταφράζεται ως τιμή ενεργότητα νερού επί της εκατό (Μπιρμπίλη, 2022).

5.8. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σακχάρων (°Brix)

Με την μέτρηση των °Brix του ωσμωτικού διαλύματος επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών που έχουν απομακρυνθεί από το ωσμωτικό διάλυμα και απορροφηθεί από το μανιτάρι. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με το διαθλασίμετρο χειρός 0-90% (ATAGO) (Εικόνα 12). Η επιφάνεια του πρίσματος θα πρέπει να καθαρίζεται με απιονισμένο νερό πριν από κάθε μέτρηση. Η μέτρηση γίνεται με την τοποθέτηση μιας

σταγόνας δείγματος στην επιφάνεια του πρίσματος, κλείνει το καπάκι και παρατηρείται μέσα από την κλίμακα η τιμή των βαθμών Brix (Μπιρμπίλη, 2022).



Εικόνα 31: Διαθλασίμετρο χειρός 0-90% (ATAGO)

5.9. Προσδιορισμός χρώματος

Με την μέτρηση του χρώματος επιτεύχθηκε ο προσδιορισμός της διαφοράς χρώματος από το μη ωστωμένο, το ωστωμένο και το ωστωμένο που έχει εμβαπτιστεί στα υγρά παραπροϊόντα. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια του χρωματόμετρου χειρός (HunterLab, Miniscan XE Plus) το οποίο αποδίδει τις τιμές των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* βάσει του συστήματος CIELAB (Εικ. 32). Προτού γίνει μέτρηση των δειγμάτων, απαιτείται η βαθμονόμηση του οργάνου, η οποία γίνεται με την μέτρηση μιας λευκής και μίας μαύρης επιφάνειας.

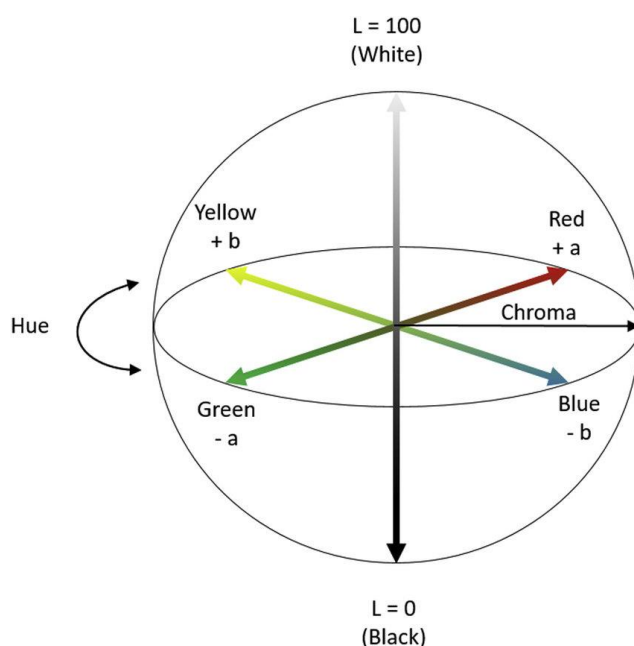


Εικόνα 32: Χρωματόμετρο χειρός HunterLab, Miniscan XE Plus

Για τον προσδιορισμό της συνολικής μεταβολής χρώματος, μετρήθηκε ο δείκτης ΔE , ο οποίος υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (6)$$

Το L^* εκφράζει τη φωτεινότητα του χρώματος. Το a^* εκφράζει την κλίμακα όπου για θετικές τιμές υποδεικνύει το κόκκινο χρώμα, ενώ για αρνητικές τιμές πράσινο χρώμα. Το b^* εκφράζει την κλίμακα όπου για θετικές τιμές υποδεικνύει κίτρινο χρώμα, ενώ για αρνητικές τιμές μπλε χρώμα (Diprat et al., 2020) (Εικόνα 33).



Εικόνα 33: Κλίμακα CEILAB

5.10. Προσδιορισμός υφής

Ο προσδιορισμός υφής των μανιταριών γίνεται με την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων τους πριν και μετά την ωσμωτική αφυδάτωση. Ο παραπάνω προσδιορισμός έγινε με την χρήση:

1. Του αναλυτή υφή Texture Analyser - TA.XT.Plus της εταιρείας Stable MicroSystems Ltd. (Εικόνα 34)

2. Ενός κατάλληλου λογισμικού μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή που συνδέεται με τον αναλυτή υφής
3. Ενός παχύμετρου για να μετριέται το πάχος των υπό εξέταση μανιταριών.



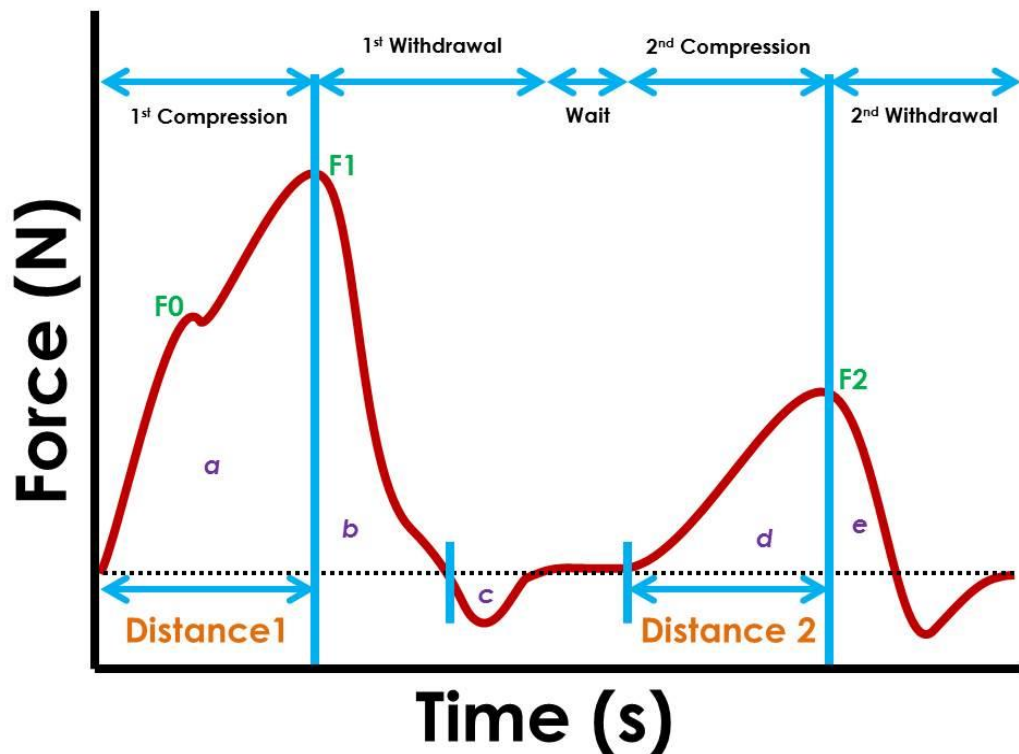
Εικόνα 34: Αναλυτής υφής Texture Analyser - TA.XT.Plus

Με τον αναλυτή υφή προσδιορίζεται η μεταβολή της μηχανικής παραμόρφωσης που προκαλείται στο δείγμα ως προς τη μεταβολή της τιμής μιας δύναμης που ασκείται μέσω ενός κατάλληλου εξαρτήματος. Αρχικά μετράται το πάχος του δείγματος, τοποθετείται σε ειδικό έδρανο πάνω στη βάση του οργάνου και εισάγονται στο λογισμικό οι παρακάτω παράμετροι (Μπιρμπίλη, 2022):

- Είδος μέτρησης (Test mode): TPA (Texture Profile Analysis)
- Ταχύτητα προσέγγισης του εμβόλου (Pre-Test Speed)
- Ταχύτητα κατά τη διάρκεια διείσδυσης (Test Speed)

- Βάθος διείσδυσης (Distance): 50% του πάχους του δείγματος (για κάθε δείγμα ξεχωριστά).

Στη μέτρηση TPA το δείγμα υποβάλλεται σε δυο διαδοχικές συμπίεσεις μέσω ενός κυλινδρικού εμβόλου διαμέτρου 6 mm που προσομοιάζει την διαδικασία της μάσησης. Μόλις εφαρμοστεί η μέθοδος TPA, προκύπτει ένα διάγραμμα δύναμης-χρόνου (Εικόνα 35) από το οποίο οι πληροφορίες που μπορούμε να αντλήσουμε είναι οι εξής (Μπιρμπίλη, 2022):



Εικόνα 35: Διάγραμμα TPA (Texture Profile Analysis)

- Σκληρότητα (Hardness): Προσδιορίζεται από τη μέγιστη τιμή της δύναμης (F1) που εφαρμόζεται μέσω του εμβόλου στο δείγμα κατά την πρώτη συμπίεση. Προσομοιάζει την δύναμη που πρέπει να ασκηθεί κατά τη πρώτη συμπίεση του τροφίμου μεταξύ των δοντιών.
- Συνεκτικότητα (Cohesiveness): προσδιορίζεται από το λόγο των επιφανειών της δεύτερη συμπίεσης προς της πρώτης συμπίεσης που σχηματίζονται κάτω από την καμπύλη γ. Επί της ουσίας, η συνεκτικότητα εκφράζει την αντίσταση του δείγματος σε μια δεύτερη συμπίεση

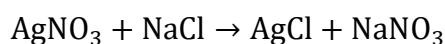
- Ελαστικότητα (Elasticity): Προσδιορίζεται από το λόφο της δύναμης της δεύτερης μάζησης προς της πρώτης μάζησης. Η ελαστικότητα εκφράζει το πόσο εύκολα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση το δείγμα.
- Προσκολλησιμότητα (Adhesiveness): Προσδιορίζεται από το λόγο του θερικού εμβαδού της δεύτερη μάζησης προς το εμβαδό της πρώτης μάζησης. Η προσκολλησιμότητα είναι η απαιτούμενη ενέργεια για να αποκολληθεί το τρόφιμο από τα δόντια/ μια επιφάνεια.

5.11. Προσδιορισμός αλατότητας

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της αλατότητας στα δείγματα ήταν η μέθοδος Mohr. Πιο αναλυτικά, μέσω αυτή της μεθόδου γίνεται προσδιορισμός των Cl⁻ στα δείγματα με ογκομέτρηση με διάλυμα AgNO₃ 0.1N παρουσία των ιόντων CrO₄⁴⁻ σε ελαφρώς αλκαλικό περιβάλλον (pH= 8.2) (Αρφαράς, 2019). Συγκεκριμένα, για την μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν:

- Χρωμικό κάλιο K₂CrO₄ (δείκτης)
- Νιτρικός άργυρος AgNO₃ 0.1N
- NaOH 0.1M
- Απιονισμένο νερό

Αρχικά, ζυγίστηκαν 2g δείγματος από κάθε περίπτωση που εξετάστηκε (Control, OD, OD+ROSE), τα οποία τεμαχίστηκαν σε πολύ μικρά κομμάτια. Στην συνέχεια, αραιώνονται σε ποτήρι ζέσεως στα 200 ml, διηθείται σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό έως την χαραγή. Από το διήθημα που προκύπτει, λαμβάνονται 50 ml και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 250 ml και έπειτα προστίθεται 1 ml διαλύματος χρωμικού καλίου (3 σταγόνες περίπου), που αποτελεί και το δείκτη της μεθόδου. Στη συνέχεια πραγματοποιείται τιτλοδότηση με διάλυμα AgNO₃ 0.1N. Το τελικό σημείο είναι η εμφάνιση μόνιμου κόκκινου χρώματος. Οι υπολογισμοί βασίζονται στη χημική εξίσωση μετατροπής του χρώματος:



5.12. Προσδιορισμός ολικών στερεών

Η μέτρηση των ολικών στερεών γίνεται με την μέτρηση του δείγματος πριν και μετά την τοποθέτησή του σε φούρνο κενού για 24 ώρες, στο οποίο γίνεται απομάκρυνση του νερού μέσω της εξάτμισης υπό κενό. Πιο αναλυτικά, τα δείγματα τεμαχίζονται και ζυγίζονται 2 g σε προ ζυγισμένο ειδικό φιαλίδιο με τη χρήση αναλυτικού ζυγού ακριβείας 4 ψηφίων (Εικόνα 36). Στη συνέχεια, τα φιαλίδια κλείνουν με το πώμα τους και τοποθετούνται στο προ θερμασμένο φούρνο κενού τύπου Heraeus Instruments VT 602 (Εικόνα 37) στους 70°C για 24 ώρες. Για το κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις (Μπιρμπίλη, 2022)..



Εικόνα 36: Αναλυτικός ζυγός 4 δεκαδικών ψηφίων (Tabletop scale PCE-BSK 310).



Εικόνα 37: Φούρνος κενού τύπου Heraeus Instruments VT 602

Μετά την λήξη των 24 ωρών, τα δείγματα τοποθετούνται σε ξηραντήρα ώστε να έρθουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και έπειτα ζυγίζονται εκ νέου. Η ελάττωση του βάρους εξηγείται ως την απώλεια σε νερό και έτσι υπολογίζεται η % περιεκτικότητα του εκάστοτε δείγματος σε νερό. Έτσι, γνωρίζοντας το ποσοστό υγρασίας, την απώλεια βάρους πριν και μετά την διαδικασία υπολογίζεται η απώλεια νερού και η πρόσληψη στερών από τις εξισώσεις (4) και (5) που σημειώθηκαν προηγουμένως (Μπιρμπίλη, 2022).

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η πειραματική διαδικασία χωρίστηκε σε δυο φάσεις. Στην πρώτη φάση έγινε η εκχύλιση και ο χαρακτηρισμός της πρώτης ύλης που λάβαμε, ενώ στη δεύτερη φάση έγινε εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης σεμανιτάρια baby *Pleurotus* με τη χρήση της πρώτης ύλης που παρουσίασε τα καλύτερα χαρακτηριστικά.

Στη πρώτη φάση, έγινε η παραλαβή της πρώτης ύλης, η οποία είναι τα υγρά και στερεά παραπροϊόντα των αρωματικών φυτών. Αναλυτικότερα, τα παραπροϊόντα του τριαντάφυλλου προήλθαν από την υδροαπόσταξη του αρωματικού φυτού κατά την διαδικασία παραλαβής του αιθέριου, ενώ τα παραπροϊόντα της λεβάντα και της ρίγανης προήλθαν από την ατμοαπόσταξη των φυτών αυτών. Εν συνεχεία, έγινε ανάλυση και χαρακτηρισμός των παραπροϊόντων, καθώς τα αποτελέσματα απεικονίζονται και σε διαγράμματα προκειμένου να υπογραμμιστούν οι διαφορές.

Στη δεύτερη φάση, το υγρό παραπροϊόν που σημείωσε τις καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες εφαρμόστηκε σεμανιτάρια μέσω ώσμωσης. Σκοπός της δεύτερης φάσης είναι διερεύνηση της δυνατής αξιοποίησης του παραπροϊόντος ως μέσο εμπλουτισμού τροφίμων. Μετά την διαδικασία της ώσμωσης, τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία συντήρησης 5°C ώστε να ελεγχθεί και συγκριθεί η συντηρησιμότητα των δειγμάτων που έχουν υποστεί ωσμωτική αφυδάτωση, είτε έχουν εμπλουτιστεί με υγρά απόβλητα (OD+RSOE) είτε όχι (OD), με εκείνα που δεν έγινε καμία εφαρμογή επεξεργασίας (CONTROL). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοδεύονται από τα ανάλογα διαγράμματα.

6.1. Α' ΜΕΡΟΣ: Ανάλυση και χαρακτηρισμός παραπροϊόντων από φυσικές πηγές, μετά από απόσταξη για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου.

Για την πραγματοποίηση του πειράματος έγινε παραλαβή των στερεών και υγρών αποβλήτων των φυτών ρίγανης, λεβάντας και τριαντάφυλλου από τον αγροτικό συνεταιρισμό της Κοζάνης. Τα στερεά απόβλητα ήρθαν ως μείγμα με το υγρό απόβλητο (λασπώδη μορφή), οπότε για την παραλαβή του αμιγούς στερεού παραπροϊόντος, που θα

χρησιμοποιούταν στην διαδικασία της εκχύλισης με υπερήχους, πραγματοποιήθηκε λυοφιλίωση των αποβλήτων, ενώ στα υγρά δεν έγινε κάποια περαιτέρω επεξεργασία. Η διαδικασία της λυοφιλίωσης έγινε σε ξηραντήρα τύπου Tray Drier, armfield με ρεύμα θερμού αέρα θερμοκρασίας κάτω των 40 °C υπό υψηλό κενό (κοντά στα 40 Pa). (Εικ. 38). Τέλος, κάθε δείγμα προς εκχύλιση είχε βάρος 0,500 g.



Εικόνα 38: Ξηραντήρας εργαστηρίου τύπου Tray Drier, armfield (Πηγή: Μπιρμπίλη, 2022).

Για τον σωστό σχεδιασμό της εκχύλισης, η ξηρή δρόγη του κάθε αρωματικού φυτού αναλύθηκε σε ένα κύκλο 27 επαναλήψεων των εκχυλίσεων με υπερήχους. Τα 27 run ήταν διαφορετικά μεταξύ τους βάσει της έντασης των υπερήχων (20%, 50% και 80%), της διάρκειας έκθεσης στους υπερήχους (10 min, 25 min και 40 min) και της περιεκτικότητας της αιθανόλης στον διαλύτη (20%, 60% και 100%). Μετά από κάθε εκχύλιση, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε φυγοκέντρηση στις 3500 rpm και διάρκειας 15 min. Τέλος, σημειωνόταν και γινόταν λήψη του υπερκείμενου όγκου δείγματος και η αποθήκευση αυτού σε συνθήκες κατάψυξης. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε το ολικό φαινολικό περιεχόμενο των δειγμάτων που λήφθηκαν με την μέθοδο Folin–Ciocalteu προκειμένου να γίνει εύρεση της συνθήκης εκείνης με την οποία θα γίνει η μέγιστη παραλαβή φαινολικών ενώσεων.

Από την παραπάνω διαδικασία σημειώθηκαν 4 πειραματικές συνθήκες όπου στη συνέχεια υποβλήθηκαν τα λυοφιλοποιημένα παραπροϊόντα των υποστρωμάτων, καθώς και η βέλτιστη συνθήκη στην οποία θα γινόταν ανάλυση για τα απόβλητα των αρωματικών φυτών. Συγκεκριμένα, οι συνθήκες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των παραπροϊόντων ήταν η βέλτιστη συνθήκη, η συνθήκη που έδωσε χαμηλό φαινολικό

περιεχόμενο, η συνθήκη που έδωσε μέσο φαινολικό περιεχόμενο και η συνθήκη που έδωσε υψηλό φαινολικό περιεχόμενο, όπως φαίνονται στον πίνακα 1 για κάθε αρωματικό φυτό. Ομοίως με προηγουμένως, το παραπροϊόν του κάθε υποστρώματος υποβλήθηκε σε 4 run εκχυλίσεων με υπερήχους στις συνθήκες που αναφέρθηκαν, ενώ τα αρχικά απόβλητα υποβλήθηκαν σε μία εκχύλιση με υπερήχους στις βέλτιστες συνθήκες. Στη συνέχεια τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν στις 3500 rpm και διάρκειας 15 min, έγινε λήψη του υπερκείμενου όγκου και αποθηκεύτηκαν σε συνθήκες κατάψυξης. Τέλος, προσδιορίστηκε το ολικό φαινολικό περιεχόμενο με την μέθοδο Folin–Ciocalteu, εκτιμήθηκε η αντιριζική δράση με τη χρήση της ελεύθερης ρίζας ABTS και η συνολική αντιοξειδωτική δύναμη με τη μέθοδο FRAP.

Πίνακας 2: Συνθήκες εκχύλισης με υπερήχους ανά στερεό λυοφιλοποιημένο απόβλητο.

		Ethanol content (%)	Extraction time (min)	Solvent/ material (mL/g)	US power (%)
<i>Lavandula Angustifolia</i>	Βέλτιστη συνθήκη	20,5	25	40	80
	Χαμηλά φαινολικά	100	40	40	50
	Μεσαία φαινολικά	60	25	60	80
	Υψηλά φαινολικά	20	25	40	80
<i>Origanum vulgare</i>	Βέλτιστη συνθήκη	30	25	40	62
	Χαμηλά φαινολικά	100	25	40	20
	Μεσαία φαινολικά	60	25	20	20
	Υψηλά φαινολικά	60	25	40	50
<i>Rosa damascena</i>	Βέλτιστη συνθήκη	71	25	40	53
	Χαμηλά φαινολικά	100	25	40	20
	Μεσαία φαινολικά	60	10	60	50
	Υψηλά φαινολικά	20	40	40	50

6.1.1. Αποτελέσματα των μεθόδων Folin-Ciocalteu, FRAP και ABTS.

Στους παρακάτω πίνακες, σημειώνεται το ολικό φαινολικό περιεχόμενο, η αντιοξειδωτική και αντιριζική δράση των ξηρών (Πίνακας 3) και υγρών κλασμάτων των επιμέρους παραπροϊόντων (Πίνακας 4) των υπό εξέταση αρωματικών φυτών λεβάντας, ρίγανης και ρόδων. Τα αποτελέσματα που παρατίθενται στους πίνακες υπογραμμίζουν τα

παραπροϊόντα του τριαντάφυλλου ως εκείνα με τις καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες που εξετάστηκαν. Ξεκινώντας από τον Πιν.3, τα στερεά παραπροϊόντα ρίγανης διαθέτουν το 67,34% του ολικού φαινολικού περιεχομένου, το 84,82% της αντιοξειδωτικής δράσης και το 33,56% της αντιριζικής δράσης. Αντίστοιχα, τα στερεά παραπροϊόντα της λεβάντας διαθέτουν το 20,63% του ολικού φαινολικού περιεχομένου, το 45,28% της αντιοξειδωτικής δράσης και το 10,96% της αντιριζικής δράσης του τριαντάφυλλου.

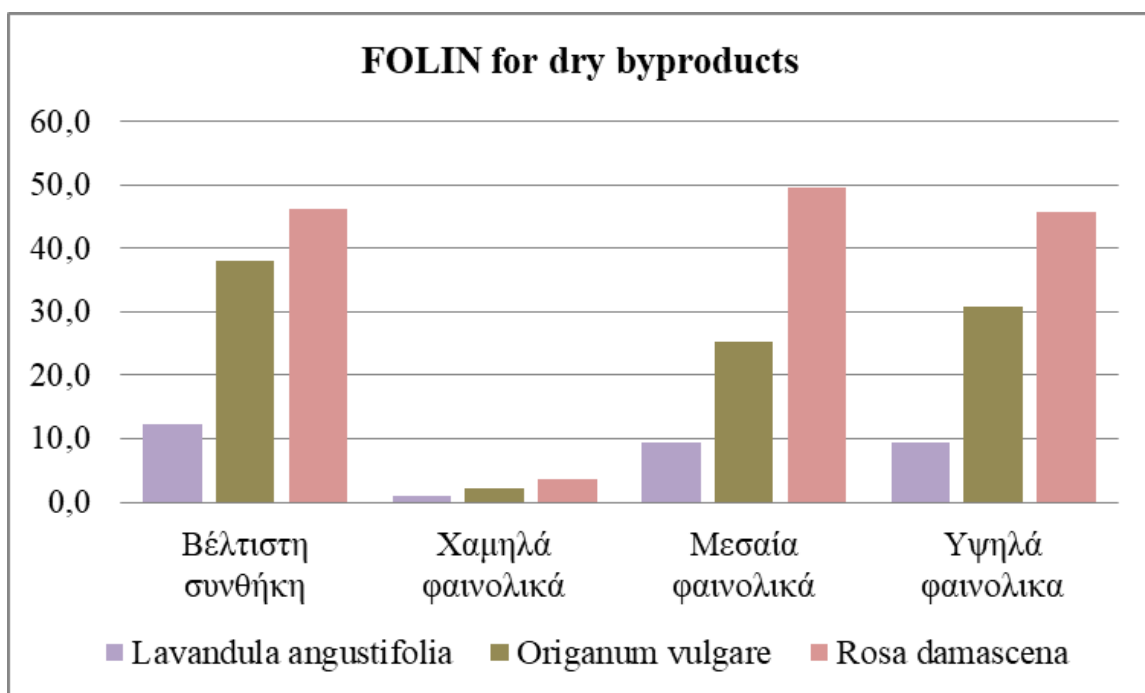
Πίνακας 3: Πίνακας αποτελεσμάτων των ξηρών παραπροϊόντων των αρωματικών φυτών λεβάντας, ρίγανης και τριαντάφυλλου μετά την εφαρμογή των μεθόδων Folin, FRAP και ABTS.

		Ολικό φαινολικό περιεχόμενο (mg GAE/g dry byproducts)	Αντιοξειδωτική δράση (mg Fe ²⁺ /g dry byproducts)	Αντιριζική δράση (mg TE/g dry byproducts)
<i>Lavandula angustifolia</i>	Βέλτιστη συνθήκη	12,328 ± 4,148	259,566 ± 143,375	125,04 ± 85,376
	Χαμηλά φαινολικά	0,954 ± 0,798	39,003 ± 35,885	13,575 ± 11,8
	Μεσαία φαινολικά	9,422 ± 0,324	268,910 ± 149,854	44,341 ± 16,99
	Υψηλά φαινολικά	9,455 ± 3,168	283,218 ± 159,862	68,964 ± 32,104
<i>Origanum vulgare</i>	Βέλτιστη συνθήκη	38,028 ± 14,241	548,834 ± 57,774	324,89 ± 186,876
	Χαμηλά φαινολικά	2,226 ± 1,542	194,721 ± 165,914	65,679 ± 19,173
	Μεσαία φαινολικά	25,271 ± 4,328	278,904 ± 17,262	105,079 ± 31,921
	Υψηλά φαινολικά	30,860 ± 13,319	530,592 ± 73,602	211,247 ± 84,544
<i>Rosa damascena</i>	Βέλτιστη συνθήκη	46,087 ± 22,460	610,242 ± 9,272	574,864 ± 161,023
	Χαμηλά φαινολικά	3,608 ± 1,139	460,864 ± 47,206	140,375 ± 27,343
	Μεσαία φαινολικά	49,589 ± 20,371	931,186 ± 13,228	599,697 ± 116,436
	Υψηλά φαινολικά	45,825 ± 28,101	625,521 ± 6,917	629,412 ± 331,99

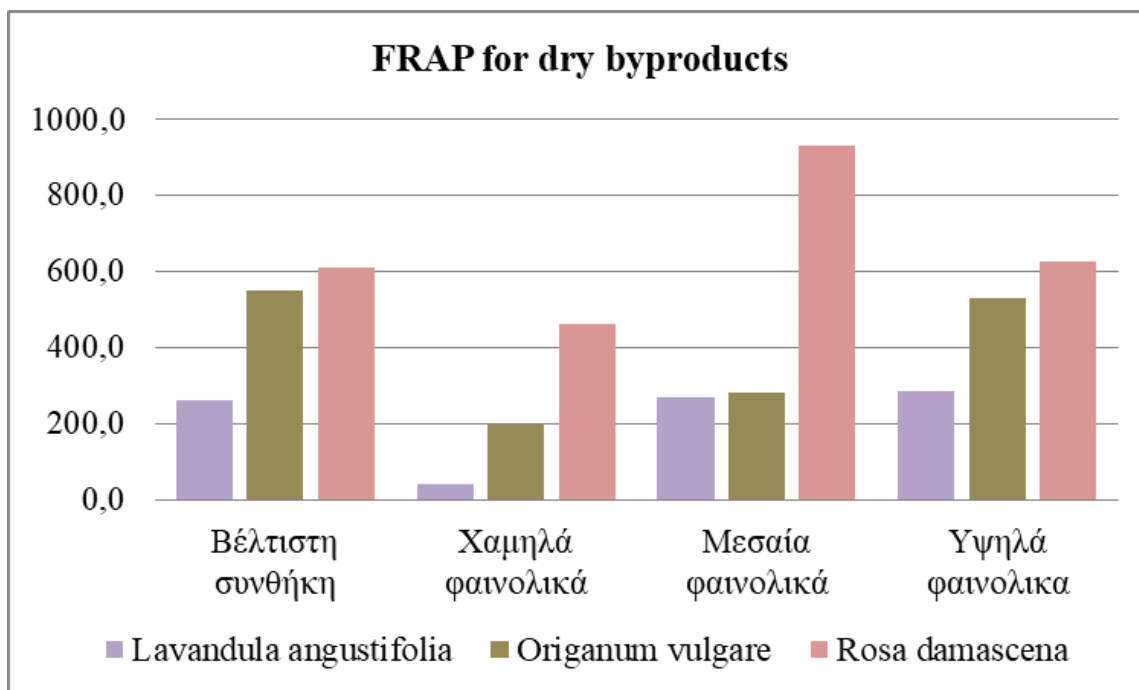
Πίνακας 4: Πίνακας αποτελεσμάτων των υγρών παραπροϊόντων των αρωματικών φυτών λεβάντας, ρίγανης και τριαντάφυλλου μετά την εφαρμογή των μεθόδων Folin, FRAP και ABTS.

	Ολικό φαινολικό περιεχόμενο (μg GAE/L liquid byproduct)	Αντιοξειδωτική δράση (mg Fe ²⁺ /L liquid byproduct)	Αντιριζική δράση (mg TE/L liquid byproduct)
<i>Lavandula Angustifolia</i>	31,605±2,631	17,243±2,787	28,197±3,951
<i>Origanum vulgare</i>	633,4±110,869	995,018±36,626	1484,683±127,512
<i>Rosa damascena</i>	882,4±91,611	6154,421±165,954	2567,3±134,076

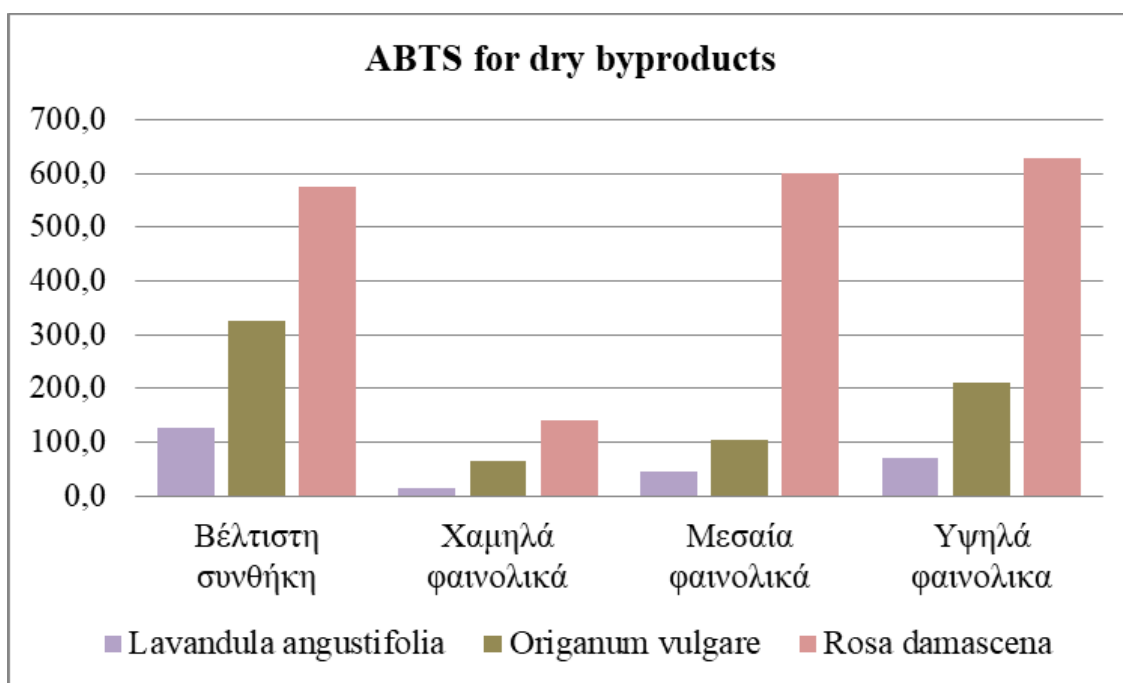
Στη συνέχεια ακολουθούν διαγράμματα στα οποία απεικονίζονται τα αποτελέσματα του Πιν. 3 προκειμένου να γίνει αισθητή η διαφορά μεταξύ των τριών αρωματικών φυτών σε κάθε περίπτωση και σε κάθε πειραματική μέθοδο. (Εικ. 39, Εικ. 40, Εικ. 41). Στην Εικ. 43, γίνεται σύγκριση των ξηρών παραπροϊόντων των αρωματικών φυτών σε κάθε πειραματική μέθοδο. Αναλυτικότερα, αξίζει να σημειωθεί ότι τα ξηρά παραπροϊόντα της λεβάντας σημειώνουν σημαντικές διαφορές έναντι των άλλων παραπροϊόντων σε σχέση με το ολικό φαινολικό περιεχόμενό τους και την αντιοξειδωτική και αντιριζική ισχύ τους. Ωστόσο, η ρίγανη πλησιάζει την αντιριζική ισχύ και το πλούσιο φαινολικό περιεχόμενο των ρόδων. Παρομοίως συμβαίνει και στην περίπτωση των υγρών παραπροϊόντων. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στην Εικ. 42 και στον Πιν. 4, τα αποτελέσματα της λεβάντας σημειώνουν τις χαμηλότερες τιμές σε κάθε πειραματική μέθοδο. Όσον αφορά στην ρίγανη, τα υγρά παραπροϊόντα της έχουν περίπου το 58% της αντιριζικής ισχύς και το 16% της αντιοξειδωτικής ισχύς του ρόδου.



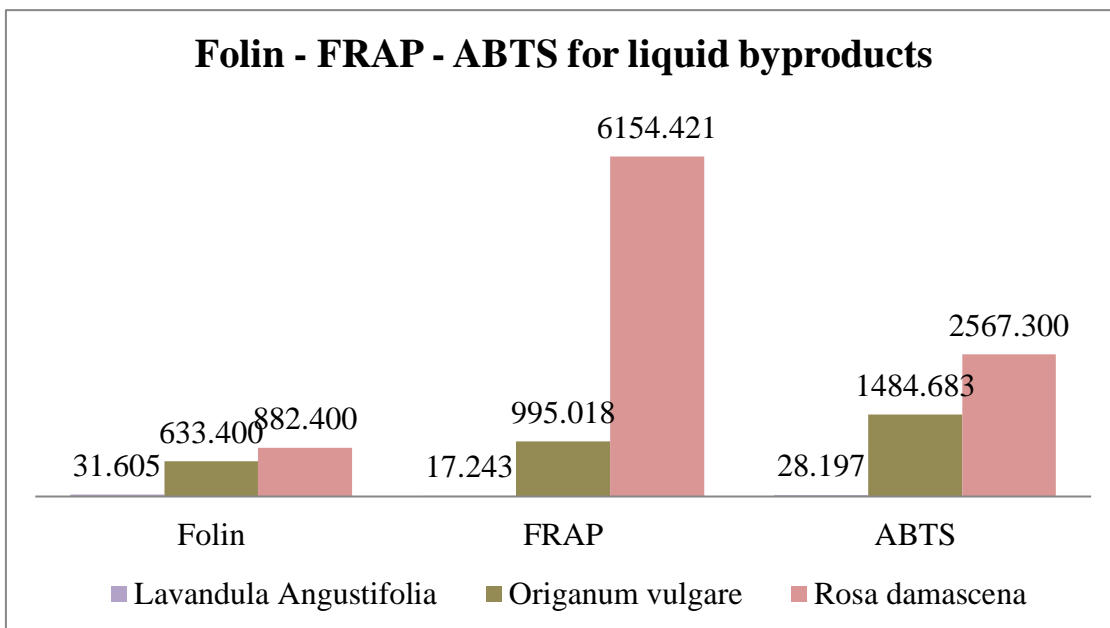
Εικόνα 39: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu για κάθε συνθήκη για κάθε ξηρό παραπροϊόν αρωματικού φυτού



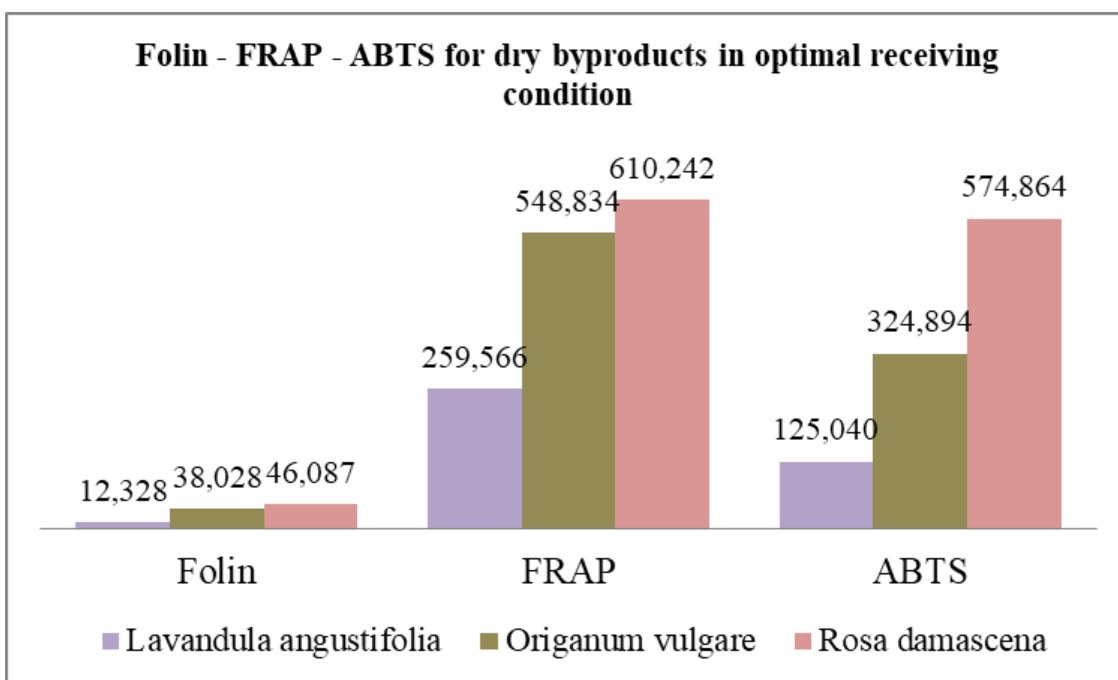
Εικόνα 40: Αποτελέσματα μεθόδου FRAP για κάθε συνθήκη για κάθε ξηρό παραπροϊόν αρωματικού φυτού



Εικόνα 41: Αποτελέσματα μεθόδου ABTS για κάθε συνθήκη για κάθε ξηρό παραπροϊόν αρωματικού φυτού



Εικόνα 42: Σύγκριση των αποτελεσμάτων των υγρών παραπροϊόντων και στις τρεις πειραματικές μεθόδους



Εικόνα 43: Σύγκριση των αποτελεσμάτων των ξηρών παραπροϊόντων και στις τρεις πειραματικές μεθόδους

Οπότε, θα ήταν εφικτό να σημειωθεί η κατά φθίνουσα σειρά των παραπροϊόντων των τριών αρωματικών φυτών βάση την ισχύ των φυσικοχημικών ιδιοτήτων που αναλύθηκαν:

Τριαντάφυλλο > Ρίγανη > Λεβάντα

6.2. Β' ΜΕΡΟΣ: Ενδεικτική εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης σεμανιάρια *Pleurotus* με την χρήση ενός υγρού παραπροϊόντος.

Ο στόχος της παρούσας φάσης είναι να γίνει αξιοποίηση των αποβλήτων αρωματικών φυτών με την εφαρμογή τους σε τρόφιμα. Όπως προέκυψε προηγουμένως, τα υποπροϊόντα που είχαν το βέλτιστο προφίλ λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε φαινολικές ενώσεις και της υψηλής αντιριζικής και αντιοξειδωτικής ισχύος τους είναι αυτά του φυτού *Rosa damascena*. Τα υγρά παραπροϊόντα του τριαντάφυλλου εφαρμόστηκαν σεμανιάρια baby *Pleurotus* αποτελώντας το υδάτινο μέρος της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Συγκεκριμένα, η συνταγή για την δημιουργία του υπερτονικού διαλύματος είναι η εξής:

- 30% γλυκερόλη
- 5% NaCl
- 15% CaCl₂
- 50% υγρά παραπροϊόντα *Rosa damascena*

Ο συνολικός χρόνος της ώσμωσης ήταν 130 min , με τον χρόνο εμβάπτισης τωνμανιταριών στα υποπροϊόντα τριαντάφυλλου (που προηγήθηκε, ως πρώτο στάδιο της σύνθετης διεργασίας) να είναι 10 min.

Ταμανιάρια προμηθεύτηκαν από την εταιρεία «Δίρφους» (MANITARIA DIRFIS - DIRFIS MUSHROOMS) με έδρα την Κύμη Ευβοίας σε μικρές ξύλινες συσκευασίες και συντηρούνταν σε ψύξη μέχρι τη χρήση τους. Τα κριτήρια διαλογής τους ήταν στην επιλογή όσο το δυνατόν ομοιόμορφωνμανιταριών ώστε να μην υπάρχει σημαντική διακύμανση τιμών στο χρώμα και στην υφή, καθώς και να γίνει ομοιόμορφα η διαδικασία της ώσμωσης.



Εικόνα 44: Μανιτάρια baby *Pleurotus* της εταιρείας Δίρφυς

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, μετά την διαλογή ορίστηκαν τρεις σειρές δειγμάτων

Μετά την διαλογή, ορίστηκαν τρεις σειρές δειγμάτων :

1. CONTROL: ονομάστηκαν τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Δεν εμπλουτίστηκαν δηλαδή με υγρά απόβλητα από απόσταξη ρόδου ούτε εφαρμόστηκε σε αυτά ωσμωτική αφυδάτωση
2. OD (OD – Osmotic Dehydration): ονομάστηκαν τα δείγματα στα οποία εφαρμόστηκε ωσμωτική αφυδάτωση χωρίς να εμβαπτιστούν προηγουμένως στα απόβλητα του αρωματικού φυτού.
3. OD+ROSE: ονομάστηκαν τα δείγματα στα οποία εφαρμόστηκε ωσμωτική αφυδάτωση αφού εμπλουτίστηκαν με τα απόβλητα του αρωματικού φυτού.

Μετά τη ζύγιση όλων των συστατικών για την παρασκευή του υπερτονικού διαλύματος σε ζυγαριά ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων (Precision balance PCB, Kern) (Εικόνα 45), όπως και του νερού και των υγρών παραπροϊόντων τριαντάφυλλου, τοποθετούνταν σε γυάλινα δοχεία, αναδεύονταν επαρκώς ώστε να ομογενοποιηθούν τα υλικά και μεταφέρονταν σε υδατόλουτρο (Εικόνα 46) (PolyScience water bath, WB10A11B).



Εικόνα 45: Ζυγαριά Precision balance PCB, Kern



Εικόνα 46: Υδατόλουτρο PolyScience water bath, WB10A11B

Μόλις η θερμοκρασία του υδατόλουτρου έφτασε στην επιθυμητή ($38,7-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) τοποθετήθηκαν τα γυάλινα δοχεία με τα υπερτονικά διαλύματα. Μόλις και αυτά με την σειρά τους έφτασαν στην επιθυμητή θερμοκρασία, προστέθηκαν τα μανιτάρια. Πάνω από τα δείγματα τοποθετήθηκαν στρογγυλά συρμάτινα πλέγματα προκειμένου να παραμένουν τα μανιτάρια εμβαπρισμένα σε όλη την διάρκεια της οσμωτικής αφυδάτωσης. Τα μανιτάρια τα οποία που προορίζονταν για την τρίτη περίπτωση (OD+ROSE), αρχικά εμβαπτίστηκαν 10 min στα υγρά απόβλητα τριαντάφυλλου και έπειτα προστέθηκαν τα

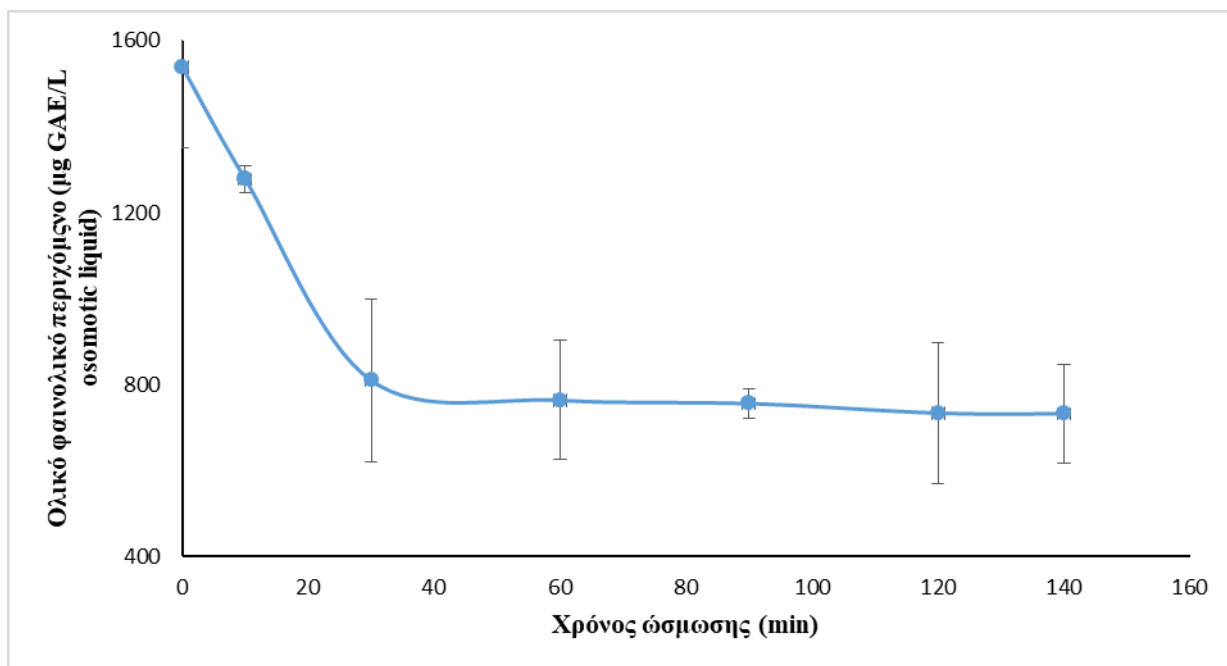
υπόλοιπα υλικά. Κατά την διάρκεια της ωσμωτικής αφυδάτωσης, γινόταν λήψη από το υπερτονικό διάλυμα προκειμένου να αναλυθεί με την μέθοδο Folin-Ciocalteu. Οι χρόνοι που έγιναν οι λήψεις ήταν : πριν αρχίσει η διαδικασία της ώσμωσης (0 min), μετά τον χρόνο εμβάπτισης (10 min), στα επόμενα 20 min και μετά στα 50 min ,στα 80 min, στα 110 min και στα 130 min. Τέλος, τα ωσμωνένα μανιτάρια (OD, OD+ROSE) και τα Control τοποθετήθηκαν σε συσκευασία των 5 τεμαχίων και αποθηκεύτηκαν σε θάλαμο συντήρησης στους 5°C προκειμένου να γίνει μια προκαταρκτική μελέτη της διατηρησιμότητας τους υπό ψύξη.

6.2.1. Αποτελέσματα της σύνθετης διαδικασίας εμπλουτισμού ακολουθούμενο από ωσμωτική αφυδάτωση

Η λήψη δείγματος από το ωσμωτικό διάλυμα με τα υγρά απόβλητα τριαντάφυλλου έγινε προκειμένου να αποδειχθεί η μείωση των συνολικών φαινολικών του διαλύματος κατά την διαδικασία της ώσμωσης. Πράγματι, μετά την ανάλυση των δειγμάτων με την μέθοδο της Folin-Ciocalteu, φαίνεται ότι υπήρξε μείωση του ολικού φαινολικού περιεχομένου του διαλύματος (Πίν. 5, Εικ. 47).

Πίνακας 5: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu για τα δείγματα του ωσμωτικού διαλύματος με απόβλητα τριαντάφυλλου

Χρόνος ώσμωσης	Ολικό φαινολικό περιεχόμενο (μg GAE/L liquid byproduct)
t0	1539,138±187,427
t0 OD	1278,57±31,597
20	809,794±189,661
50	763,594±138,637
80	756,202±35,258
110	734,026±164,503
130	732,178±115,841



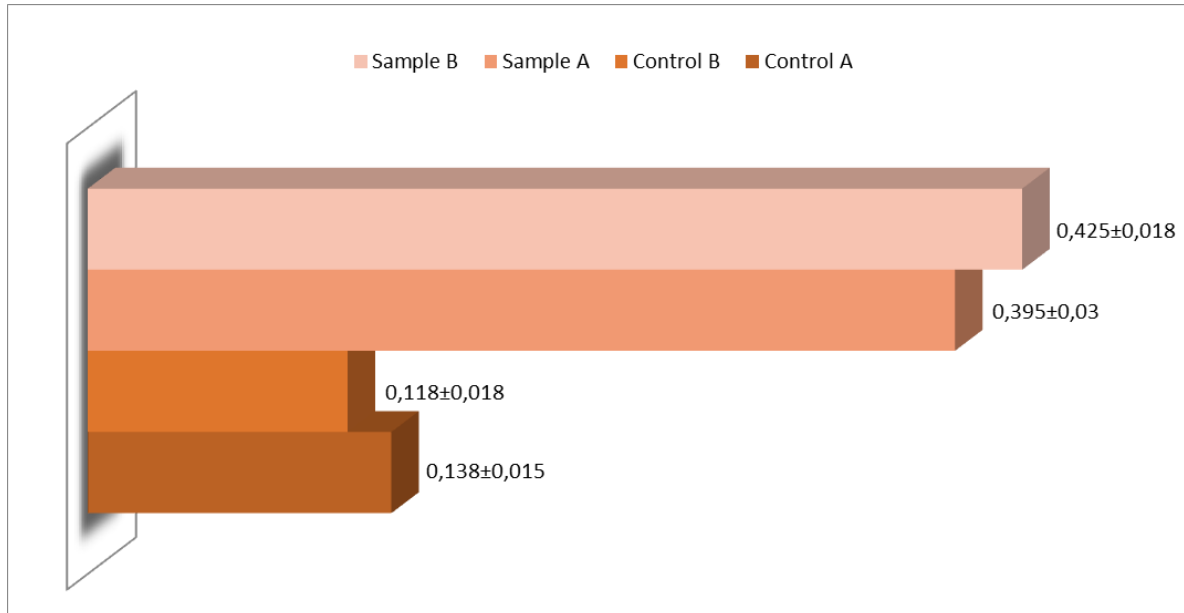
Εικόνα 47: Διάγραμμα ολικού φαινολικού περιεχομένου του ωσμωτικού διαλύματος με απόβλητα τριαντάφυλλου από την αρχή έως την λήξη της διαδικασίας σε συνάρτηση με το χρόνο ώσμωσης

Η αιτία της μείωσης αυτής θα μπορούσε να είναι η μεταφορά και ενίσχυση του φαινολικού περιεχομένου του μανιταριού. Προκειμένου, να αποδειχθεί ότι ο προαναφερθείς ισχυρισμός είναι αληθής, έγινε εκχύλιση ωσμωμένων (Sample A και B) και control (Control A και B) μανιταριών με την μέθοδο Soxhlet και ύστερα προσδιορίστηκε το φαινολικό περιεχόμενο με την μέθοδο Folin-Ciocalteu (Πιν. 6).

Πίνακας 6: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu των εκχυλισμένων μανιταριών.

Δείγματα	Ολικό φαινολικό περιεχόμενο (μg GAE/Lextracted mushroom)
Control A	0,138±0,015
Control B	0,118±0,018
Sample A	0,395±0,03
Sample B	0,425±0,018

Όπως φαίνεται στον Πιν. 6, επιβεβαιώνεται ότι τα φαινορικά τα οποία αφαιρέθηκαν από το υπερτονικό διάλυμα με τα απόβλητα του αρωματικού φυτού ενίσχυσαν το περιεχόμενο των μανιταριών που βρισκόντουσαν εντός αυτού κατά την διαδικασία της ώσμωσης. Στην Εικόνα 48 απεικονίζεται τα παραπάνω αποτελέσματα ώστε να γίνει αντιληπτή η πρόσληψη.



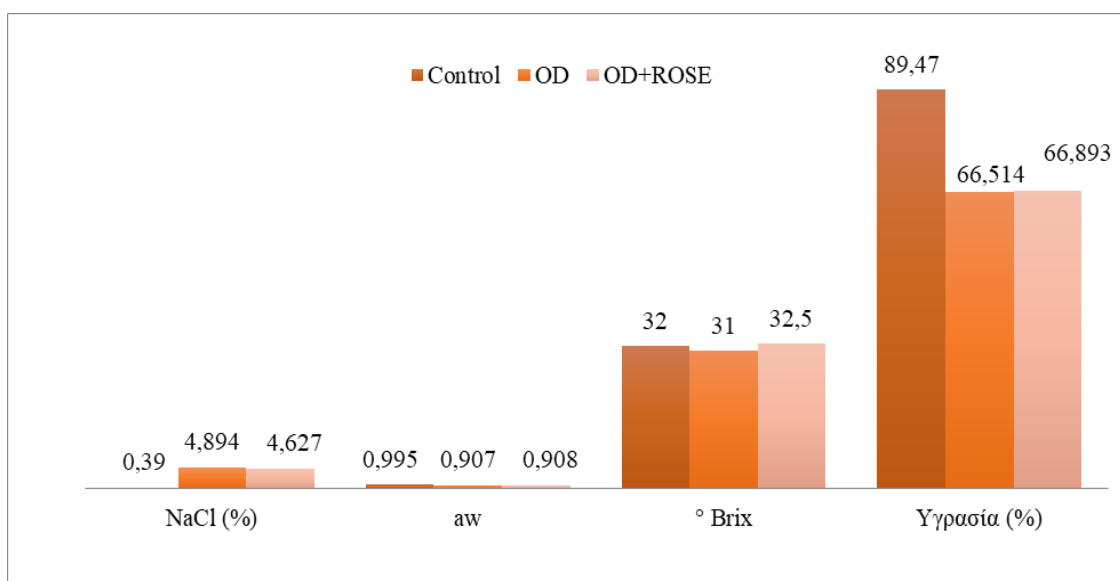
Εικόνα 48: Αποτελέσματα μεθόδου Folin-Ciocalteu των εκχυλισμένων μανιταριών σε μορφή ραβδογράμματος.

6.2.2. Μέτρηση ιδιοτήτων τροφίμου

Για τον έλεγχο μεταβλητότητας των ιδιοτήτων του τροφίμου στις τρεις εξεταζόμενες καταστάσεις, μετρήθηκαν στα δείγματα η αλατότητα, η ενεργότητα ύδατος, τα Βrix και το ποσοστό της υγρασίας, καθώς προσδιορίστηκαν η προσθήκη στερεών και η απώλεια ύδατος σύμφωνα με τις εξισώσεις 4 και 5. Οι μετρήσεις των ωσμωμένων δειγμάτων έγιναν μετά την λήξη της ωσμωτικής αφυδάτωσης και πριν την έναρξη συντήρησης αυτών στους 5°C. Η αλατότητα εκφράστηκε ως ποσοστό του NaCl και η υγρασία ως ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας του δείγματος.

Πίνακας 7: Αποτελέσματα αλατότητας, Brix, a_w και υγρασίας του ωσμωτικού διαλύματος στις τρεις εξεταζόμενες συνθήκες

	NaCl (%)	a_w	° Brix	Υγρασία (%)
Control	0,39±0,084	0,995±0,0004	32	89,47±0,525
OD	4,894±0,103	0,907±0,003	31	66,514±0,342
OD+ROSE	4,627±0,169	0,908±0,002	32,5	66,893±1,185

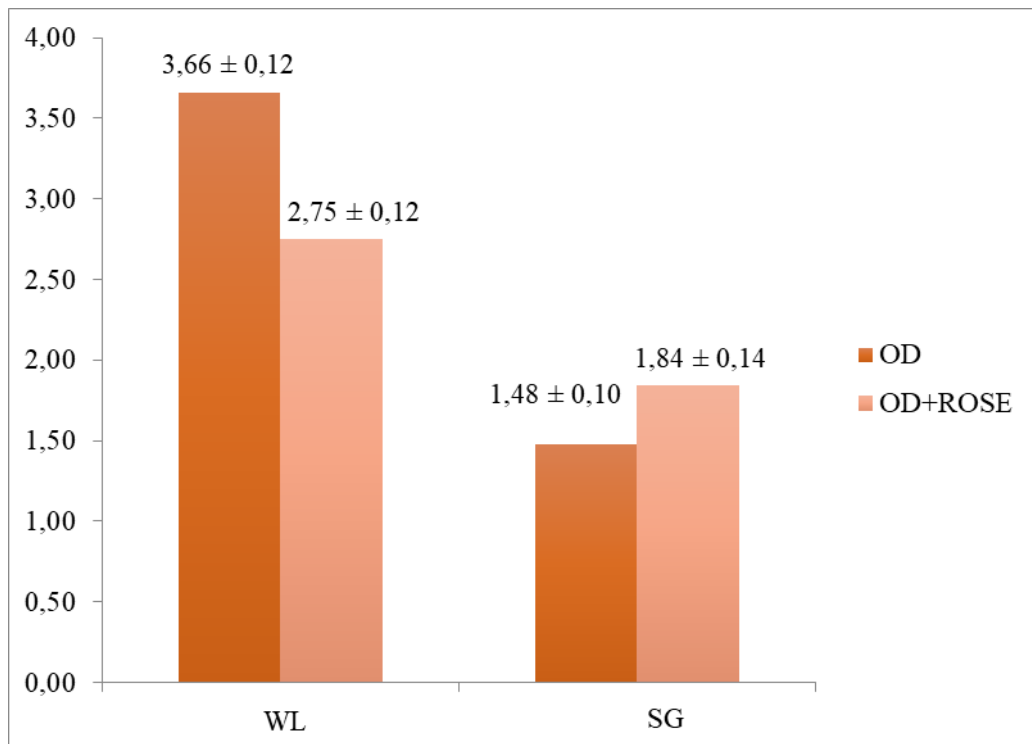


Εικόνα 49: Αποτελέσματα συγκέντρωση άλατος, Brix, a_w και υγρασίας στις τρεις εξεταζόμενες συνθήκες σε μορφή ραβδογράμματος

Όπως φαίνεται στον παραπάνω Πιν. 7, σημειώθηκε μεταβολή μεταξύ των ωσμωμένων δειγμάτων και του μάρτυρα. Πιο αναλυτικά, στην Εικ. 49 είναι εμφανής η αύξηση του περιεχόμενου αλατιού και η έντονη μείωση της υγρασίας μετά την ωσμωτική αφυδάτωση των μανιταριών σε σχέση με το control, είτε το ωσμωτικό διάλυμα περιείχε υγρά απόβλητα του αρωματικού φυτού είτε όχι, καθώς σημειώνεται η μείωση της ενεργότητας ύδατος της υγρασίας μετά την ωσμωτική αφυδάτωση. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρξε μεταβολή των διαλυτών στερεών συστατικών (μέσω της μέτρησης των Brix°) μεταξύ των ωσμωμένων και των μη ωσμωμένων δειγμάτων.

Όσον αφορά στο μοντέλο μεταφοράς μάζας, η απώλεια ύδατος και η πρόσληψη στερεών εξετάστηκε στα ωσμωμένα δείγματα δεδομένου ότι ο μάρτυρας δεν συμμετείχε στην διαδικασία της ώσμωσης. Όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Εικ. 50), τα δείγματα

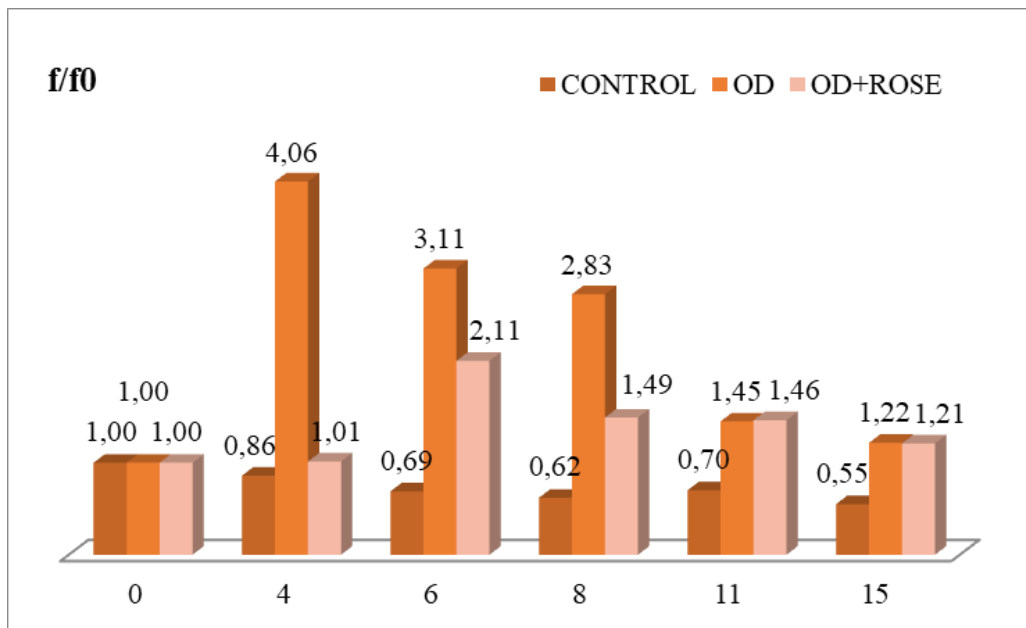
που το υπερτονικό τους διάλυμα περιείχε υγρά απόβλητα τριαντάφυλλου είχαν λιγότερη απώλεια ύδατος ($WL_{ODR}: 2,75 \pm 0,12$) και περισσότερη προσθήκη στερεών ($SG_{ODR}: 1,84 \pm 0,14$) από εκείνα των οποίων το διάλυμα ήταν με νερό ($WL_{OD}: 3,66 \pm 0,12$ και $SG_{OD}: 1,48 \pm 0,10$). Αυτό σημαίνει ότι το παραπροϊόν του τριαντάφυλλου διατήρησε την δομή του μανιταριού καλύτερα καθ' όλη την διάρκεια της διαδικασίας.



Εικόνα 50: Διάγραμμα απεικόνισης αποτελεσμάτων της προσθήκης στερεών και απώλειας ύδατος των ωσμομένων δειγμάτων για τις δυο συνθήκες (OD και OD+ROSE).

6.2.3. Μεταβολή υφής: μεταβολή σκληρότητας (f/f_0)

Προκειμένου να εξεταστεί η μεταβολή της υφής, και κατ' επέκταση της δομής, των δειγμάτων, μελετήθηκε ο συντελεστής f/f_0 . Ο παρών συντελεστής μελετά την μεταβολή της σκληρότητας των δειγμάτων σε σύγκριση με την σκληρότητα που είχαν την ημέρα 0 κατά τη διάρκεια της συντήρησης.



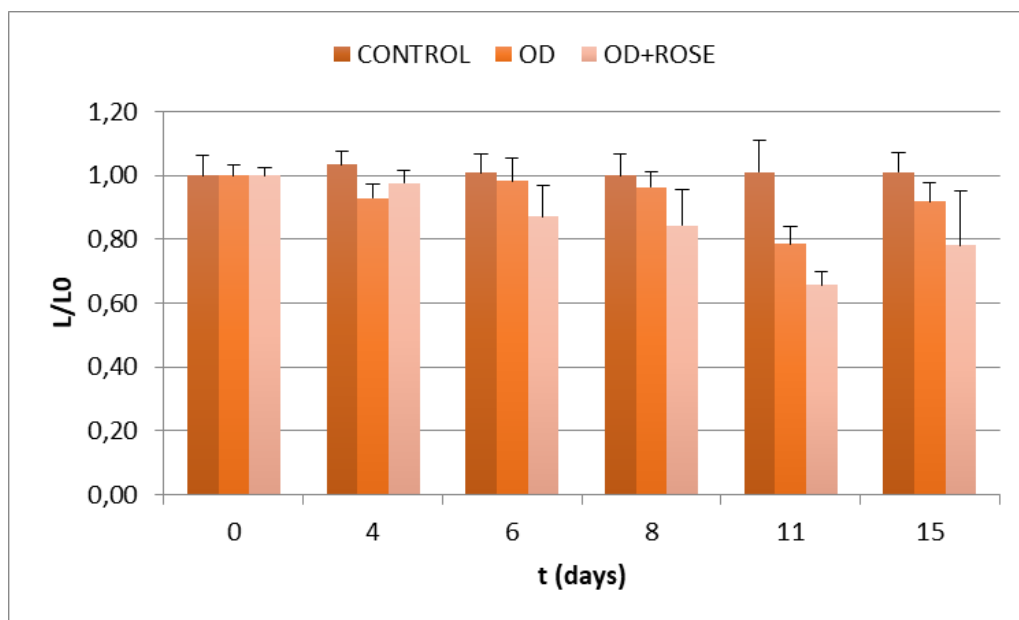
Εικόνα 51: Μεταβολή της σκληρότητας των μανιταριών στην διάρκεια των 15 ημερών συντήρησης.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 51, σημειώνεται διαφοροποίηση μεταξύ των δειγμάτων στη γενική εικόνα. Συγκεκριμένα, τα δείγματα σε κάθε περίπτωση είχαν κάποια μείωση σκληρότητας στη δομή τους, με εκείνη των ωσμωμένων μανιταριών χωρίς την χρήση υγρών παραπροϊόντων (OD) να τονίζουν την έντονη ενίσχυση της σκληρότητας τους από την αρχική τους κατάσταση. Στη περίπτωση των ωσμωμένων δειγμάτων με τη χρήση υγρών αποβλήτων τριαντάφυλλου (OD + ROSE) φαίνεται ότι υπήρξε ήπια αύξηση της σκληρότητας, διατηρώντας τη δομή του μανιταριού σχεδόν αναλλοίωτη καθ' όλη την διάρκεια συντήρησης, παράγοντας ενθαρρυντικός για την αξιοποίηση του αποβλήτου. Σε κάθε περίπτωση, οι τυχόν αυξομειώσεις των αποτελεσμάτων οφείλονται στην ανομοιομορφία των δειγμάτων, διότι δεν είναι δυνατή η παραγωγή ομοιόμορφων baby *Pleurotus* μανιταριών από τους παραγωγούς.

6.2.4. Μεταβολή φωτεινότητας (L/L_0)

Θεωρώντας το χρώμα ως βασικό στοιχείο ποιότητας και αποδοχής των τροφίμων, σημαντικός συντελεστής προς εξέταση είναι ο L/L_0 . Ο συντελεστής αυτός αποτελεί ένα ποιοτικό παράγοντα του χρώματος, ο οποίος περιγράφει την μεταβολής της φωτεινότητας

των δειγμάτων σε σύγκριση με την φωτεινότητα που είχαν την ημέρα 0 κατά τη διάρκεια της συντήρησης.



Εικόνα 52: Μεταβολή φωτεινότητας των μανιταριών στη διάρκεια των 15 ημερών συντήρησης.

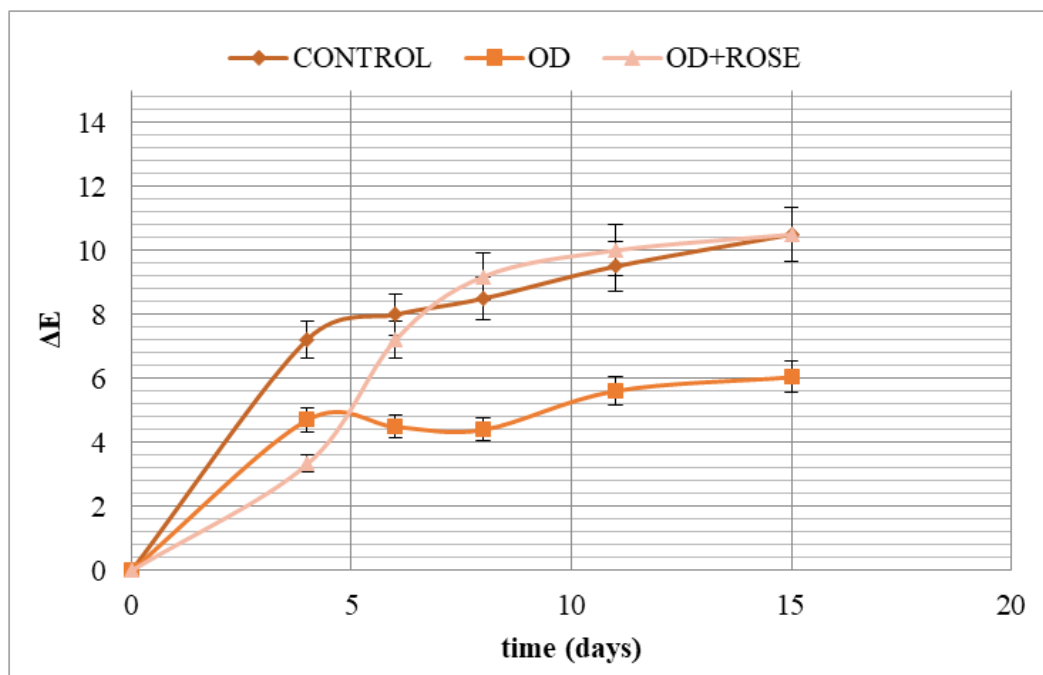
Όπως φαίνεται και στην Εικ. 52, η παράμετρος της φωτεινότητας του μανιταριού επηρεάστηκε ελάχιστα από την διαδικασία την ώσμωσης, αλλά επηρεάστηκε κυρίως με την χρήση του υγρού παραπροϊόντος του τριαντάφυλλου. Πιο αναλυτικά, τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες (CONTROL) δεν σημείωσαν ιδιαίτερη μεταβολή στο παράγοντα L. Αντίθετα, είναι φανερό ότι τα δείγματα τα οποία πέρασαν από την διαδικασία της ώσμωσης χωρίς την χρήση των υγρών αποβλήτων σημείωσαν πτώση της φωτεινότητας περίπου 21 %, ενώ εκείνα στα οποία έγινε χρήση υγρών παραπροϊόντων τριαντάφυλλου σημείωσαν πιο αυξημένη μείωση του συντελεστή L/L_0 της τάξεως του 34%. Αυτό αποδεικνύει ότι η ώσμωση είχε ήπια επιρροή στα δείγματα, δεδομένου της ελάχιστης μεταβολής που σημείωσε, αλλά η χρήση του παραπροϊόντος επηρέασε τον παράγοντα L καθ' όλη την διάρκεια της συντήρησης. Σύμφωνα με τους Μπιρμπίλη (2022) και Krokida, et al. (2000), η ωσμωτική αφυδάτωση, όντως, μειώνει την φωτεινότητα των δειγμάτων, προστατεύοντας τα παράλληλα από περαιτέρω μείωση.

Επίσης, παρατηρώντας την γενική εικόνα, και το μεγάλο σφάλμα των error bars σε ορισμένες μετρήσεις, σημειώνονται κάποιες αυξομειώσεις οι οποίες και σε αυτή την

περίπτωση οφείλονται στην σημαντική ανομοιομορφία των δειγμάτων. Δυστυχώς, όσο και αν η διαλογή των μανιταριών ήταν αυστηρά επιλεκτική, οι τιμές των L διαφοροποιούνται λόγω των διαφορετικών μεγεθών και δομών που είχαν τα μανιτάρια σε κάθε υπό εξέταση σειρά. Με άλλα λόγια, τα δείγματα που είχαν μικρότερο μέγεθος ή είχαν κάποια ανωμαλία (σκίσιμο) επηρεάστηκαν ταχύτερα σε σχέση με μανιτάρια που είχαν πιο ομοιόμορφη και μεγαλύτερη δομή.

6.2.5. Μεταβολή του συνολικού χρώματος (ΔE)

Ένας εξίσου σημαντικός ποιοτικός παράγοντας του χρώματος που εξετάστηκε είναι ο ΔE . Με τον συντελεστή αυτό μελετάται η μεταβολή του συνολικού χρώματος ή των παραμέτρων L^* , a^* , b^* βάσει του συστήματος CIELAB σε σύγκριση με τις τιμές αυτών την ημέρα συντήρησης 0, όπως αυτό περιγράφεται στην εξίσωση 6. Στην ουσία, δίνει την εικόνα της εξέλιξης της μεταβολής του χρώματος κατά την διάρκεια της συντήρησης.



Εικόνα 53: Μεταβολή του συνολικού χρώματος των μανιταριών στη διάρκεια των 15 ημερών συντήρησης.

Σύμφωνα με την Εικ. 53, η ωσμωτική αφυδάτωση προστατεύει τα δείγματα από την υποβάθμιση χρώματος, όχι όμως τα υγρά απόβλητα των ρόδων. Πιο αναλυτικά, τα μανιτάρια τα οποία πέρασαν από την διαδικασία της ώσμωσης, χωρίς την χρήση των παραπροϊόντων, σημείωσαν την μικρότερη και πιο σταθερή πορεία των τιμών του ΔΕ, σε σύγκριση με τα Controls και τα OD+ROSE τα οποία σημείωσαν απότομη αύξηση. Στη περίπτωση των Controls, αποδεικνύεται η προστατευτική ικανότητα της ωσμωτικής διαδικασίας που περιορίζει την αμαύρωση των τροφίμων. Στην περίπτωση, όμως, των OD+ROSE, η μεταβολή του συνολικού χρώματος επηρεάστηκε από τα υγρά παραπροϊόντα του τριαντάφυλλου και όχι από την διαδικασία της ώσμωσης, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση της φωτεινότητας και την διατήρηση των θετικών τιμών των a^* και b^* (κόκκινο και κίτρινο).

6.2.6. Βελτίωση της διατηρησιμότητας

Άλλος ένας παράγοντας που εξετάστηκε στο παρόν πείραμα είναι η διατηρησιμότητα των δειγμάτων στους 5 °C.

Στην Εικ. 54 απεικονίζονται τα 5 δείγματα από τα Controls και τα OD την 11^η ημέρα συντήρησης τους στους 5°C. Όπως επισημαίνεται στην Εικ. 54, δυο από τα πέντε δείγματα από την σειρά των controls εμφάνισαν μούχλα ενώ τα ωσμωμένα δείγματα δεν έδειξαν κάποιο εμφανές δείγμα μικροβιακής προσβολής (δεν πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικές αναλύσεις).. Το αποτέλεσμα αυτό παρατηρήθηκε και την τελευταία μέρα μέτρησης των δειγμάτων, δηλαδή την 15^η ημέρα, και μπορεί να αποδοθεί στην σημαντική ελάττωση της ενεργότητας νερού που επέφερε η διεργασία της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Κατά παρόμοιο τρόπο, ούτε τα ωσμωμένα δείγματα, μετά από εμπλουτισμό μέσα στο διάλυμα των αποβλήτων ανέπτυξαν



Εικόνα 54: Φωτογραφικό υλικό την 11η ημέρα συντήρησης των Controls και OD

μικροβιακό φορτίο για τη δεδομένη περίοδο αποθήκευσης, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί, τόσο στην πτώση της a_w , όσο και στις αντιμικροβιακές ιδιότητες των παραπροϊόντων της απόσταξης των ρόδων. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι η ευνοϊκή επιρροή της ωσμωτικής αφυδάτωσης στην αύξηση της διατηρησιμότητας των μανιταριών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Συμπερασματικά, ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη και ο φυσικοχημικός χαρακτηρισμός των υγρών και στερεών παραπροϊόντων τριών αρωματικών φυτών: λεβάντα (*Lavandula angustifolia*), τριαντάφυλλο (*Rosa damascena*) και ρίγανη (*Origanum vulgare*) προκειμένου να εκτιμηθούν οι δυνατότητες αξιοποίησης αυτών στη βιομηχανία τροφίμων. Αρχικά, αναλύθηκαν τα παραπροϊόντα των αρωματικών φυτών εξετάζοντας το ολικό φαινολικό περιεχόμενο, την αντιριζική και την αντιοξειδωτική ισχύ. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι τα ξηρά παραπροϊόντα της λεβάντας σημειώνουν σημαντικές διαφορές έναντι των άλλων παραπροϊόντων σε σχέση με το ολικό φαινολικό περιεχόμενο τους και την αντιοξειδωτική και αντιριζική ισχύ τους. Ωστόσο, η ρίγανη πλησιάζει την αντιριζική ισχύ και το πλούσιο φαινολικό περιεχόμενο των ρόδων, ενώ η λεβάντα σημειώνει τις χαμηλότερες τιμές και στις τρεις περιπτώσεις. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα και στα υγρά παραπροϊόντα.

Εν συνεχεία, έγινε εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης των υγρών παραπροϊόντων τριαντάφυλλου σε baby *Pleurotus* μανιτάρια. Για το λόγο αυτό έγιναν τρεις σειρές δειγμάτων: οι μάρτυρες, τα μανιτάρια που επεξεργάστηκαν με ωσμωτική αφυδάτωση και εκείνα που στο διάλυμα ώσμωσης ενσωματώθηκαν τα υγρά απόβλητα του ρόδου. Μετά την λήξη της ωσμωτικής διαδικασίας, σημειώθηκε σημαντική μείωση της ενεργότητας ύδατος, μείωση της υγρασίας και αύξησης της αλατότητας των ωσμωμένων δειγμάτων.

Τέλος, τα δείγματα μελετήθηκαν υπό ψύξη στους 5°C για διάστημα δεκαπέντε ημερών, όπου και σημειώθηκαν διαφορές στην υφή και στο χρώμα. Συγκεκριμένα, ως προς το παράγοντα του χρώματος, τα υγρά απόβλητα τριαντάφυλλου μείωσαν την φωτεινότητα και επηρέασαν πολύ την συνολική μεταβολή χρώματος των μανιταριών (λόγω του σκούρου, μωβ χρώματος των ίδιων των υγρών παραπροϊόντων των ρόδων), σε σύγκριση με τα άλλα ωσμωμένα μανιτάρια, που δεν εμβαπτίστηκαν σε παραπροϊόντα, τα οποία είχαν να μεν λιγότερη μείωση της φωτεινότητας αλλά διατήρησαν σταθερό το συνολικό τους χρώμα χάρη της ωσμωτικής αφυδάτωσης. Εξίσου και τα controls, αν και δεν σημείωσαν σημαντική πτώση των τιμών L*, είχαν απότομη αύξηση των τιμών ΔΕ. Ως προς το παράγοντα της υφής, τόσο τα OD+ROSE, όσο και τα OD είχαν σημαντική αύξηση της σκληρότητας, σε σχέση με τα controls που έδειξαν να μαλακώνουν αρκετά στη συντήρηση υπό ψύξη. Επίσης, φάνηκε ότι η ωσμωτική αφυδάτωση είναι μια επεξεργασία η οποία παρατείνει την διάρκεια ζωής, καθώς όπως αποδείχθηκε την ενδέκατη ημέρα τα

CONTROLS παρουσίασαν μούχλα ενώ τα OD και OD+ROSE δεν παρουσίασαν καμία εξωτερική μικροβιακή προσβολή.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία, παρακάτω παρατίθενται:

- Ενδεικτική εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης με τη χρήση παραπροϊόντων *Rosa damascena* σε συνδυασμό με κάποιο άλλο (ίσως πιο άχρωμο) παραπροϊόν αρωματικού φυτού παραπροϊόν σε μανιτάρια ή εν γένει τρόφιμα, προκειμένου να μην τροποποιηθεί έντονα η εμφάνιση του 'νέου' προϊόντος.
- Ενδεικτική εφαρμογή ωσμωτικής αφυδάτωσης με τη χρήση *Rosa damascene* σε άλλου τύπου τρόφιμο (λόγου χάρη κρέας ή κόκκινο ψάρι) που δεν θα επηρεάζει την εξωτερική εικόνα του τροφίμου σε μια περαιτέρω επεξεργασία (λόγου χάρη θερμική επεξεργασία).
- Μελέτη ωσμωτικής αφυδάτωσης σε διαφορετικές συνθήκες.
- Εφαρμογή άλλων ειδών επεξεργασίας για την αύξηση της διατηρησιμότητας.
- Μέτρηση οργανοληπτικών παραμέτρων μέσω οργανοληπτικού ελέγχου.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Achuthan, C. R., Babu, B. H., & Padikkala, J. (2003). Antioxidant and hepatoprotective effects of *Rosa damascena*. *Pharmaceutical biology*, *41*(5), 357-361.

Aćimović, M. G., Tešević, V. V., Smiljanić, K. T., Cvetković, M. T., Stanković, J. M., Kiprovski, B. M., & Sikora, V. S. (2020). Hydrolates: By-products of essential oil distillation: Chemical composition, biological activity and potential uses. *Advanced technologies*, *9*(2), 54-70.

Adaszyńska-Skwirzyńska, M., & Szczerbińska, D. (2018). The antimicrobial activity of lavender essential oil (*Lavandula angustifolia*) and its influence on the production performance of broiler chickens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, *102*(4), 1020-1025.

Agaoglu, Y. S. (2000). Rose oil industry and the production of oil rose (*Rosa damascena* Mill.) in Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *14*(2), 8-15.

Akgül, G., Madenoğlu, T. G., Cengiz, N. Ü., Gökkaya, D., Sağlam, M., & Yüksel, M. (2014). Hydrothermal gasification of *Rosa Damascena* residues: Gaseous and aqueous yields. *The Journal of Supercritical Fluids*, *85*, 135-142.

Alizadeh, Z., & Fattahi, M. (2021). Essential oil, total phenolic, flavonoids, anthocyanins, carotenoids and antioxidant activity of cultivated damask rose (*Rosa damascena*) from Iran: with chemotyping approach concerning morphology and composition. *Scientia Horticulturae*, *288*, 110341.

Andoğan, B. C., Baydar, H., Kaya, S., Demirci, M., Özbaşar, D., & Mumcu, E. (2002). Antimicrobial activity and chemical composition of some essential oils. *Archives of pharmacal research*, *25*(6), 860-864.

Andrys, D., Kulpa, D., Grzeszczuk, M., Bihun, M., & Dobrowolska, A. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of *Lavandula angustifolia* Mill. field-grown and propagated in vitro. *Folia Horticulturae*, *29*(2), 161-180.

- Bagheri-Nesami, M., Espahbodi, F., Nikkhah, A., Shorofi, S. A., & Charati, J. Y. (2014). The effects of lavender aromatherapy on pain following needle insertion into a fistula in hemodialysis patients. *Complementary therapies in clinical practice*, 20(1), 1-4.
- Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., & Ulbricht, C. (2004). Lavender (*Lavandula angustifolia miller*). *Journal of herbal pharmacotherapy*, 4(2), 63-78
- Basim, E. S. İ. N., & Basim, H. Ü. S. E. Y. İ. N. (2003). Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil. *Fitoterapia*, 74(4), 394-396.
- Baydar, N. G., & Baydar, H. (2013). Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts. *Industrial Crops and Products*, 41, 375-380.
- Benavides, S., Villalobos-Carvajal, R., & Reyes, J. E. (2012). Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration. *Journal of food engineering*, 110(2), 232-239.
- Bikmoradi, A., Khaleghverdi, M., Seddighi, I., Moradkhani, S., Soltanian, A., & Cheraghi, F. (2017). Effect of inhalation aromatherapy with lavender essence on pain associated with intravenous catheter insertion in preschool children: a quasi-experimental study. *Complementary therapies in clinical practice*, 28, 85-91.
- Boskabady, M. H., Shafei, M. N., Saberi, Z., & Amini, S. (2011). Pharmacological effects of *Rosa damascena*. *Iranian journal of basic medical sciences*, 14(4), 295.
- Bouloumpasi, E., Hatzikamari, M., Lazaridou, A., Chatzopoulou, P., Biliaderis, C. G., & Irakli, M. (2021, October). Antibacterial and Antioxidant Properties of Oregano and Rosemary Essential Oil Distillation By-Products. In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 6, No. 1, p. 47). MDPI.
- Cavanagh, H. M., & Wilkinson, J. M. (2005). Lavender essential oil: a review. *Australian infection control*, 10(1), 35-37.
- Charles, D. J. (2012). Lavender. In *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources* (pp. 363-369). Springer, New York, NY.

- Chilev, C., Simeonov, E., Dimitrova, B., Yonkova, V., Pietsch, S., Heinrich, S., & Peshev, D. (2022). VALORIZATION OF WASTE LAVENDER RESIDUE FROM THE ESSENTIAL OIL INDUSTRY FOR PRODUCTION OF ROSMARINIC ACID-A STUDY ON THE SOLID-LIQUID EXTRACTION. *Journal of Chemical Technology & Metallurgy*, 57(3).
- Chochkov, R., Denkova, R., Denkova, Z., Denev, P., Vasileva, I., Dessev, T., ... & Slavov, A. (2022). Utilization of Industrial Rosa damascena Mill. By-products and Cocoa Pod Husks as Natural Preservatives in Muffins. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 66(1), 157-166.
- Ciocarlan, A., Lupascu, L., Aricu, A., Dragalin, I., Popescu, V., Geana, E. I., ... & Zinicovscaia, I. (2021). Chemical composition and assessment of antimicrobial activity of lavender essential oil and some by-products. *Plants*, 10(9), 1829.
- Cosimi, S., Rossi, E., Cioni, P. L., & Canale, A. (2009). Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 45(2), 125-132.
- Da Porto, C., Decorti, D., & Kikic, I. (2009). Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. *Food Chemistry*, 112(4), 1072-1078.
- de Rapper, S., Kamatou, G., Viljoen, A., & van Vuuren, S. (2013). The in vitro antimicrobial activity of *Lavandula angustifolia* essential oil in combination with other aroma-therapeutic oils. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- Deepalakshmi, K., & Sankaran, M. (2014). *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology*, 5(2), 718-726.
- Denner, S. S. (2009). *Lavandula angustifolia* miller: english lavender. *Holistic Nursing Practice*, 23(1), 57-64.
- Di Piazza, S., Benvenuti, M., Damonte, G., Cecchi, G., Mariotti, M. G., & Zotti, M. (2021). Fungi and circular economy: *Pleurotus ostreatus* grown on a substrate with agricultural waste of lavender, and its promising biochemical profile. *Recycling*, 6(2), 40.

- Dina, E., Sklirou, A. D., Chatzigeorgiou, S., Manola, M. S., Cheilari, A., Louka, X. P., ... & Trougamos, I. P. (2021). An enriched polyphenolic extract obtained from the by-product of *Rosa damascena* hydrodistillation activates antioxidant and proteostatic modules. *Phytomedicine*, *93*, 153757.
- Diprat, A. B. et al. (2020) 'Chlorella sorokiniana : A new alternative source of carotenoids and proteins for gluten-free bread', *LWT*, *134*(July), p. 109974. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109974.
- Fernandes, R. P. P., Trindade, M. A., Tonin, F. G., Pugine, S. M. P., Lima, C. G., Lorenzo, J. M., & De Melo, M. P. (2017). Evaluation of oxidative stability of lamb burger with *Origanum vulgare* extract. *Food chemistry*, *233*, 101-109.
- Fulga, A., Gorincioi, E., Barba, A., Dragalin, I., & Ungur, N. (2017). Capitalization of the lavender wastes in solving tasks of ursolic acid chemistry. In *Ecological and environmental chemistry* (pp. 157-157).
- Gabbrielli, G., Loggini, F., Cioni, P. L., Giannaccini, B., & Mancuso, E. (1988). Activity of lavandino essential oil against non-tubercular opportunistic rapid grown mycobacteria. *Pharmacological research communications*, *20*, 37-40.
- Gateva, S., Jovtchev, G., Angelova, T., Dobрева, A., & Mileva, M. (2022). The anti-genotoxic activity of wastewaters produced after water-steam distillation of Bulgarian *Rosa damascena* Mill. and *Rosa alba* L. essential oils. *Life*, *12*(3), 455.
- Giannakourou, M. C., Poulis, S., Konteles, S. J., Dipla, A., Lougovois, V. P., Kyrana, V., ... & Sinanoglou, V. J. (2021). Combined effect of impregnation with an *origanum vulgare* infusion and osmotic treatment on the shelf life and quality of chilled chicken fillets. *Molecules*, *26*(9), 2727.
- Giannakourou, M. C., Tsironi, T., Thanou, I., Tsagri, A. M., Katsavou, E., Lougovois, V., ... & Sinanoglou, V. J. (2019). Shelf life extension and improvement of the nutritional value of fish fillets through osmotic treatment based on the sustainable use of *rosa damascena* distillation by-products. *Foods*, *8*(9), 421.
- Giannenas, I., Bonos, E., Christaki, E., & Florou-Paneri, P. (2018). Oregano: a feed additive with functional properties. In *Therapeutic Foods* (pp. 179-208). Academic Press.

- Gochev, V., Wlcek, K., Buchbauer, G., Stoyanova, A., Dobрева, A., Schmidt, E., & Jirovetz, L. (2008). Comparative evaluation of antimicrobial activity and composition of rose oils from various geographic origins, in particular Bulgarian rose oil. *Natural Product Communications*, 3(7), 1934578X0800300706.
- Greff, B., Szigeti, J., Varga, Á., Lakatos, E., Sáhó, A., & Varga, L. (2021). Effect of bacterial inoculation on co-composting of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) waste and cattle manure. *3 Biotech*, 11(6), 306.
- Haghighi, M., Tehranifar, A., Nikbakht, A., & Kafi, M. (2006, August). Research and current profile of Iranian production of damask rose (*Rosa damascena* Mill.). In *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Asian Plants with Unique Horticultural 769* (pp. 449-455).
- Hanif, M. A., Nawaz, H., Khan, M. M., & Byrne, H. J. (Eds.). (2019). Medicinal plants of South Asia: novel sources for drug discovery.
- Hersch-Martínez, P., Leños-Miranda, B. E., & Solórzano-Santos, F. (2005). Antibacterial effects of commercial essential oils over locally prevalent pathogenic strains in Mexico. *Fitoterapia*, 76(5), 453-457.
- Hohmann, J., Zupkó, I., Rédei, D., Csányi, M., Falkay, G., Máthé, I., & Janicsák, G. (1999). Protective effects of the aerial parts of *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* and *Lavandula angustifolia* and their constituents against enzyme-dependent and enzyme-independent lipid peroxidation. *Planta medica*, 65(06), 576-578.
- Hossain, S., Heo, H., De Silva, B. C. J., Wimalasena, S. H. M. P., Pathirana, H. N. K. S., & Heo, G. J. (2017). Antibacterial activity of essential oil from lavender (*Lavandula angustifolia*) against pet turtle-borne pathogenic bacteria. *Laboratory animal research*, 33(3), 195-201.
- Hritcu, L., Cioanca, O., & Hancianu, M. (2012). Effects of lavender oil inhalation on improving scopolamine-induced spatial memory impairment in laboratory rats. *Phytomedicine*, 19(6), 529-534.
- Inouye, S., Takizawa, T., & Yamaguchi, H. (2001). Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 47(5), 565-573.

- Jafari-Sales, A., Jafari, B., Khaneshpour, H., & Pashazadeh, M. (2020). Antibacterial effect of methanolic extract of rosa damascena on standard bacteria Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa in vitro. *International Journal of Nature and Life Sciences*, 4(1), 40-46.
- Jagtap, N. S., Wagh, R. V., Chatli, M. K., Malav, O. P., Kumar, P., & Mehta, N. (2019). Functional goat meat nuggets fortified with novel bioactive Carica papaya L. and Origanum vulgare extracts and storage stability thereof. *Nutrition & Food Science*.
- Jianu, C., Pop, G., TGruia, A., & Horhat, F. G. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of lavender (Lavandula angustifolia) and lavandin (Lavandula x intermedia) grown in Western Romania. *International journal of agriculture and biology*, 15(4).
- Juven, B. J., Kanner, J., Schved, F., & Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of applied bacteriology*, 76(6), 626-631.
- Kalogiouri, N. P., Kokokiris, L. E., Doulgeraki, S., N Papadopoulos, A., & Samanidou, V. F. (2021). Determination of phenolic antioxidants in tuna fillets canned in hydrosols with HPLC-DAD. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(8), 4091-4097.
- Kamali, Z., Moazzezi, S., & Labbeiki, G. (2020). An investigation on the possibility of production of cookie containing sunflower seed meal flour and Rosa damascena waste extract. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, 3(2), 147-159.
- Kaurinovic, B., Popovic, M., Vlaisavljevic, S., & Trivic, S. (2011). Antioxidant capacity of Ocimum basilicum L. and Origanum vulgare L. extracts. *Molecules*, 16(9), 7401-7414.
- Kazaz, S., BaydaR, H., & ERBaS, S. (2009). Variations in chemical compositions of Rosa damascena Mill. and Rosa canina L. fruits. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(3), 178-184.
- Kermani, M., Izanloo, H., Kalantary, R. R., Barzaki, H. S., & Kakavandi, B. (2017). Study of the performances of low-cost adsorbents extracted from Rosa damascena in aqueous solutions decolorization. *Desalination and Water Treatment*, 80, 357-369.

- Kim, S. I., Yoon, J. S., Jung, J. W., Hong, K. B., Ahn, Y. J., & Kwon, H. W. (2010). Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *13*(4), 369-373.
- Kirimer, N., Mokhtarzadeh, S., Demirci, B., Goger, F., Khawar, K. M., & Demirci, F. (2017). Phytochemical profiling of volatile components of *Lavandula angustifolia* Miller propagated under in vitro conditions. *Industrial Crops and Products*, *96*, 120-125.
- Kovatcheva, N., Zheljazkov, V. D., & Astatkie, T. (2011). Productivity, oil content, composition, and bioactivity of oil-bearing rose accessions. *HortScience*, *46*(5), 710-714.
- Krokida, M. K., Karathanos, V. T., & Maroulis, Z. B. (2000). Effect of osmotic dehydration on color and sorption characteristics of apple and banana. *Drying Technology*, *18*(4-5), 937-950.
- Kuliscic, T., Radonic, A., Katalinic, V., & Milos, M. (2004). Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food chemistry*, *85*(4), 633-640.
- Kumar, N., Singh, B., & Kaul, V. K. (2006). Flavonoids from *Rosa damascena* mill. *Natural Product Communications*, *1*(8), 1934578X0600100805.
- Kunicka-Styczyńska, A., Śmigielski, K., Prusinowska, R., Rajkowska, K., Kuśmider, B., & Sikora, M. (2015). Preservative activity of lavender hydrosols in moisturizing body gels. *Letters in applied microbiology*, *60*(1), 27-32.
- Kwon, E. K., Lee, D. Y., Lee, H., Kim, D. O., Baek, N. I., Kim, Y. E., & Kim, H. Y. (2010). Flavonoids from the buds of *Rosa damascena* inhibit the activity of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme a reductase and angiotensin I-converting enzyme. *Journal of agricultural and food chemistry*, *58*(2), 882-886.
- Lagouri, V., & Boskou, D. (1996). Nutrient antioxidants in oregano. *International journal of food sciences and nutrition*, *47*(6), 493-497.
- Lakhrissi, B., Boukhraz, A., Barrahi, M., Hartiti, H. E., & Ouhssine, M. (2016). Antifungal activity of essential oil of oregano (*Origanum vulgare*), marjoram (*Origanum majorana*) and synergy of two essential oils against *Candida albicans*. *Int. J. Res. Stud. Sci. Eng*, *3*, 14-17.

- Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E. P., Vazquez-Olivo, G., & Heredia, J. B. (2017). Essential oils of oregano: Biological activity beyond their antimicrobial properties. *Molecules*, 22(6), 989.
- Mahboubi, M. (2016). Rosa damascena as holy ancient herb with novel applications. *Journal of traditional and complementary medicine*, 6(1), 10-16.
- Mahboubi, M., Kazempour, N., Khamechian, T., Fallah, M. H., & Kermani, M. M. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of Rosa damascena Mill essential oil. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 1(1), 19-26.
- Mahmood, N., Piacente, S., Pizza, C., Burke, A., Khan, A. I., & Hay, A. J. (1996). The anti-HIV activity and mechanisms of action of pure compounds isolated from rosa damascena. *Biochemical and biophysical research communications*, 229(1), 73-79.
- Malekifard, F., Tavassoli, M., & Alimoradi, M. (2021). In vitro assessment of anti-Trichomonas effects of Zingiber officinale and Lavandula angustifolia alcoholic extracts on Trichomonas gallinae. In *Veterinary Research Forum* (Vol. 12, No. 1, p. 95). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- Mantovani, A. L., Vieira, G. P., Cunha, W. R., Groppo, M., Santos, R. A., Rodrigues, V., ... & Crotti, A. E. (2013). Chemical composition, antischistosomal and cytotoxic effects of the essential oil of Lavandula angustifolia grown in Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23(6), 877-884.
- Marovska, G., Vasileva, I., Petkova, N., Ognyanov, M., Gandova, V., Stoyanova, A., ... & Slavov, A. (2022). Lavender (Lavandula angustifolia Mill.) industrial by-products as a source of polysaccharides. *Industrial Crops and Products*, 188, 115678.
- Martucci, J. F., Gende, L. B., Neira, L. M., & Ruseckaite, R. A. (2015). Oregano and lavender essential oils as antioxidant and antimicrobial additives of biogenic gelatin films. *Industrial Crops and Products*, 71, 205-213.
- Maruyama, N., Tansho-Nagakawa, S., Miyazaki, C., Shimomura, K., Ono, Y., & Abe, S. (2017). Inhibition of neutrophil adhesion and antimicrobial activity by diluted hydrosol prepared from Rosa damascena. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 40(2), 161-168.

- Milos, M., Mastelic, J., & Jerkovic, I. (2000). Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*). *Food chemistry*, 71(1), 79-83.
- Mirzaei, M., Sefidkon, F., Ahmadi, N., Shojaeiyan, A., & Hosseini, H. (2016). Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) essential oil is affected by short-and long-term handling. *Industrial Crops and Products*, 79, 219-224.
- Moghadami, F., Dolatabadi, S., & Nazem, H. A. (2012). Antimicrobial activity of alcohol and aqueous extract of *Lavandula angustifolia* leaves and flowers on *Staphylococcus pyogenes* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*, 20(82), 52-61.
- Mollov, P., Mihalev, K., Shikov, V., Yoncheva, N., & Karagyozev, V. (2007). Colour stability improvement of strawberry beverage by fortification with polyphenolic copigments naturally occurring in rose petals. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(3), 318-321.
- Moon, T., Wilkinson, J. M., & Cavanagh, H. M. (2006). Antiparasitic activity of two *Lavandula* essential oils against *Giardia duodenalis*, *Trichomonas vaginalis* and *Hexamita inflata*. *Parasitology research*, 99, 722-728.
- Mori, H. M., Kawanami, H., Kawahata, H., & Aoki, M. (2016). Wound healing potential of lavender oil by acceleration of granulation and wound contraction through induction of TGF- β in a rat model. *BMC complementary and alternative medicine*, 16, 1-11.
- Najibullah, S. N. M., Ahamad, J., Aldahish, A. A., Sultana, S., & Sultana, S. (2021). Chemical characterization and α -glucosidase inhibitory activity of essential oil of *Lavandula angustifolia* flowers. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24(3), 431-438.
- Nasiri, A., Mahmodi, M. A., & Nobakht, Z. (2016). Effect of aromatherapy massage with lavender essential oil on pain in patients with osteoarthritis of the knee: A randomized controlled clinical trial. *Complementary therapies in clinical practice*, 25, 75-80.
- Nelson, R. R. (1997). In-vitro activities of five plant essential oils against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 40(2), 305-306.

Nikolova, G., Karamalakova, Y., Kovacheva, N., Stanev, S., Zheleva, A., & Gadjeva, V. (2016). Protective effect of two essential oils isolated from *Rosa damascena* Mill. and *Lavandula angustifolia* Mill, and two classic antioxidants against L-dopa oxidative toxicity induced in healthy mice. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, *81*, 1-7.

Nitzsche, A., Tokalov, S. V., Gutzeit, H. O., & Ludwig-Müller, J. (2004). Chemical and biological characterization of cinnamic acid derivatives from cell cultures of lavender (*Lavandula officinalis*) induced by stress and jasmonic acid. *Journal of agricultural and food chemistry*, *52*(10), 2915-2923.

Ntalli, N. G., Ozalexandridou, E. X., Kasiotis, K. M., Samara, M., & Golfopoulos, S. K. (2020). Nematicidal activity and phytochemistry of Greek Lamiaceae species. *Agronomy*, *10*(8), 1119.

Nunes, H., & Miguel, M. G. (2017). *Rosa damascena* essential oils: a brief review about chemical composition and biological properties. *Trends in phytochemical research*, *1*(3), 111-128.

Orhan-Yanikan, E., Gülseren, G., & Ayhan, K. (2022). Antimicrobial characteristics of *Thymus vulgaris* and *Rosa damascena* oils against some milk-borne bacteria. *Microchemical Journal*, *183*, 108069.

Özcan, M. M., Arslan, D., & Aydar, A. O. (2008). The use of the oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil and hydrosol in green olive fermentation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *51*, 601-605.

Özkan, G., Sagdiç, O., Baydar, N. G., & Baydar, H. A. S. A. N. (2004). Note: Antioxidant and antibacterial activities of *Rosa damascena* flower extracts. *Food science and technology international*, *10*(4), 277-281.

Özkan, G., Sagdiç, O., Baydar, N. G., & Baydar, H. A. S. A. N. (2004). Note: Antioxidant and antibacterial activities of *Rosa damascena* flower extracts. *Food science and technology international*, *10*(4), 277-281.

Pal, P. K. (2013). Evaluation, genetic diversity, recent development of distillation method, challenges and opportunities of *Rosa damascena*: a review. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *16*(1), 1-10.

- Panahi, Y., Akhavan, A., Sahebkar, A., Hosseini, S. M., Taghizadeh, M., Akbari, H., ... & Imani, S. (2014). Investigation of the effectiveness of *Syzygium aromaticum*, *Lavandula angustifolia* and *Geranium robertianum* essential oils in the treatment of acute external otitis: A comparative trial with ciprofloxacin. *Journal of microbiology, immunology and infection*, 47(3), 211-216.
- Papachristos, D. P., Karamanoli, K. I., Stamopoulos, D. C., & Menkissoglu-Spiroudi, U. (2004). The relationship between the chemical composition of three essential oils and their insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 60(5), 514-520.
- Rai, V. K., Sinha, P., Yadav, K. S., Shukla, A., Saxena, A., Bawankule, D. U., ... & Yadav, N. P. (2020). Anti-psoriatic effect of *Lavandula angustifolia* essential oil and its major components linalool and linalyl acetate. *Journal of ethnopharmacology*, 261, 113127.
- Ramić, D., Bucar, F., Kunej, U., Dogša, I., Klančnik, A., & Smole Možina, S. (2021). Antibiofilm potential of *Lavandula* preparations against *Campylobacter jejuni*. *Applied and environmental microbiology*, 87(19), e01099-21.
- Rodrigues, N., Malheiro, R., Casal, S., Manzanera, M. C. A. S., Bento, A., & Pereira, J. A. (2012). Influence of spike lavender (*Lavandula latifolia* Med.) essential oil in the quality, stability and composition of soybean oil during microwave heating. *Food and chemical Toxicology*, 50(8), 2894-2901.
- Rozman, V., Kalinovic, I., & Korunic, Z. (2007). Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. *Journal of stored products research*, 43(4), 349-355.
- Sagdic, O., Ozturk, I., & Tornuk, F. (2013). Inactivation of non-toxigenic and toxigenic *Escherichia coli* O157: H7 inoculated on minimally processed tomatoes and cucumbers: Utilization of hydrosols of Lamiaceae spices as natural food sanitizers. *Food Control*, 30(1), 7-14.
- Sağdıç, O. (2003). Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregano hydrosols. *LWT-Food Science and Technology*, 36(5), 467-473.

- Salehi, B., Mnayer, D., Özçelik, B., Altin, G., Kasapoğlu, K. N., Daskaya-Dikmen, C., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Plants of the genus *Lavandula*: From farm to pharmacy. *Natural Product Communications*, 13(10), 1934578X1801301037.
- Seyyed-Rasooli, A., Salehi, F., Mohammadpoorasl, A., Goljaryan, S., Seyyedi, Z., & Thomson, B. (2016). Comparing the effects of aromatherapy massage and inhalation aromatherapy on anxiety and pain in burn patients: A single-blind randomized clinical trial. *Burns*, 42(8), 1774-1780.
- Shabbir, F., Hanif, M. A., Ayub, M. A., Jilani, M. I., & Rahman, S. (2020). Damask Rose. In *Medicinal Plants of South Asia* (pp. 217-230). Elsevier.
- Sheikhan, F., Jahdi, F., Khoei, E. M., Shamsalizadeh, N., Sheikhan, M., & Haghani, H. (2012). Episiotomy pain relief: Use of Lavender oil essence in primiparous Iranian women. *Complementary therapies in clinical practice*, 18(1), 66-70.
- Shohayeb, M., Abdel-Hameed, E. S. S., Bazaid, S. A., & Maghrabi, I. (2014). Antibacterial and antifungal activity of *Rosa damascena* MILL. essential oil, different extracts of rose petals. *Global Journal of Pharmacology*, 8(1), 1-7.
- Shokri, A., Saeedi, M., Fakhar, M., Morteza-Semnani, K., Keighobadi, M., Teshnizi, S. H., ... & Sadjadi, S. (2017). Antileishmanial activity of *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus officinalis* essential oils and nano-emulsions on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER). *Iranian journal of parasitology*, 12(4), 622.
- Slavov, A. M., Karneva, K. B., Vasileva, I. N., Denev, P. N., Denkova, R. S., Shikov, V. T., ... & Ivanova, V. N. (2018). Valorization of lavender waste—obtaining and characteristics of polyphenol rich extracts. *Food Science and Applied Biotechnology*, 1(1), 11-18.
- Slavov, A., Denev, P., Panchev, I., Shikov, V., Nenov, N., Yantcheva, N., & Vasileva, I. (2017). Combined recovery of polysaccharides and polyphenols from *Rosa damascena* wastes. *Industrial Crops and Products*, 100, 85-94.
- Slavov, A., Panchev, I., Kovacheva, D., & Vasileva, I. (2016). Physico-chemical characterization of water-soluble pectic extracts from *Rosa damascena*, *Calendula officinalis* and *Matricaria chamomilla* wastes. *Food Hydrocolloids*, 61, 469-476.

Slavov, A., Spasov, H., Dinkova, R., & Denev, P. (2021). MANAGING QUALITY OF AROMATIZED WINE PREPARED BY COFERMENTATION OF GRAPE MUST AND BY-PRODUCTS OF ESSENTIAL ROSE OIL INDUSTRY. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 13(3).

Soliman, K. M., & Badeaa, R. I. (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and chemical toxicology*, 40(11), 1669-1675.

Soltani, R., Soheilipour, S., Hajhashemi, V., Asghari, G., Bagheri, M., & Molavi, M. (2013). Evaluation of the effect of aromatherapy with lavender essential oil on post-tonsillectomy pain in pediatric patients: a randomized controlled trial. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 77(9), 1579-1581.

Souza, E. L., Stamford, T. L. M., Lima, E. O., & Trajano, V. N. (2007). Effectiveness of *Origanum vulgare* L. essential oil to inhibit the growth of food spoiling yeasts. *Food control*, 18(5), 409-413.

Spiazzi, E., & Mascheroni, R. (1997). Mass transfer model for osmotic dehydration of fruits and vegetables—I. Development of the simulation model. *Journal of Food Engineering*, 34(4), 387-410.

Taglienti, A., Donati, L., Ferretti, L., Tomassoli, L., Sapienza, F., Sabatino, M., ... & Ragno, R. (2022). In vivo Antiphytoviral Activity of Essential Oils and Hydrosols From *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, and *Rosmarinus officinalis* to Control Zucchini Yellow Mosaic Virus and Tomato Leaf Curl New Delhi Virus in *Cucurbita pepo* L. *Frontiers in Microbiology*, 13, 840893-840893.

TANASA, A., & SUTEU, D. (2021). IOVEGETAL WASTES USED AS BIOSORBENT FOR REMOVAL OF CHEMICAL POLLUTANTS FROM WASTEWATER. *Research Journal of Agricultural Science*, 53(3).

Tortoe, C. (2010). A review of osmodehydration for food industry.

Truzzi, E., Chaouch, M. A., Rossi, G., Tagliazucchi, L., Bertelli, D., & Benvenuti, S. (2022). Characterization and valorization of the agricultural waste obtained from *Lavandula* steam distillation for its reuse in the food and pharmaceutical fields. *Molecules*, 27(5), 1613.

- Tsanaktsidis, C. G., Tamoutsidis, E., Kasapidis, G., Itziou, A., & Ntina, E. (2012). Preliminary results on attributes of distillation products of the rose *Rosa damascena* as a dynamic and friendly to the environment rural crop. *APCBEE Procedia*, *1*, 66-73.
- Turrini, F., Beruto, M., Mela, L., Curir, P., Triglia, G., Boggia, R., ... & Monroy, F. (2021). Ultrasound-assisted extraction of lavender (*Lavandula angustifolia* miller, cultivar rosa) solid by-products remaining after the distillation of the essential oil. *Applied Sciences*, *11*(12), 5495.
- Ueno-Iio, T., Shibakura, M., Yokota, K., Aoe, M., Hyoda, T., Shinohata, R., ... & Kataoka, M. (2014). Lavender essential oil inhalation suppresses allergic airway inflammation and mucous cell hyperplasia in a murine model of asthma. *Life sciences*, *108*(2), 109-115.
- Vakili, A., Sharifat, S., Akhavan, M. M., & Bandegi, A. R. (2014). Effect of lavender oil (*Lavandula angustifolia*) on cerebral edema and its possible mechanisms in an experimental model of stroke. *Brain Research*, *1548*, 56-62.
- van Tol, R. W., Swarts, H. J., van der Linden, A., & Visser, J. H. (2007). Repellence of the red bud borer *Resseliella oculiperda* from grafted apple trees by impregnation of rubber budding strips with essential oils. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, *63*(5), 483-490.
- Vasileva, I., Denkova, R., Chochkov, R., Teneva, D., Denkova, Z., Dessev, T., ... & Slavov, A. (2018). Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and melissa (*Melissa Officinalis*) waste on quality and shelf life of bread. *Food Chemistry*, *253*, 13-21.
- Vekiari, S. A., Oreopoulou, V., Tzia, C., & Thomopoulos, C. D. (1993). Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *70*(5), 483-487.
- Verma, S. R., Padalia, C. R., & Chauhan, A. (2011). Chemical investigation of the volatile components of shade-dried petals of damask rose (*Rosa damascena* Mill.). *Archives of Biological Sciences*, *63*(4), 1111-1115.
- Vokou, D., Kokkini, S., & Bessiere, J. M. (1993). Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochemical Systematics and Ecology*, *21*(2), 287-295.

- Yamazaki, K., Yamamoto, T., Kawai, Y., & Inoue, N. (2004). Enhancement of antilisterial activity of essential oil constituents by nisin and diglycerol fatty acid ester. *Food Microbiology*, 21(3), 283-289.
- Yao, N., He, J. K., Pan, M., Hou, Z. F., Xu, J. J., Yang, Y., ... & Huang, S. Y. (2021). In Vitro evaluation of *Lavandula angustifolia* essential oil on anti-Toxoplasma activity. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 918.
- Yigit, N. O., Metin, S., Didinen, B. I., Didinen, H., & Ozmen, O. (2022). Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and laurel (*Laurus nobilis*) essential oils as anesthetics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 557, 738328.
- Yohalem, D., & Passey, T. (2011). Amendment of soils with fresh and post-extraction lavender (*Lavandula angustifolia*) and lavandin (*Lavandula× intermedia*) reduce inoculum of *Verticillium dahliae* and inhibit wilt in strawberry. *Applied Soil Ecology*, 49, 187-196.
- Zenão, S., Aires, A., Dias, C., Saavedra, M. J., & Fernandes, C. (2017). Antibacterial potential of *Urtica dioica* and *Lavandula angustifolia* extracts against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* isolated from diabetic foot ulcers. *Journal of herbal medicine*, 10, 53-58.
- Zhao, J., Xu, F., Huang, H., Ji, T., Li, C., Tan, W., ... & Ma, L. (2015). Evaluation on bioactivities of total flavonoids from *Lavandula angustifolia*. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 28(4).
- Zhao, Y., Chen, R., Wang, Y., Qing, C., Wang, W., & Yang, Y. (2017). In vitro and in vivo efficacy studies of Lavender *angustifolia* essential oil and its active constituents on the proliferation of human prostate cancer. *Integrative cancer therapies*, 16(2), 215-226.
- Zivanovic, S., Chi, S., & Draughon, A. F. (2005). Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of food science*, 70(1), M45-M51.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αρφαράς, Γ. (2019). Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανόργανη θρέψη τεσσάρων λαχανοφύτων σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Ασημομύτης, Γ., & Βλαχάκη, Δ. (2021). Μελέτη αξιοποίησης αποβλήτων φυτικής προέλευσης για την παραλαβή συστατικών προστιθέμενης αξίας-Κλασικές και καινοτόμες τεχνικές.

Γούσιας, Γ. (2017). Μελέτη μεθόδων εκχύλισης βιοδραστικών συστατικών από αρωματικά φυτά.

Δαγρές, Ε. (2019). Αξιολόγηση της αλλοίωσης τροφίμων φυτικής προέλευσης σε διαφορετικές συνθήκες συντήρησης και συσκευασίας με τη χρήση κλασικών τεχνικών και ταχέων μη παρεμβατικών μεθόδων αισθητήρων.

Δαράκη, Δ. (2009). *Καλλιέργεια μανιταριών* (Doctoral dissertation).

Θάνου, Ι. (2021). Εφαρμογή τεχνολογίας εμποδίων για την παρασκευή προϊόντων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά και αυξημένη διατηρησιμότητα.

Καλιάκη, Μ. (2020). *Εντομοκτόνος δράση διαφόρων παραγώγων και εκχυλισμάτων της ρίγανης (*origanum vulgare*) εναντίον εντόμων αποθηκών* (Master's thesis).

Καλουσοπούλου, Α. (2022). Βελτίωση της ποιότητας και του χρόνου ζωής μανιταριών Πλευρώτους (Oyster Mushrooms) μέσω της εφαρμογής ήπιων μεθόδων επεξεργασίας.

Καραϊσκού, Τ. (2022). Ευεργετική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό των φυτικών εκχυλισμάτων από βότανα της ελληνικής χλωρίδας.

Κοντοδαίμων-Καραντζή, Ά. (2019). Η διερεύνηση της επίδρασης αλατότητας μέσω της άρδευσης με διάλυμα NaCl στην ανάπτυξη ειδών *Lavandula* sp.

Λάγιου, Ε. (2022). Σύγκριση μεθόδων εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας των οίνων.

Λάζος, Ε. Σ., Λάζου, Α. Ε. (2016). *Επεξεργασία Τροφίμων 2, Διεργασίες συντηρήσεως με φυσικοχημικές, βιολογικές, νέες & αναδυόμενες τεχνολογίες*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Λαμπούση, Ν. (2022). Μέθοδοι εκχύλισης και βιολογικές ιδιότητες αιθέριων ελαίων και βιοδραστικών ουσιών από παραπροϊόντα αρωματικών φυτών.

Μίχας, Π. (2020). Εντομολογικοί εχθροί σε καλλιέργεια μανιταριών πλευρώτους (*Pleurotus Ostreatus*).

- Μπιρμπίλη, Ε. (2022). Αξιοποίηση παραπροϊόντων μανιταριών ως εναλλακτική πηγή πρωτεϊνών και άλλων βιοδραστικών ουσιών.
- Παλούκα, Ε. (2022). Εκλεκτικότητα ζιζανιοκτόνων διαφορετικών μηχανισμών στην καλλιέργεια της λεβάντας.
- Παπαμελετίου, Μ. (2021). Συγκριτική μελέτη και αποτίμηση in vitro μεθόδων για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής και αντιριζικής δράσης συστατικών τροφίμων.
- Τζουμάκας, Σ. (2020). Η ποσοτική εποχιακή διακύμανση σε αιθέριο έλαιο της λεβάντας σε συνθήκες καλλιέργειας στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Ηπείρου.
- Τσιγαρίδα, Ε. (2002). Διερεύνηση των προοπτικών καλλιέργειας ρίγανης και παραλαβής ριγανέλαιου μέσω συμβολαιακής παραγωγής. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Τσολομύτη, Π., & Ζερίτη, Α. (2022). Μελέτη της αντιοξειδωτικής δράσης των βοτάνων Δεντρολίβανο και Φασκόμηλο στον οίνο.
- Τσουβαλάκη, Ε. (2009). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά Κρήτης. Δίκταμο-Φασκόμηλο-Ρίγανη.
- Χατζηαναγνώστου, Γ. (2019). Ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας μέτρησης της περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου τριανταφυλλιάς (*Rosadamasцена*) σε υδατικό εναιώρημα (Bachelor's thesis).

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

AGROEPIDOTISEIS, 13/4/2013: http://agroepidotiseis.blogspot.com/2013/04/blog-post_7461.html

AGROSIMVOULOS, 23/10/2013: <https://agrosimvoulos.gr/%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%81%CE%AF%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B7%CF%82/>

AGROTYPPOS, 12/02/2020: <https://www.agrotypos.gr/kalliergeies/alles-kalliergeies/rigani-efkoli-os-kalliergeia-dyskoli-stin-proothisi>

AGROTYPOS, 12/2/2020: <https://www.agrotypos.gr/kalliergeies/alles-kalliergeies/rigani-efkoli-os-kalliergeia-dyskoli-stin-proothisi>

CAPITALINVEST: <https://www.capitalinvest.gr/index.php/ependyseis/agrotikes-ependyseis/90-rigani-menta-levalnta>

DATABRIDGEMARKETSEARCH:

<https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-oregano-essential-oil-market>

EXPERTMARKETSEARCH.COM: <https://www.expertmarketresearch.com/reports/rose-oil-market>

EXPERTMARKETSEARCH: <https://www.expertmarketresearch.com/reports/oregano-oil-market>

FUTUREMARKETINSIGHTS: [Lavandula Oil \(Lavender Oil\) Market Forecast, Trend Analysis & Opportunity Assessment 2020-2030 \(futuremarketinsights.com\)](https://www.futuremarketinsights.com/reports/lavandula-oil-lavender-oil-market-forecast-trend-analysis-opportunity-assessment-2020-2030)

GAIA, 6/6/2016:

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B7%CF%82>

GLOBENEWSWIRE, 29/3/2022: <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/04/29/2432602/0/en/Lavender-Oil-Market-2022-2027-Growth-Size-Trends-Share-Competitive-Analysis-Types-and-Forecast-to-2027.html>

GRANDVIEWSEARCH: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/rose-oil-market>

GREECE IS, 20/7/2022: <https://www.greece-is.com/fields-purple-lavender-full-bloom-northern-greece/>

IMARCGROUP, 18/5/2022: <https://www.imarcgroup.com/rose-oil-market>

KOZANISROSES: <http://kozaniroses.gr/crops/roza-i-damaskini/>

MARKETWATCH, 5/12/2022: <https://www.marketwatch.com/press-release/oregano-oil-market---global-industry-analysis-size-share-growth-trends-and-forecast-2022---2028-2022-12-05>

MAXIMIZE MARKETSEARCH, 7/2022:

<https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-oregano-oil-market/78140/>

PERSISTENCE MARKETSEARCH, 4/2022:

<https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/lavender-oil-market.asp>

RESEARCH AND MARKETS, 8/2022:

<https://www.researchandmarkets.com/reports/5140581/lavender-oil-global-strategic-business-report>

RESEARCH AND MARKETS, 10/2022:

<https://www.researchandmarkets.com/reports/5141251/oregano-essential-oils-global-strategic-business>

SELINAWAMUCII: <https://www.selinawamucii.com/insights/market/greece/roses/>

SOINETNATURE: <https://www.soin-et-nature.com/en/5207-origan-luminary-cut-iphym-origanum-vulgare-l-herbalism.html>

STATISTA, 2/2/2022: <https://www.statista.com/statistics/973554/global-lavender-oil-market-value/>

SUCCESSGREECE WORDPRESS:

<https://successgreece.wordpress.com/2016/09/06/%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%AC-%CE%BA%CE%AD%CF%81%CE%B4%CE%B7/>

WIKIPEDIA: https://en.wikipedia.org/wiki/Lavandula_angustifolia

VerdusBioHerbs: <https://verdusbioherbs.com/?lang=el>

[Αιθέριο έλαιο λεβάντας \(apostaktiria.gr\)](http://apostaktiria.gr)

Οικονομικός Ταχυδρόμος, 6/10/2021: <https://www.ot.gr/2021/10/06/agro/ypsiles-apodoseis-apo-tin-kalliergeia-riganis/>

[Το Αποστακτήριο μας \(apostaktiria.gr\)](http://apostaktiria.gr)

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων: <http://www.minagric.gr/>

