



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης φυσιολογίας Φυτών

«Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση του αρωματικού - φαρμακευτικού φυτού χαμομηλιού (*Matricaria chamomile* L.)



Νικόλαος Χαρίσης

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Νικόλαος Δαναλάτος

Βόλος, 2022

«Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the yield of the aromatic -  
medicinal plant chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)»

Νικόλαος Χαρίσης

**Τριμελής Επιτροπή**

**κ. Νικόλαος Δαναλάτος** (Επιβλέπων), Καθηγητής Γεωργίας - Οικολογίας Φυτών  
Μεγάλης Καλλιέργειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής  
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος,

**κ. Σπυρίδων Πετρόπουλος** (Μέλος), Αναπληρωτής Καθηγητής Λαχανοκομίας,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού  
Περιβάλλοντος,

**κα. Ελπινίκη Σκουφογιάννη** (Μέλος), Διδάκτορας Γεωργίας, Ε.ΔΙ.Π., Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας - Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ».

Νικόλαος Χαρίσης

## Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον εαυτό μου που έχω υπομονή και κατάφερα να ολοκληρώσω αυτή την εργασία.

## Περίληψη

Το χαμομήλι (*Matricaria chamomila* L.), ανήκει στην οικογένεια *Asteraceae*, η οποία εκτός των άλλων περιλαμβάνει και είδη τα οποία απαντώνται ως ζιζάνια. Στην Ελλάδα, το χαμομήλι εντοπίζεται κυρίως σε αυτήν τη μορφή, σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών, αλλά και ως αυτοφυές, σε πεδινές περιοχές. Γνωστό κυρίως για τη φαρμακευτική-αντιφλεγμονώδη δράση του, χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για την παρασκευή διαφόρων αφεψημάτων με τη χρήση των αποξηραμένων ανθοκεφαλών του, ενώ το αιθέριο έλαιό του με κύρια συστατικά το χαμαζουλένιο και την α-βισαβολόλη, στα οποία και οφείλεται η θεραπευτική του δράση, απαντάται ως κύριο συστατικό στην αρωματοποιία, τα καλλυντικά, τα ποτά, τη ζαχαροπλαστική κλπ.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Τ.Γ.Φ.Π.Α.Π. του Π.Θ. στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας, το καλλιεργητικό έτος 2019-2020, εξετάστηκε η επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους ανθοκεφαλών χαμομηλιού καθώς και στην περιεκτικότητα αυτών σε αιθέριο έλαιο. Στον πειραματικό αγρό, αποτελούμενο από τρεις επαναλήψεις (blocks), δύο επίπεδα άρδευσης (I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο) και τέσσερα επίπεδα λίπανσης (N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>) (split plot design), ακολουθήθηκαν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές εργασίες για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών, καταλήγοντας σε τρεις κοπές (δύο τον Μάιο και μία τον Ιούνιο). Η συγκομιδή γινόταν στο στάδιο της πλήρους άνθισης (ανθοκεφαλές σε οριζόντια θέση ως προς το μίσχο), ξεκινώντας από αργά το πρωί. Οι μετρήσεις του βάρους πραγματοποιήθηκαν σε ζυγό ακριβείας, η ξήρανση έλαβε χώρα σε ξηραντήριο θερμού αέρα ενώ η παραλαβή του αιθέριου ελαίου έγινε με υδρο-απόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger.

Η άρδευση έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη πραγματοποίηση της τρίτης κοπής η οποία αύξησε τη συνολική απόδοση κατά 103 και 25 kg στρ<sup>-1</sup> για το χλωρό και ξηρό βάρος αντίστοιχα, ενώ στα ξηρικά τεμάχια δεν έγινε τρίτη συγκομιδή. Η λίπανση ανεξαρτήτως της άρδευσης, όσον αφορά στο χλωρό και στο ξηρό βάρος του χαμομηλιού, είχε θετική συσχέτιση καθώς αυξάνοντας τα επίπεδα αζώτου πετυχαίναμε και μεγαλύτερη απόδοση με τη μέγιστη να φτάνει τα 514 και 115 kg στρ<sup>-1</sup> αντίστοιχα για χλωρό και ξηρό βάρος. Η λίπανση συνδυαστικά με την άρδευση παρουσίασε την ίδια επίδραση όσον αφορά στο

βάρος, τόσο στα ξηρικά όσο και στα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια. Χαρακτηριστικό της δεύτερης κοπής ήταν η άρδευση, όπου σε όλες τις μεταχειρίσεις του αζώτου, τα αρδευόμενα τεμάχια είχαν διπλάσια απόδοση σε σύγκριση με τα αντίστοιχα ξηρικά σε μέτρηση χλωρού βάρους, ενώ στο ζύγισμα του ξηρού βάρους τα αρδευόμενα είχαν πάντα κατά 10 kg στρ<sup>-1</sup> μεγαλύτερη απόδοση. Η μέγιστη απόδοση χλωρού και ξηρού βάρους επετεύχθη με τη μεταχείριση I<sub>1</sub>N<sub>3</sub> στα 572 και 129 kg στρ<sup>-1</sup>, αντιστοίχως.

Όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, παρατηρήθηκε ότι μέχρι και τη μεταχείριση N<sub>2</sub> υπήρχε θετική συσχέτιση στο ποσοστό του ελαίου, ενώ στη μεταχείριση N<sub>3</sub> είχαμε μειωμένη περιεκτικότητα σε όλες τις κοπές. Επίσης, το ποσοστό του αιθέριου ελαίου αυξανόταν σε κάθε κοπή στις αντίστοιχες μεταχειρίσεις με μέγιστο το 0,61% της μεταχείρισης I<sub>1</sub>N<sub>2</sub> στη τρίτη κοπή. Η άρδευση δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την περιεκτικότητα των ανθοκεφαλών σε αιθέριο έλαιο.

Συμπερασματικά, υπάρχουν προοπτικές ακόμη και για καλές αποδόσεις τόσο σε ξηρή δρόγη όσο και σε αιθέριο έλαιο, πέραν των ποιοτικών χαρακτηριστικών, αρκεί ωστόσο να υπάρξει περεταίρω έρευνα και πειραματισμός.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Χαμομήλι, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, άρδευση, λίπανση, απόδοση, αιθέριο έλαιο

## Summary

Chamomile (*Matricaria chamomila* L.), belongs to the *Asteraceae* family, which, among others, include species that occur as weeds. In Greece, chamomile for the most part is found in this form, in winter grain crops, but also as a spontaneous plant, in lowland areas. Mainly known for its medicinal-anti-inflammatory effect, is mostly used for the preparation of various decoctions using its dried flowers, while its essential oil, with the main components chamazulene and  $\alpha$ -bisabolol, to which its therapeutic effect is due, is found as a main ingredient in perfumery, cosmetics, beverages, confectionery, etc.

The experiment was carried out on the farm of D.A.C.P.R.E. of Uth in the area of Velestino Magnesia, in the 2019-2020 crop year. The effect of irrigation and nitrogen fertilization on the production of fresh and dry weight of chamomile flowers as well as their essential oil content was examined. In the experimental field, consisting of three replications (blocks), two levels of irrigation (I<sub>0</sub>: 0% and I<sub>1</sub>: 100% of ET<sub>0</sub>) and four levels of fertilization (N<sub>0</sub>: 0 kg ha<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 70 kg ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 140 kg ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 210 kg ha<sup>-1</sup>) (split plot design), followed all the necessary cultivation operations for the normal growth of the plants, resulting in three cuttings (two in May and one in June). The harvest was done at the stage of full bloom (flower heads in a horizontal position with respect to the stem), starting from late morning. Weight measurements were carried out on a precision balance, drying took place in a hot-air dryer while the essential oil was obtained by hydro-distillation in a Clevenger type device.

Irrigation made possible a third cut which increased the total yield by 1030 and 250 kg ha<sup>-1</sup> for fresh and dry weight respectively, while in rainfed plots no third harvest was done. Fertilization regardless of irrigation, in terms of fresh and dry weight of chamomile, had a significant effect, with the higher N-supply producing higher yield with the maximum reaching 5140 and 1150 kg ha<sup>-1</sup> respectively, for fresh and dry weight. Fertilization combined with irrigation showed the same effect in terms of weight, both in dry and irrigated experimental plots. A characteristic of the second cutting was the irrigation where in all nitrogen treatments, the irrigated plots had twice the yield compared to the corresponding dry ones in fresh weight measurement, while in the dry weight measurements the irrigated plots always had a 100 kg ha<sup>-1</sup> greater yield. The maximum

fresh and dry weight yield was achieved with the I<sub>1</sub>N<sub>3</sub> treatment at 5720 and 1290 kg ha<sup>-1</sup> respectively.

Regarding the essential oil content, it was observed that up to the N<sub>2</sub> treatment there was a positive correlation in the percentage of oil, while in the N<sub>3</sub> treatment we had a reduced content in all cuts. Also, the percentage of essential oil increased in each cut in the respective treatments with a maximum of 0.61% of the I<sub>1</sub>N<sub>2</sub> treatment in the third cut. Irrigation did not statistically significantly affect the essential oil content of flower heads.

In conclusion, there are prospects even for good yields both dry drug and essential oil, in addition to the quality characteristics, however, it is sufficient that there will be further research and experimentation.

**Keywords:** Chamomile, aromatic and medicinal plants, irrigation, fertilization, yield, essential oil



## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	III
Περίληψη .....	IV
Summary.....	VI
Περιεχόμενα.....	VIII
Κατάλογος Συντομογραφιών .....	X
Κατάλογος Διαγραμμάτων, Πινάκων και Εικόνων .....	XI
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά.....	1
1.1.1. Ιστορικά στοιχεία.....	1
1.1.2. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά της Ελλάδας .....	3
1.2. Αιθέρια έλαια .....	5
1.2.1. Ιδιότητες αιθέριων ελαίων .....	6
1.2.2. Παραλαβή αιθέριων ελαίων.....	6
1.3. Οικογένεια Asteraceae .....	9
1.4. Χαμομήλι.....	10
1.4.1. Γενικές πληροφορίες.....	10
1.4.2. Ταξινόμηση- Βοτανική Περιγραφή Χαμομηλιού.....	10
1.4.3. Καλλιεργητικές Πρακτικές.....	12
1.4.3.1. Προετοιμασία Αγρού .....	12
1.4.3.2. Εγκατάσταση .....	13
1.4.3.3. Άρδευση.....	14
1.4.3.4. Λίπανση .....	14
1.4.3.5. Εχθροί και Ασθένειες.....	14
1.4.3.6. Συγκομιδή .....	15
1.4.3.7. Μεταποίηση-Επεξεργασία χαμομηλιού.....	16
1.4.3.8. Αποθήκευση.....	17
1.4.4. Αιθέριο έλαιο χαμομηλιού.....	17
1.4.5. Χρήσεις.....	18
1.5. Σκοπός του Πειράματος .....	19
<b>2. Υλικά και μέθοδοι.....</b>	<b>20</b>

2.1.	Τοποθεσία πειραματικού αγρού.....	20
2.2.	Πειραματικό Σχέδιο .....	21
2.3.	Προετοιμασία αγρού και εγκατάσταση καλλιέργειας.....	23
2.4.	Αντιμετώπιση ζιζανίων .....	25
2.5.	Λίπανση.....	26
2.6.	Άρδευση .....	27
2.7.	Δειγματοληψία - Μετρήσεις .....	29
<b>3.</b>	<b>Αποτελέσματα και συζήτηση.....</b>	<b>33</b>
3.1.	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	33
3.2.	Χλωρό βάρος ανθοκεφαλών .....	34
3.3.	Ξηρό βάρος ανθοκεφαλών .....	37
3.4.	Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο .....	39
<b>4.</b>	<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>42</b>
<b>5.</b>	<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>44</b>
	Ξένη Βιβλιογραφία.....	44
	Ελληνική Βιβλιογραφία .....	46

## Κατάλογος Συντομογραφιών

Ελληνική σύντμηση	Ονομασία	Αγγλική σύντμηση	Ονομασία
Π.Θ.	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Uth	University of Thessaly
Τ.Γ.Φ.Π.Α.Π.	Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος	D.A.C.P.R.E.	Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή	pH	Συγκέντρωση κατιόντων υδροξωνίου (H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) σε υδατικό διάλυμα
ΦΑΦ	Φαρμακευτικά και Αρωματικά Φυτά	m	meter
κ.α.	και άλλα / και άλλοι	cm	centimeter
στρ.	στρέμμα / στρέμματα	mm	millimeter
δις.	δισεκατομμύρια	kg	kilogram
π.Χ.	προ Χριστού	g	gram
		et al.	et. alii
		l/h	liters per hour
		h	hours
		ha	hectare
		°C	βαθμοί Celsius

## Κατάλογος Διαγραμμάτων, Πινάκων και Εικόνων

Τίτλος	σελ.	Περιγραφή
Διάγραμμα 3.1.	33	Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες αέρα (°C) κατά τη διάρκεια του πειράματος, 20/11/2019 έως 05/06/2020.
Διάγραμμα 3.2.	34	Αθροιστικό ύψος βροχοπτώσεων (mm) κατά τη διάρκεια του πειράματος, 20/11/2019 έως 05/06/2020.
Διάγραμμα 3.3.	36	Συνολικό χλωρό βάρος ανθοκεφαλών για δύο επίπεδα άρδευσης (I <sub>0</sub> : 0% και I <sub>1</sub> : 100% της ETo) και τέσσερα επίπεδα λίπανσης (N <sub>0</sub> : 0 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>1</sub> : 7 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>2</sub> : 14 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>3</sub> : 21 kg στρ <sup>-1</sup> ).
Διάγραμμα 3.4.	39	Συνολικό ξηρό βάρος ανθοκεφαλών για δύο επίπεδα άρδευσης (I <sub>0</sub> : 0% και I <sub>1</sub> : 100% της ETo) και τέσσερα επίπεδα λίπανσης (N <sub>0</sub> : 0 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>1</sub> : 7 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>2</sub> : 14 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>3</sub> : 21 kg στρ <sup>-1</sup> ).
Διάγραμμα 3.5.	40	Περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου ανθοκεφαλών για κάθε κοπή συναρτήσει τεσσάρων επιπέδων λίπανσης (N <sub>0</sub> : 0 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>1</sub> : 7 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>2</sub> : 14 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>3</sub> : 21 kg στρ <sup>-1</sup> ).
Πίνακας 1.1.	4	Λίστα με τα κύρια ΦΑΦ που απαντώνται στον ελληνικό χώρο, τα οποία συλλέγονται ή καλλιεργούνται από αυτοφυείς πληθυσμούς .
Πίνακας 1.2.	10	Ταξινομική κατάταξη <i>Chamomilla recutita</i> σύμφωνα με την CABI.
Πίνακας 1.3.	11	Χημειότυποι, συστατικά και εντοπισμός χαμομηλιού.
Πίνακας 2.1.	28	Ύψη βροχής σε mm που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο.
Πίνακας 2.2.	29	Διάρκεια (h) και ποσότητα (mm) άρδευσης που εφαρμόστηκαν στη καλλιέργεια.
Πίνακας 3.1.	35	Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση σε χλωρό βάρος των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού.
Πίνακας 3.2.	37	Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση σε ξηρό βάρος των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού.
Πίνακας 3.3.	40	Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού.
Εικόνα 1.1.	7	Υδροαπόσταξη με συσκευή Clevenger (Samadi et al., 2017).
Εικόνα 2.1.	20	Δορυφορική άποψη της ευρύτερης περιοχής του Βελεστίνου Μαγνησίας. (Πηγή: <a href="http://www.earth.google.com">www.earth.google.com</a> )
Εικόνα 2.2.	21	Δορυφορική άποψη του αγροκτήματος της σχολής Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (κόκκινο περίγραμμα) καθώς και της θέσης του πειραματικού αγρού (πράσινο περίγραμμα). (Πηγή: <a href="http://www.earth.google.com">www.earth.google.com</a> )

<b>Εικόνα 2.3.</b>	22	Πειραματικό σχέδιο συνολικής έκτασης 192 m <sup>2</sup> . Πειραματικά τεμάχια 6 m <sup>2</sup> (3m x 2m), διάδρομοι πλάτους 1,2m και blocks διαστάσεων 7,2m x 8m. Μεταχειρίσεις: α) άρδευση (I0: 0% και I1: 100% της εξατμισοδιαπνοής), β) λίπανση (N <sub>0</sub> : 0 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>1</sub> : 7 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>2</sub> : 14 kg στρ <sup>-1</sup> , N <sub>3</sub> : 21 kg στρ <sup>-1</sup> ).
<b>Εικόνα 2.4.</b>	23	Πειραματικός αγρός, δύο ημέρες μετά το πέρας της σποράς στο αγρόκτημα της σχολής στο Βελεστίνο Μαγνησίας, 22/11/2019.
<b>Εικόνα 2.5.</b>	24	Μίγμα σπόρου και στάχτης που βρίσκονται επάνω στην επιφάνεια το εδάφους. Ο σπόρος λόγω του μικρού του μεγέθους γίνεται δύσκολα διακριτός, ενώ ευδιάκριτα και σε μεγάλη ποσότητα είναι τα κίτρινα σωληνοειδή άνθη του χαμομηλιού.
<b>Εικόνα 2.6.</b>	24	Πειραματικά τεμάχια με έξι σειρές σποράς σε αποστάσεις 30cm και περιθώριο 25cm δεξιά και αριστερά από τις ακριανές σειρές.
<b>Εικόνα 2.7.</b>	25	Πειραματικό τεμάχιο με έντονη τη παρουσία του σιναπιού ( <i>Sinapis arvensis</i> ) και άλλων ζιζανίων, κυρίως μεταξύ των σειρών σποράς. 14/02/2020, δύο εβδομάδες πριν τη πρώτη ζιζανιοκτονία.
<b>Εικόνα 2.8.</b>	26	Πειραματικό τεμάχιο με ευδιάκριτους τους μπλε κόκκους του αζωτούχου λιπάσματος μεταξύ και εξωτερικά των σειρών. Μεταχείριση με 21 μονάδες αζώτου (315 g plot <sup>-1</sup> ), 02/04/2020.
<b>Εικόνα 2.9.</b>	27	Πειραματικά τεμάχια με δύο σταλακτηφόρους σωλήνες ανά μέτρο κάθετα στις σειρές των φυτών. 08/05/2020, μία ημέρα μετά τη πρώτη συγκομιδή.
<b>Εικόνα 2.10.</b>	30	Πειραματικός αγρός πριν από τη πρώτη κοπή με το χαμομήλι να βρίσκεται σε πλήρη άνθιση. 07/05/2020
<b>Εικόνα 2.11.</b>	30	Πρώτη επανάληψη (block 1) πριν από τη τρίτη και τελευταία κοπή. Αριστερά διακρίνονται τα ξηρικά πειραματικά τεμάχια (ολοκλήρωση βιολογικού κύκλου στη δεύτερη κοπή) και δεξιά τα αρδευόμενα. 05/06/2020.
<b>Εικόνα 2.12.</b>	31	Ειδική χτένα συλλογής ανθοκεφαλών χαμομηλιού.
<b>Εικόνα 2.13.</b>	32	Αποστακτικές συσκευές τύπου Clevenger στο εργαστήριο Γεωργίας του ΤΓΦΠΑΠ του ΠΘ.

# 1. Εισαγωγή

## 1.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά

### 1.1.1. Ιστορικά στοιχεία

Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά συνιστούν ένα σημαντικό τμήμα της γλωρίδας και παρέχουν πρώτες ύλες σε διάφορες βιομηχανίες. Τα φυτά αυτά, αποτελούν ένα σύνολο βοτανικών πρώτων υλών, γνωστών και ως φυτικά φάρμακα, τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για αρωματικούς, θεραπευτικούς, μαγειρικούς σκοπούς, ως συστατικά καλλυντικών, για φαρμακευτικά προϊόντα και άλλα φυσικά προϊόντα υγείας (Devika, 2021). Υπάρχει πληθώρα αρχαιολογικών στοιχείων που αποδεικνύουν τη χρήση των φαρμακευτικών φυτών από προϊστορικούς πληθυσμούς. Κατά την εποχή εκείνη, οι άνθρωποι πίστευαν πως οι ασθένειες προκαλούνταν από κακά πνεύματα που εισχωρούσαν στο ανθρώπινο σώμα και η μόνη λύση που εικάζονταν να υπάρχει ήταν η θεραπεία με χρήση δηλητηριωδών ουσιών οι οποίες θα μετέτρεπαν το σώμα σε ένα μη υποδεκτικό αγγείο. Σε πολλούς αρχαίους πολιτισμούς συστήνονταν η κατανάλωση βοτανικών παρασκευασμάτων για θεραπευτικούς αλλά ή και για ψυχοθεραπευτικούς σκοπούς. Στοιχεία δείχνουν πως οι θεραπευτές των πρωταρχικών χρόνων, γνώριζαν για τη διασύνδεση μεταξύ μυαλού και σώματος καθώς και τη σημαντικότητα του ρόλου που κατείχε η χαλάρωση του ασθενούς στις ιατρικές αγωγές και θεραπείες (Solomou et al., 2016). Η αποτελεσματικότητα πολλών φυτών, είχε γίνει γνωστή στον άνθρωπο πριν από χιλιάδες χρόνια. Ο ακριβής όμως χρόνος έναρξης χρήσης τους βάσει των φαρμακευτικών τους ιδιοτήτων είναι αδύνατον να προσδιοριστεί, καθότι οι θεραπευτικές δράσεις αυτές ανακαλύπτονταν σταδιακά σε διάστημα χιλιάδων ετών (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Οι αρχαιότερες καταγραφές ιατρικών δεδομένων πραγματοποιήθηκαν από τους Σουμέριους μεταξύ 5.000-3.000 π.Χ., πάνω σε πήλινες πλάκες, και δείχνουν ότι ο άνθρωπος κατανοούσε την ύπαρξη ασθενειών και την ταυτόχρονη συμβολή των φυτών με φαρμακευτικές ιδιότητες στη διατήρηση και αποκατάσταση της υγείας του ασθενούς (Inoue et al., 2019). Πριν από 6.000 χρόνια, οι αρχαίοι Αιγύπτιοι, ανέπτυξαν μια εξεζητημένη φαρμακολογική συλλογή από ουσίες φυσικής προέλευσης. Όπως αναφέρεται, η συνηθέστερη μορφή θεραπείας που περιγράφεται στους παπύρους με ιατρικό περιεχόμενο, συνιστά τη χορήγηση φαρμάκων που προέρχονται από ένα ευρύτερο

φάσμα φυτικών, ζωικών και ορυκτών ουσιών. Έπειτα από προετοιμασία, τα φυτικά εκχυλίσματα χορηγούνταν μέσω της κατάποσης ή μέσω της εισπνοής των καπνών ή εφαρμόζονταν τοπικά (Nunn, 1996). Μεταξύ των παλαιότερων θεραπευτικών εγχειριδίων, συγκαταλέγεται αυτό του Hang Ti, του «Κίτρινου Αυτοκράτορα», το οποίο και χρονολογείται περί τα 2.000 π.Χ.. Το όνομα του κινεζικού αυτού βιβλίου, φέρει τον τίτλο «Το Βιβλίο Εσωτερικής Ιατρικής του Κίτρινου Αυτοκράτορα», και κάνει αναφορές στους λόγους πρόκλησης και θεραπείας ασθενειών εφαρμόζοντας βελονοθεραπεία, μαλάξεις και αρωματικά έλαια (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Στον αρχαίο ελληνικό κόσμο, η χρήση φυτών με ευεργετικές και θεραπευτικές ιδιότητες ήταν ευρέως διαδεδομένη. Όπως έχει αναφερθεί, ο Ιπποκράτης, το 400 π.Χ. δημιούργησε μια λίστα που περιλάμβανε περισσότερα από 400 φάρμακα, μεταξύ άλλων ουσιών προερχόμενες από βότανα και φαρμακευτικά φυτά, εκ των οποίων το μεγαλύτερο ποσοστό τους χρησιμοποιείται έως και σήμερα. Συγκεκριμένα αναφέρονται, η αρτεμισία, το κενταύριο, το όπιο της παπαρούνας, ο υοσκύαμος, η άτροπος μπελαντόνα, ο μανδραγόρας, ο ελλέβορος, η άγρια πιπερόριζα, η κανέλα και η μέντα. Ο Διοσκουρίδης ωστόσο, με το έργο του «De Materia Medica», κατέστη πρωτοπόρος στη μελέτη φυτικών φαρμάκων καθώς περιέγραψε συνολικά 944 φάρμακα, εκ των οποίων τα 657 ήταν φυτικής προέλευσης. Στο έργο του αυτό περιγράφει τα βοτανικά χαρακτηριστικά των φυτών, την τοποθεσία και τον τρόπο συλλογής, την μέθοδο παρασκευής του σκευάσματος καθώς και τις θεραπευτικές ιδιότητες του τελικού σκευάσματος. Ο Ιπποκράτης έπειτα από συστηματική έρευνα και παρατήρηση, οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι τα βότανα έχουν την ιδιότητα να συνδυάζουν καλή γεύση και θεραπευτική αξία. Αποσπάσματα της Βίβλου και του ιερού εβραϊκού βιβλίου του Ταλμούδ αναφέρουν τη χρήση αρωματικών φυτών, όπως μυρτιά και θυμίαμα κατά τη διάρκεια διαφόρων τελετουργιών που αποτελούσαν μέρος μιας θεραπείας (Petronska, 2012). Κατά τον Μεσαίωνα, οι θεραπευτικές πρακτικές, η καλλιέργεια φαρμακευτικών φυτών και η παρασκευή φαρμάκων, λάμβαναν χώρα σε μοναστήρια. Οι τότε θεραπευτικές πρακτικές βασιζόνταν σε 16 φαρμακευτικά φυτά, τα οποία καλλιεργούνταν από μοναχούς εντός του μοναστηριακού χώρου. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνεται, το φασκόμηλο, ο γλυκάνισος, ο δυόσμος και το θρούμπι. Παράλληλα οι Άραβες, μέσω των εμπορικών τους σχέσεων με την Ινδία, εισήγαγαν πολλά νέα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά μεγάλης αξίας, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως ακόμη και σήμερα (αλόη, καφές, τζίντζερ, σαφράν,

κουρκουμάς, πιπέρι, κανέλα κ.α.). Ύστερα από τα ταξίδια εξερεύνησης των Μάρκο Πόλο (Ασία, Κίνα, Περσία) και Βάσκο ντε Γκάμα (Ινδία), καθώς και την ανακάλυψη της Αμερικής, κατέφθασαν καινούργια είδη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ευρώπη, οδηγώντας σταδιακά στην καθολική εμφάνιση των βοτανικών κήπων σε ολόκληρη την ήπειρο, ενώ στη συνέχεια ακολούθησαν προσπάθειες καλλιέργειας αυτοφυών ειδών, αλλά και των ήδη εισαχθέντων από τον Νέο Κόσμο. Το σημείο καμπής στον «κόσμο» των φαρμακευτικών φυτών, επήλθε στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα με την ανακάλυψη και απομόνωση των αλκαλοειδών και άλλων δραστικών ουσιών και κατ' επέκταση την σύνθεση χημικών ενώσεων ως φάρμακα. Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, προτάθηκε η εφαρμογή μεθόδων σταθεροποίησης νέων φαρμακευτικών φυτών ιδιαίτερα εκείνων με ασταθή φαρμακευτικά συστατικά. Εκτός αυτού, είχε καταβληθεί αρκετή προσπάθεια ώστε να μελετηθούν οι συνθήκες παραγωγής και καλλιέργειας φαρμακευτικών φυτών. Στις μέρες μας, λόγω της συνεχούς αυξανόμενης τάσης του ανθρώπου να επιλέγει φυσικά έναντι των συνθετικών προϊόντων, καθώς και της ευαισθητοποίησης του ατόμου προς το περιβάλλον, οι βιομηχανίες φαρμάκων, καλλυντικών, τροφίμων και ποτών, κατευθύνονται σταδιακά προς την παραγωγή όλο και περισσότερων φυτικών σκευασμάτων. Ως άμεσο αποτέλεσμα, παρουσιάζεται η αυξημένη ζήτηση σε πολλά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Αρκεί να λάβουμε υπόψιν πως το παγκόσμιο εμπόριό τους αυξήθηκε από τα 2,4 δις. \$ το 1996, σε 6,2 δις. \$ το 2013, με ετήσιο ρυθμό αύξησης 5,4%. Τέλος, οι χώρες με τις περισσότερες – σε εμπορική αξία – εξαγωγές αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι η Κίνα, το Χονγκ Κονγκ, η Αμερική, η Ινδία και η Γερμανία (σε φθίνουσα σειρά), ενώ το μεγαλύτερο εισαγωγικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν η Αμερική με το Χονγκ Κονγκ, ακολουθούμενες από την Ιαπωνία και την Γερμανία (Tripathi et al., 2017).

### **1.1.2. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά της Ελλάδας**

Η Ελλάδα, εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης, της γεωμορφολογίας και των εδαφοκλιματικών της συνθηκών, εμφανίζει τεράστια φυτική ποικιλομορφία και φαινόμενα ενδημισμού. Τα Φαρμακευτικά και Αρωματικά Φυτά (ΦΑΦ), αναμένεται να διαδραματίσουν έναν αρκετά σημαντικό ρόλο στην ελληνική αγροτική οικονομία, διευκολύνοντας, ταυτόχρονα, αλλαγές στον αγροδιατροφικό τομέα της χώρας που είναι ακόμα αναπτυσσόμενος (Solomou et al., 2016).



Το Μάιο του 2017, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων εξέδωσε το «Στρατηγικό Σχέδιο ανάπτυξης για την καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα», το οποίο περιγράφει όλα τα μέτρα και τις δράσεις που αποσκοπούν στην ανάπτυξη και εφαρμογή, σε βιώσιμο επίπεδο πάντα, καλλιέργειας ΦΑΦ στον ελληνικό χώρο, καθώς και στην εμπορία και επεξεργασία τους (Τομου et al., 2022). Η ετήσια γεωργική στατιστική έρευνα που διενεργήθηκε από την ΕΛΣΤΑΤ, για το έτος 2019, κατέγραψε τις καλλιεργούμενες εκτάσεις ΦΑΦ, οι οποίες ανέρχονται σε 79.000 στρ. σε σχέση με το 2018 που ήταν μόλις 64.100 στρ.. Η άνοδος που είδαν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ΦΑΦ ήταν της τάξεως του 24,2 % (ΕΛΣΤΑΤ, 2021). Με την πάροδο των ετών, η αύξηση που παρουσιάζουν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αυτές, επικυρώνει το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που έχει δημιουργηθεί γύρω από αυτό τον κλάδο.

**Πίνακας 1.1.** Λίστα με τα κύρια ΦΑΦ που απαντώνται στον ελληνικό χώρο, τα οποία συλλέγονται ή καλλιεργούνται από αυτοφυείς πληθυσμούς .

<b>Κοινή Ονομασία</b>	<b>Επιστημονική ονομασία</b>	<b>Κατάσταση</b>
Χαμομήλι	<i>Matricaria recutita</i>	Καλλιεργούμενο/ Αυτοφύες
Λυκίσκος	<i>Humulus lupulus</i>	Καλλιεργούμενο
Κίμινο	<i>Cuminum cyminum</i>	Καλλιεργούμενο
Λεβάντα	<i>Lavandula angustifolia</i>	Καλλιεργούμενο
Θυμάρι	<i>Thymus capitatus</i>	Αυτοφύες
Ζαφορά ή κρόκος	<i>Crocus sativus</i>	Καλλιεργούμενο
Μάραθο	<i>Foeniculum vulgare</i>	Καλλιεργούμενο
Τσάι του βουνού	<i>Sideritis spp.</i>	Καλλιεργούμενο/ Αυτοφύες
Γλυκάνισο	<i>Pimpinella anisum</i>	Καλλιεργούμενο
Βασιλικός	<i>Ocimum basilicum</i>	Καλλιεργούμενο
Μέλισσα φαρμακευτική	<i>Melissa officinalis</i>	Καλλιεργούμενο
Δάφνη	<i>Laurus nobilis</i>	Αυτοφύες
Φασκόμηλο	<i>Salvia fruticosa</i>	Αυτοφύες
Μέντα, δυόσμος	<i>Mentha spp.</i>	Καλλιεργούμενο/ Αυτοφύες
Κόλιανδρο	<i>Coriandrum sativum</i>	Καλλιεργούμενο
Δίκταμος	<i>Origanum dictamnus</i>	Καλλιεργούμενο/ Αυτοφύες
Ρίγανη	<i>Origanum vulgare</i>	Καλλιεργούμενο/ Αυτοφύες
Μαστίχα	<i>Pistacia lentiscus</i>	Καλλιεργούμενο

Στον Πίνακα 1.1., δίνονται τα κυριότερα Φαρμακευτικά και Αρωματικά φυτά που εντοπίζονται στην Ελλάδα είτε ως αυτοφυείς πληθυσμοί είτε ως καλλιεργούμενα είδη. Δεδομένης της υψηλής ζήτησης των ΦΑΦ, αναγκαία κρίνεται η ένταξη της Ελλάδας πιο ενεργά στον διεθνή ανταγωνισμό. Το σύνολο των εδαφολογικών και κλιματικών συνθηκών, ευνοούν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη ΦΑΦ υψηλής ποιότητας. Μολονότι την τελευταία δεκαετία υπήρξαν αρκετές προσπάθειες οργανωμένης παραγωγής, επεξεργασίας και εμπορίας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το τελικό εγχείρημα απέτυχε λόγω ελλιπούς στρατηγικού πλάνου και γενικότερης αντίληψης πάνω στο κομμάτι της οργανωμένης επιχειρηματικής δράσης. Ο κρόκος Κοζάνης αποτελεί μοναδική εξαίρεση καθώς οι διαδικασίες που αφορούν από την παραγωγή έως και την εμπορία του, υπόκεινται στα πλαίσια Αναγκαστικού Συνεταιρισμού για τους Κροκοπαραγωγούς Κοζάνης (Maloupa et al., 2013). Η ύπαρξη αυτού του συνεταιρισμού συνεισφέρει σημαντικά στις εξαγωγικές δραστηριότητες ολόκληρης της περιοχής. Ο ελλαδικός χώρος, σε γενικές γραμμές, διαθέτει τις κατάλληλες προδιαγραφές για να φιλοξενήσει τέτοιου είδους δραστηριότητα. Μελλοντικός στόχος, λοιπόν, είναι η αξιοποίηση των υφιστάμενων ΦΑΦ με τρόπο αειφόρο, απουσία φαινομένων υπερβολικής συγκομιδής αυτοφυών πληθυσμών, καθώς και η εξάπλωσή τους σε μέρη όπου άλλες καλλιέργειες θα αδυνατούσαν να ευδοκιμήσουν, ενώ τα ΦΑΦ εκ φύσεως θα μπορούσαν δυνητικά να δώσουν ακόμα και υψηλές αποδόσεις.

## **1.2. Αιθέρια έλαια**

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν πτητικά, αρωματικά υγρά τα οποία ανακτώνται από φυτικά υλικά μέσω απόσταξης, εκπίεσης ή ακόμη με άλλες μεθόδους όπως αυτής της κλασσικής εκχύλισης με πτητικούς διαλύτες και η ονομασία τους γίνεται βάσει του φυτού προέλευσης. Τα αιθέρια έλαια ορίζονται, είτε ως αυτούσια προϊόντα, είτε ως μείγματα ουσιών με άρωμα, είτε ως μείγματα άοσμων και αρωματικών ουσιών. Το σύνολο των αρωματικών ουσιών αποτελούν καθαρές χημικά ενώσεις που υπό φυσιολογικές συνθήκες θα ήταν πτητικές. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία αιθέριων ελαίων λόγω επίδρασης πληθώρας παραγόντων, όπως γενετικά αίτια, κλίμα, γεωγραφική προέλευση ή ακόμα και βροχοπτώσεις. Συντίθενται κυρίως από λιπόφιλους και εξαιρετικά πτητικούς δευτερογενείς φυτικούς μεταβολίτες (Dhifi et al., 2016).

### 1.2.1. Ιδιότητες αιθέριων ελαίων

Σε γενικές γραμμές, το φάσμα εφαρμογών των αιθέριων ελαίων είναι αρκετά εκτεταμένο. Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται σε αρώματα και καλλυντικά, υιοθετούν φαρμακευτικό χαρακτήρα λόγω των θεραπευτικών τους ιδιοτήτων, ενώ ταυτόχρονα υπόκεινται σε αγροδιατροφικές χρήσεις, εξαιτίας της αντιοξειδωτικής και αντιμικροβιακής τους δράσης (Dhifi et al., 2016). Στον κλάδο των καλλυντικών, η χρήση τους δεν περιορίζεται αποκλειστικά και μόνο λόγω της ευχάριστης οσμής τους ως βελτιωτικά του αρώματος ενός προϊόντος. Αντίθετα, η συνεισφορά της δράσης τους είναι αρκετά σημαντική λόγω των συστατικών που τα απαρτίζουν. Όσον αφορά στη φαρμακοβιομηχανία, τα έλαια αυτά πολύ συχνά αποτελούν συστατικά για διάφορες αντισηπτικές κρέμες, σε σκευάσματα εισπνοών, αλλά και σε αλοιφές που βελτιώνουν την κυκλοφορία. Όπως και στην περίπτωση των Φαρμακευτικών και Αρωματικών Φυτών, τα αιθέρια έλαια αποκτούν όλο και μεγαλύτερη απήχηση με την πάροδο των ετών. Εξαιρουμένων των πολλών εφαρμογών τους, τα συστατικά τους ή ακόμα και τα ίδια, ενδέχεται να υποκαθιστούν τα αντίστοιχα χημικά συνθετικά τους (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019).

### 1.2.2. Παραλαβή αιθέριων ελαίων

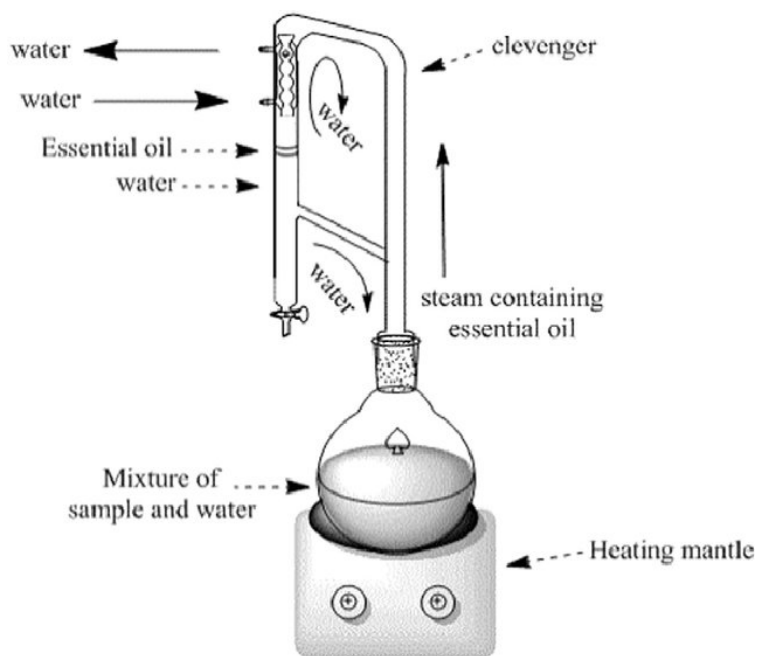
Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων πραγματοποιείται με χρήση διαφόρων μεθόδων, από αρωματικά φυτά, λαμβάνοντας υπόψιν επιμέρους στοιχεία για την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής. Τέτοιου είδους στοιχεία, μπορεί να είναι το φυτικό είδος, το τμήμα του φυτού που θα χρησιμοποιηθεί, η ποσότητα αιθέριου ελαίου που περιέχει, η τιμή στην οποία διατίθεται το αιθέριο έλαιο στην αγορά καθώς και η χημική σύνθεσή του. Οι γνωστότερες και οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι, παραμένουν η απόσταξη και η εκχύλιση.

**I. Απόσταξη:** Η μέθοδος αυτή αποτελεί την πιο απλή και οικονομική μέθοδο παραλαβής αιθέριων ελαίων για το σύνολο των αρωματικών φυτών. Αναλόγως τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται, η απόσταξη διακρίνεται σε τρία είδη:

1. Υδροαπόσταξη ή απόσταξη με νερό
2. Υδρο-ατμο-απόσταξη ή απόσταξη με νερό και υδρατμούς
3. Απόσταξη με υδρατμούς

## 1. Υδροαπόσταξη ή απόσταξη με νερό:

Σε αυτή τη μέθοδο, το φυτικό υλικό που υπόκειται σε απόσταξη, εισάγεται στο εσωτερικό μια σφαιρικής φιάλης με νερό, η οποία συνδέεται με θερμαντική συσκευή και ψυκτήρα. Το βασικό χαρακτηριστικό της διαδικασίας αυτής είναι ότι το φυτικό υλικό που εξετάζεται, έρχεται άμεσα σε επαφή με το νερό που βρίσκεται σε βρασμό. Σημαντικό σε αυτή τη μέθοδο, είναι να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του φυτικού ιστού για να μην διασπαστούν τα διάφορα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Μολονότι αποτελεί μια οικονομική, απλή και εύκολη στη χρήση μεθοδολογία, το βασικό της μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί αρκετό χρόνο ως διαδικασία απόσταξης (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019).



Εικόνα 1.1. Υδροαπόσταξη με συσκευή Clevenger (Samadi et al., 2017).

## 2. Υδρο-ατμο-απόσταξη ή απόσταξη με νερό και υδρατμούς:

Κατά τη μέθοδο αυτή, το φυτικό υλικό που εξετάζεται δεν έρχεται σε επαφή με το νερό. Αντίθετα, τοποθετείται άνωθεν ενός πλέγματος, το οποίο βρίσκεται λίγο πιο πάνω από την επιφάνεια του νερού. Εδώ, η απόσταξη γίνεται μέσω υδρατμών, γεγονός που αποτελεί και κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου. Ο σχηματιζόμενος ατμός, ο οποίος είναι κορεσμένος, με χαμηλή πίεση και υγρός, διαπερνά το υλικό

συμπαρσέρνοντας το αιθέριο έλαιο. Μέσω αυτής της διαδικασίας, ο ατμός δεν υπερθερμαίνεται και το υλικό δεν έρχεται σε επαφή με το βραστό νερό. Ως μειονεκτήματα της μεθοδολογίας αυτής απαντώνται, η μικρή απόδοση σε αιθέριο έλαιο, γι' αυτό και χρησιμοποιείται σε αποστάξεις μικρής κλίμακας, καθώς και η μεγάλη διάρκεια της αποστακτικής διαδικασίας.

### **3. Απόσταξη με υδρατμούς:**

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε βιομηχανική κλίμακα. Σε αυτή την περίπτωση, γίνεται εισαγωγή ατμών, τους οποίους παράγει ειδικός ατμολέβητας, εντός του οποίου ευρίσκεται το φυτικό υλικό. Οι ατμοί, στη συνέχεια, παρασύρουν το αιθέριο έλαιο. Ως κύριο πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής, μπορούν να θεωρηθούν τόσο η καλή ποιότητα όσο και οι σχετικά αυξημένες αποδόσεις. Ως μειονέκτημα από την άλλη, παρουσιάζεται η δυσκολία στην εγκατάσταση και μετακίνηση ολόκληρου του αποστακτικού εξοπλισμού.

**II. Εκχύλιση:** Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην διαβροχή του υπό εξέταση φυτικού υλικού με τα απαραίτητα μέσα εκχύλισης όπως διαλύτες και άλλα παρεμφερή. Η συγκεκριμένη μέθοδος, υπερτερεί έναντι της αποστάξεως σε περιπτώσεις που η απόσταξη θα μπορούσε δυνητικά να αλλοιώσει ή να διασπάσει ορισμένες χημικές ομάδες συστατικών, με τελικό αποτέλεσμα την παραλαβή αιθέριων ελαίων με μειωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με εκείνα που ευρίσκονταν στο αρχικό φυτικό υλικό. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα με διάφορους τρόπους όπως:

- 1. Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες** όπως πετρελαϊκός αιθέρας, βενζόλιο, αιθυλική αλκοόλη.
- 2. Εκχύλιση με ψυχρό λίπος** κάνοντας χρήση καθαρού και ημίσκληρου λίπους.
- 3. Εκχύλιση με θερμό λίπος**, η οποία αφορά φυτικά υλικά που άρουν την φυσιολογική τους δραστηριότητα μετά τη συγκομιδή (τριαντάφυλλα, εσπεριδοειδή). Εδώ, πραγματοποιείται βύθιση των ανθέων στο ζεστό λίπος.

4. **Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες** σε ανάμιξη με νερό ή ως μέσα εκχύλισης. Μεταξύ των διαλυτών αυτών περιλαμβάνονται η προπυλενογλυκόλη, η αιθυλενογλυκόλη και η βουτυλενογλυκόλη.
5. **Εκχύλιση με Υπερκρίσιμα Υγρά.** Το εκχυλιστικό μέσο δύναται να είναι το CO<sub>2</sub> σε όλες τις καταστάσεις του (στερεή, υγρή ή αέρια). Πρόκειται για μια ραγδαία αναπτυσσόμενη μέθοδο διαχωρισμού που λαμβάνει χώρα σε υπερκρίσιμες συνθήκες.

Οι λιγότερο διαδεδομένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η μηχανική εκπίεση, στην οποία γίνεται παραλαβή του αιθέριου ελαίου με μηχανικά μέσα, η εκχύλιση με υπερήχους που εφαρμόζεται σε περιπτώσεις προσδιορισμού ενώσεων οι οποίες παρουσιάζουν θερμική αστάθεια, η εκχύλιση με μικροκύματα και η Solvent Free Microwave Extraction (SFME) (chemist.gr).

### 1.3. Οικογένεια *Asteraceae*

Η οικογένεια *Asteraceae* ή εναλλακτικά *Compositae* αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες οικογένειες φυτών και περιλαμβάνει 1.600 γένη και 25.000 είδη βοτάνων, θάμνων και δέντρων σε παγκόσμιο επίπεδο (Rolnik & Olas, 2021). Τα *Compositae* περιεγράφηκαν για πρώτη φορά το 1740 (efloras.org). Τα περισσότερα είδη *Asteraceae* απαντώνται σε ετήσιες, διετείς ή πολυετείς μορφές ποωδών φυτών αλλά και σε δέντρα, θάμνους ή και αμπέλια. Η οικογένεια αυτή έχει εξαπλωθεί ευρέως, από υποτροπικές έως τροπικές περιοχές, καθώς και σε πληθώρα φυσικών οικοσυστημάτων. Η πλειοψηφία αυτών, εμφανίζονται σε ζεστά ερημικά και σε κρύα ή ζεστά ημι-ερημικά κλίματα σε όλες τις ηπείρους εξαιρουμένης της Ανταρκτικής. Το βασικό και κύριο κοινό χαρακτηριστικό όλων των φυτών που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια, είναι η ταξιανθία τους. Η ταξιανθία απαρτίζεται από ένα ή από περισσότερα κεφάλια τα οποία με τη σειρά τους σχηματίζουν δευτερεύοντες τύπους ταξιανθιών. Ένα κεφάλιο αποτελείται από πολλά ανθίδια τα οποία βρίσκονται εντός της ίδιας κωνικής ανθοδόχης σχηματίζοντας στο φυτό τα επονομαζόμενα ψευδάνθια. Η *Asteraceae* αποτελεί μία πολύ σημαντική οικογένεια με οικονομική σημασία, μέσω της οποίας διατίθενται στον άνθρωπο διάφορα φυτικά φάρμακα (*Matricaria recutita*), ανθοκομικά καλλωπιστικά προϊόντα (*Dahlia*), εδώδιμα είδη (*Lactuca sativa*-μαρούλι, *Cichorium intibus*-ραδίκι, *Cichorium spinosum*-σταμναγκάθι)

καθώς και φυτά που συνεισφέρουν ώστε να παραχθούν διάφορες πρώτες ύλες (*Chrysanthemum cinerariaefolium*- κύρια πηγή για φυσικό πύρεθρο και παραγωγή εντομοκτόνου). Υπάρχουν βέβαια, κι άλλα φυτά της οικογένειας αυτής που λειτουργούν ως ζιζάνια (*Sonchus oleraceus*- ζοχός) καθώς και κάποια δηλητηριώδη (του γένους *Senecio*).

## 1.4. Χαμομήλι

### 1.4.1. Γενικές πληροφορίες

Το Χαμομήλι συνιστά ένα εκ των αρχαιότερων φαρμακευτικών βοτάνων που έχουν γνωστοποιηθεί στην ανθρωπότητα. Ανήκει στην οικογένεια *Asteraceae* και η αυτοφυής μορφή του που συναντάται στον ελληνικό χώρο απαντάται με την ονομασία *Matricaria recutita* ή *Matricaria chamomilla* ή *Chamomilla recutita* ή Ματρικάρια η περιτμημένη ([cybertaxonomy.org](http://cybertaxonomy.org)). Παραδοσιακά, το χαμομήλι χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες ως αντιοξειδωτικό, αντιφλεγμονώδες ήπιο στυπτικό και θεραπευτικό φάρμακο. Χρησιμοποιείται επίσης, για τη θεραπεία πηγών, εκζέματος, ελκών, ουρικής αρθρίτιδας, για μώλωπες εγκαύματα και λοιπά, καθώς παρουσιάζει πληθώρα ευεργετικών ιδιοτήτων (Gupta, 2010). Η προέλευση του χαμομηλιού απαντάται στη Μεσογειακή λεκάνη αλλά είχε διαδοθεί και εκτός Ευρώπης, στην Ινδία, στη Σιβηρία, στην Ασία, στην Αλγερία, στην Αυστραλία καθώς και στην Αμερικάνικη Ήπειρο. Συναντάται ως αυτοφυές σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο, ενώ στην Ελλάδα βρίσκεται σχεδόν παντού σε όλων των ειδών τις εκτάσεις, καλλιεργούμενες και μη. Οι εύκρατες χώρες στις οποίες καλλιεργείται, είναι η Ουγγαρία, η Ρωσία, η Γερμανία, ο Λίβανος, η Αργεντινή, η Κολομβία και άλλες (Singh et al., 2020).

### 1.4.2. Ταξινόμηση- Βοτανική Περιγραφή Χαμομηλιού

Η ταξινομική κατάταξη του χαμομηλιού δίνεται στον Πίνακα 1.2., που σύμφωνα με την CABI έχει ως εξής:

**Πίνακας 1.2.** Ταξινομική κατάταξη *Chamomilla recutita* σύμφωνα με την CABI.

<b>Βασίλειο</b>	Plantae
<b>Φύλο</b>	Spermatophyta

<b>Υπόφυλο</b>	Angiospermae
<b>Κλάση</b>	Dicotyledonae
<b>Τάξη</b>	Asterales
<b>Οικογένεια</b>	<i>Asteraceae</i>
<b>Γένος</b>	<i>Chamomilla</i>
<b>Είδος</b>	<i>Chamomilla recutita</i>

Η ταξινόμηση του χαμομηλιού, γίνεται ανάλογα με την περιεκτικότητα που έχουν τα συστατικά του αιθέριου ελαίου του, σε χαμαζουλένιο, α-βισαβολόλη, οξειδίου Α και Β της βισαβολόλης και οξειδίου Α της βισαβολόλης. Από την ταξινόμηση αυτή έχουν προκύψει 5 διαφορετικοί χημειότυποι όπως διακρίνεται και στον Πίνακα 1.3.

**Πίνακας 1.3.** Χημειότυποι, συστατικά και εντοπισμός χαμομηλιού.

<b>Χημειότυποι</b>	<b>Συστατικά</b>	<b>Εντοπισμός</b>
A	Οξείδιο βισαβολόλης Α	Ευρώπη και άλλες Ήπειροι
B	Οξείδιο βισαβολόλης Β	Αργεντινή
C	α-βισαβολόλη	Ισπανία, Πορτογαλία και άλλες χώρες
D	α-βισαβολόλη, οξείδια βισαβολόλης (1:1)	Σε καλλιεργούμενα, σπάνιο στη φύση
E	Οξείδιο βισαβολόλης Α	Τουρκία, Βουλγαρία

Οι ποικιλίες του χαμομηλιού που καλλιεργούνται κυρίως στην Ευρώπη, έχουν υποστεί βελτίωση και είναι διπλοειδείς ή τετραπλοειδείς. Στις διπλοειδείς, συναντάται μικρό μέγεθος ανθοκεφαλών, οι οποίες παρουσιάζουν ανθεκτικότητα κατά τη συγκομιδή, ενώ στις τετραπλοειδείς υφίστανται μεγάλα και αρκετά εύθραυστα άνθη. Έχει βρεθεί πως όσο πιο βόρεια και κεντρικά βρίσκεται ένας πληθυσμός χαμομηλιού, τόσο μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χαμαζουλένιο παρουσιάζει σε σχέση με τη νότια Ευρώπη, για τις διπλοειδείς ποικιλίες. Στις τετραπλοειδείς, παρουσιάζεται ισορροπημένη περιεκτικότητα στο αιθέριο έλαιο σε βισαβολόλη και χαμαζουλένιο. Οι γνωστότερες ποικιλίες είναι η Manzana (χημειότυπος C), η Bodegold (τετραπλοειδής), η Goral (τετραπλοειδής), Bona



και New Bona (χημειότυπος C, διπλοειδής), η Lutea (χημειότυπος C, τετραπλοειδής) και η Tiberina.

Το χαμομήλι αποτελεί ένα ποώδες ετήσιο φυτό με λεπτές, ατρακτοειδείς ρίζες που διεισδύουν ίσια στο έδαφος. Συγκεκριμένα, ο βλαστός είναι όρθιος και διακλαδίζεται έντονα, ενώ μεγαλώνει σε ύψος από 10 έως 80 cm. Τα φύλλα του χαμομηλιού, είναι μακρόστενα, πτεροσχιδή. Τα άνθη έχουν κίτρινο χρώμα και μικρό μέγεθος, με χαρακτηριστικό σχήμα μαργαρίτας. Οι κεφαλίδες των λουλουδιών, τοποθετούνται χωριστά και έχουν διάμετρο 10-30 mm. Οι ανθοκεφαλές απαρτίζονται από χρυσοκίτρινα, σωληνοειδή άνθη τα οποία είναι ερμαφρόδιτα και ευρίσκονται στο κέντρο και από άνθη λευκά, θηλυκά και γλωσσοειδή τα οποία ευρίσκονται στον περιφερειακό χώρο. Ένα περικάλυμμα από βράκτια, προστατεύει τις κεφαλίδες στη βάση. Το φυτό ανθοφορεί από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούνιο και είτε για την παραλαβή αιθέριου ελαίου είτε για την χρήση φαρμακευτικής δρόγης, αξιοποιούνται οι ανθοκεφαλές του χαμομηλιού. Το χαμομήλι απαντάται σε περιοχές όπου το κλίμα είναι ήπιο και τα χωράφια παρουσιάζουν μέτρια γονιμότητα και ουδέτερη οξύτητα, έχοντας βέβαια, και καλές αποδόσεις σε εδάφη με υψηλή τιμή pH, τα οποία δεν είναι εύφορα και δεν μπορούν να φιλοξενήσουν άλλα είδη ΦΑΦ. Παρουσιάζει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα σε πεδινές περιοχές και κατάλληλα για την καλλιέργεια, εδάφη, κρίνονται τα αμμοαργιλώδη που περιέχουν αρκετή οργανική ουσία. Δεδομένου ότι παρουσιάζει μικρές απαιτήσεις για γονιμότητα, το χαμομήλι δύναται να καλλιεργηθεί χωρίς λίπανση σε περιπτώσεις που υπάρχει 1-2 % περιεκτικότητα σε οργανική ουσία.

### **1.4.3. Καλλιεργητικές Πρακτικές**

#### **1.4.3.1. Προετοιμασία Αγρού**

Προκειμένου να προετοιμαστεί το έδαφος κατάλληλα, πρέπει να γίνουν κάποιες ενέργειες, ώστε η νέα καλλιέργεια χαμομηλιού να ευδοκιμήσει και να εγκατασταθεί όσο το δυνατόν καλύτερα. Συγκεκριμένα, η προετοιμασία του εδάφους ξεκινά με το σπάσιμο των δυνητικά υπαρχόντων αδιαπέραστων στρωμάτων που έχουν σχηματιστεί από το νερό στο έδαφος. Στόχος, είναι να δημιουργηθεί καλό πορώδες ώστε να επικρατεί καλή αποστράγγιση. Συνιστάται, γενικά, να παραχώνονται τυχόν υπολείμματα από προηγούμενη καλλιέργεια, να καταπολεμούνται ορθά τα ζιζάνια, οι ασθένειες, οι νηματώδεις και τα έντομα και να αυξάνεται η οργανική ουσία με προσθήκη διαφόρων

εδαφοβελτιωτικών. Τέλος, πριν από την εγκατάσταση, πρέπει να επέλθει ισοπέδωση της επιφάνειας που θα αξιοποιηθεί. Σε γενικές γραμμές, όλες οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται με τα κατάλληλα μηχανήματα, την κατάλληλη εποχή, δηλαδή όταν το χωράφι ευρίσκεται στο ρώγο του (ούτε πολύ ξηρό αλλά ούτε και πολύ υγρό) (Υπ.Γ.Α.Α.Π). Τα αγροτεμάχια τα οποία έχουν ήδη καλλιεργηθεί δεν απαιτούν βαθύ όργωμα, καθώς τα περισσότερα ΦΑΦ αναπτύσσουν ριζικό σύστημα βάθους 50-60 cm, πολύ πιο επιφανειακά σε σχέση με τις πολυετείς καλλιέργειες. Το όργωμα, βέβαια, είναι πάντα βοηθητικό όταν μπορεί να εφαρμοστεί. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο αλλά και κατά το φθινόπωρο, το όργωμα αποτελεί τον βασικό τρόπο καταστροφής ζιζανίων, βοηθώντας ταυτόχρονα στο παράχωμα των υπολειμμάτων από προηγούμενες καλλιέργειες ώστε να επέλθει αποικοδόμηση και να εμπλουτιστεί το έδαφος με οργανική ουσία. Έπειτα, ισοπέδωση με καλλιεργητή και ψιλοχωμάτισμα με φρέζα θα μπορούσαν να προηγηθούν της φυτεύσεως. Το χωράφι επίσης, θα μπορούσε να διαμορφωθεί σχηματίζοντας μια μικρή κλίση ώστε να γίνεται καλύτερη αποστράγγιση, η οποία είναι απαραίτητη για τα ΦΑΦ (Maloupa et al., 2013).

#### **1.4.3.2. Εγκατάσταση**

Το χαμομήλι σπέρνεται απευθείας στο χωράφι, με σπόρο, στα πεταχτά με το χέρι ή κάνοντας χρήση σπαρτικών γίνεται γραμμική σπορά σε αποστάσεις μεταξύ των σειρών 20-40 cm. Καταλληλότερη εποχή σποράς κρίνεται το φθινόπωρο (Οκτώβριο με Νοέμβριο) καθότι δίνει μεγαλύτερες αποδόσεις σε σχέση με την ανοιξιάτικη σπορά η οποία υφίσταται μεν αλλά καταλήγει σε μικρή παραγωγή. Απαιτούνται 0,4-0,6 kg σπόρου ανά στρέμμα τα οποία και ανακατεύονται με 20-30 kg στεγνή άμμο ή άλλες αδρανείς ουσίες. Για να είναι ομαλή η φυτρωτική διαδικασία του σπόρου, βασικό προαπαιτούμενο είναι, όπως αναφέρθηκε, το καλό όργωμα και ψιλοχωμάτισμα στην προετοιμασία αλλά και το κυλίνδρισμα έπειτα από τη σπορά. Γενικά, δεν συνιστάται παράχωμα μετά την εναπόθεση του σπόρου στο έδαφος. Προτείνεται όμως, η χρήση τεχνητής βροχής με μπεκ υψηλής πίεσης για βέλτιστη βλάστηση του σπόρου. Ένα, τουλάχιστον, βοτάνισμα στον μήνα Φεβρουάριο ή Μάρτιο ή ακόμα και χρήση κάποιου ζιζανιοκτόνου, μπορούν να δράσουν ευεργετικά στην καλλιέργεια, συμβάλλοντας στην καλύτερη ανάπτυξη της (Υπ.Α.Α.Τ.).

#### 1.4.3.3. Άρδευση

Το χαμομήλι αποτελεί ξηρικό φυτό με ανάγκες όμως σε υγρό έδαφος για την ανάπτυξή του. Μετά την εγκατάσταση, συνιστάται καλό πότισμα της καλλιέργειας και μετέπειτα απαιτεί τουλάχιστον άλλες δύο με τρεις επιπλέον αρδεύσεις. Στην ανθοφορία, το Μάρτιο και τον Απρίλιο, η άρδευση χρησιμεύει ώστε να επιτευχθεί περεταίρω ανθοφορία, καθυστερώντας όμως το σχηματισμό του σπόρου. Σε εδάφη με αλκαλικό pH απαιτείται συχνότερο πότισμα, 6 με 8 φορές ιδανικά στη διάρκεια του κύριου κύκλου. Έχει παρατηρηθεί ότι, αρδεύσεις κατά το στάδιο που σχηματίζονται οι ροζέτες αυξάνουν σημαντικά τις αποδόσεις της καλλιέργειας (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019).

#### 1.4.3.4. Λίπανση

Στο κομμάτι της λίπανσης, η καλλιέργεια του χαμομηλιού δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις. Σημαντική παρουσιάζεται βέβαια, η επίδραση του αζώτου στην περίπτωση της παραγωγής αιθέριου ελαίου καθώς και στη διαδικασία παραγωγής ανθοκεφαλών. Η επίδραση των P και K θεωρείται αμελητέα. Έχουν διενεργηθεί αρκετές μελέτες γύρω από την επίδραση της Νούχου λίπανσης στην απόδοση και στα αιθέρια έλαια του χαμομηλιού. Οι Singh et al., (2011), παρατήρησαν ότι εφαρμογή αζώτου σε μορφή θειικής αμμωνίας  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ , αύξησε σημαντικά την απόδοση των νωπών ανθοκεφαλών, ενώ ταυτόχρονα αύξησε και την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Με σκοπό να επιτευχθούν πολύ καλές αποδόσεις, συνιστάται η εφαρμογή  $60\text{-}70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  και  $50\text{-}70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, ενώ και  $40\text{-}60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , σε περίπτωση που απαιτείται, την άνοιξη (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019).

#### 1.4.3.5. Εχθροί και Ασθένειες

Με την καλλιέργεια του χαμομηλιού σχετίζονται διάφορα εντομοφάγα και φυτοφάγα έντομα, σε περιοχές όπου ευρίσκονται καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη. Τουλάχιστον 26 έντομα που ανήκουν σε 13 οικογένειες και 5 τάξεις, σχετίζονται άμεσα με το κοινό χαμομήλι. Η πλειοψηφία αυτών, έχουν ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόκληση τροφικών ζημιών σε αναπαραγωγικά και βλαστικά όργανα και ανήκουν στα *Thysanoptera* και *Heteroptera* περιλαμβανομένων των οικογενειών *Thripidae*, *Pentatomidae*, *Miridae* και *Pseudococcidae*. Άλλα πάλι προκαλούν διάβρωση ή οπές στις κεφαλίδες (*Noctuidae*), στα φύλλα (σκαθάρια) ή στις ρίζες (*Elateridae*). Με σκοπό την καταπολέμηση των εχθρών

αυτών, πολλές φορές συνεισφέρουν τα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή που ευρίσκονται στις εκάστοτε περιοχές όπου παρατηρείται η προσβολή (Conti, 2003). Όταν επικρατεί υψηλή υγρασία και μέτριες θερμοκρασίες, έχουν υπάρξει αρκετές αναφορές σε μυκητιάσεις που έχουν προκύψει από ωίδιο ή περονόσπορο καθώς και σηψιρριζίες από μύκητες που προέρχονται από το γένος *Alternaria* (*burpee.com*). Επιπλέον, έχουν γνωστοποιηθεί προσβολές από τα γένη *Penicillium* και *Aspergillus* στο στάδιο αποξήρανσης του φυτού. Συστήνεται, ιδανικά, να υπάρχει πάντα ένα πρόγραμμα βάσει του οποίου οι ασθένειες θα υπόκεινται σε διαχείριση. Όταν επικρατεί η δυνατότητα άμεσης ανίχνευσης μιας ασθένειας, είναι πάντοτε πιο εύκολη η εφαρμογή βιολογικών μέσων. Κατά την αποθήκευση του προϊόντος, οι συνθήκες που επικρατούν είναι χαμηλές θερμοκρασίες και ξηρό περιβάλλον, απουσία δηλαδή υγρασίας (Bottcher & Gunther, 2005).

#### **1.4.3.6. Συγκομιδή**

Η συγκομιδή του χαμομηλιού πραγματοποιείται όταν αυτό βρίσκεται στην άνθιση. Σε οποιοδήποτε άλλο στάδιο υπεισέρχεται υποβάθμιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος (Υπ.Α.Α.Τ.). Όταν η καλλιέργεια είναι συστηματική και πρόκειται για φθινοπωρινή σπορά, η συγκομιδή λαμβάνει χώρα Απρίλιο-Μάιο. Σε περίπτωση που η σπορά γίνει άνοιξη, η συγκομιδή πραγματοποιείται 3 μήνες μετά (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Όταν πραγματοποιείται συλλογή των ανθέων σε σάκους υπό συνθήκες ψυχρού περιβάλλοντος, ο μέγιστος χρόνος που μπορεί να διατηρηθεί το προϊόν χωρίς να επέλθει υποβάθμιση της ποιότητάς του είναι 4 ώρες (ΕΚ 510/2006). Είναι προτιμότερο να πραγματοποιηθεί η συγκομιδή το πρωί αργά έως και το απόγευμα νωρίς ώστε οι ανθοκεφαλές να αποφύγουν την όποια επαφή, μετέπειτα, με ήλιο. Η απόδοση της καλλιέργειας ανέρχεται στα 280-350 kg νωπών κεφαλίδων στο στρέμμα για συλλογή με ειδικές τσουγκράνες, ενώ στην περίπτωση συλλογής με ειδικό χορτοκοπτικό, η απόδοση ανέρχεται στα 400-700 kg το στρέμμα, καθώς εδώ περιλαμβάνονται και βλαστοί. Στις περιπτώσεις που υπάρχει δυνατότητα, συνιστάται και δεύτερο χέρι συγκομιδής ένα μήνα αργότερα το οποίο και αυξάνει περεταίρω τις αποδόσεις (Κάλφας, 2018). Οι αποδόσεις στο αιθέριο έλαιο των νωπών κεφαλίδων ευρίσκεται μεταξύ 0,1-0,3 % και σε περιπτώσεις ξηρών κεφαλίδων η απόδοση ενδέχεται να είναι 4 φορές μεγαλύτερη, ανάλογα τις κλιματικές συνθήκες της χρονιάς, το έδαφος την ποικιλία αλλά και την αποστακτική

τεχνική. Έπειτα από τη συγκομιδή, προτείνεται η διαβροχή της καλλιέργειας ώστε αργότερα να ωριμάσουν τα υπόλοιπα άνθη και να δώσουν σπόρους οι οποίοι θα είναι έτοιμοι προς συγκομιδή έως και τον Ιούνιο. Πολλές φορές, σε περιπτώσεις έλλειψης πολλαπλασιαστικού υλικού, τα πιο εύρωστα φυτά αποκλείονται από τη συγκομιδή και χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για να συγκομιστεί καλός ποιοτικά σπόρος (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019).

#### **1.4.3.7. Μεταποίηση-Επεξεργασία χαμομηλιού**

Τη διαδικασία συγκομιδής ακολουθεί το κοσκίνισμα με αιωρούμενο κόσκινο, ώστε να διαχωριστούν οι ανθοκεφαλές με τα άνθη μαζί με το μίσχο καθώς και τα τμήματα χλόης ή ζιζανίων που έχουν συμπαρασυρθεί. Έπειτα, ακολουθεί η διαδικασία της ξήρανσης. Συγκεκριμένα, είτε γίνεται διασπορά του χαμομηλιού που έχει συγκομιστεί, σε υφάσματα ή λινάτσες (ανοιχτού χρώματος ώστε να κάνει αντίθεση από το λευκό και κίτρινο του υλικού και της σκόνης) μακριά από την επίδραση του ηλίου, είτε γίνεται χρήση θερμαινόμενου αέρα σε ξηραντήρια. Η δεύτερη μέθοδος, είναι προτιμότερη για αυτού του είδους την καλλιέργεια, με την προϋπόθεση ότι δίνεται η απαραίτητη προσοχή στη θερμοκρασία που επιλέγεται για την ξήρανση. Σε συνθήκες καλού αερισμού της αποθήκης, η ξήρανση του χαμομηλιού επέρχεται σε 5 με 6 ημέρες. Στην τεχνητή ξήρανση πρέπει να γίνεται άπλωμα του ανεπεξέργαστου προϊόντος σε στρώσεις πάχους 15-20 cm και κατόπιν να συγκεντρώνεται σε καλάθια και διάφορα άλλα μέσα ώστε να σκορπίζεται έπειτα στον μάντα ξήρανσης. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται όσο το δυνατόν νωρίτερα γίνεται, χωρίς να μεσολαβεί διάστημα από την συγκομιδή, εάν βέβαια, είναι επιθυμητή η διατήρηση υψηλής ποιοτικά παραγωγής. Εάν κρίνεται απαραίτητο, ακολουθεί η αφαίρεση του μίσχου του χαμομηλιού με χρήση ειδικής μηχανής, ώστε να επέλθει αύξηση της ποιότητας και κατά συνέπεια της προστιθέμενης αξίας του προϊόντος στην αγορά. Στόχος, να παραχθούν άνθη ποιοτικά που θα έχουν μίσχο 2 cm ακόμα και λιγότερο, απουσία πράσινου υλικού. Αυτά που απομένουν από τη διαδικασία αποκοπής, είναι κυρίως γλωσσοειδή ανθύλλια, τα οποία και δύναται να εκχυλιστούν ώστε να δώσουν προϊόν με υψηλή περιεκτικότητα σε απιγενίνη. Μετά την ξήρανση, καθίσταται δυνατό να πραγματοποιηθούν διαλογές κατ' εξακολούθηση ώστε να παραληφθούν πέταλα, άνθη που έχουν κοσκινιστεί, σκόνη, ολόκληρες ανθοκεφαλές καθώς και διάφορες άλλες ποιότητες. Ως μεταποιητική δραστηριότητα στο χαμομήλι, μπορεί να χαρακτηριστεί η παραλαβή

αιθέριου ελαίου από τις ανθοκεφαλές. Το αιθέριο έλαιο του χαμομηλιού είναι εξέχουσας σημασίας, καθότι περιλαμβάνει πληθώρα συστατικών με ευεργετικές δράσεις. Από την παραλαβή του αιθέριου ελαίου προκύπτει επίσης ένα δευτερεύον προϊόν, το αρωματικό ύδωρ, το οποίο και διαθέτει υποδεέστερες ιδιότητες σε σχέση με το καθαρό αιθέριο έλαιο.

#### **1.4.3.8. Αποθήκευση**

Η αποθήκευση του αποξηραμένου προϊόντος χαμομηλιού θα πρέπει να γίνεται σε μέρος ξηρό και δροσερό ώστε να αποφεύγονται εντομολογικές προσβολές και επιθέσεις από τρωκτικά. Σε εμπορική κλίμακα, προτιμάται κυρίως η συσκευασία των ξηρών ανθέων σε δέματα ή κιβώτια, ενώ αποφεύγεται η χρήση σακίων και μεγάλων σάκων για να μην υπάρξει θρυμματισμός του προϊόντος κατά τη μεταφορά. Σακιά και χαρτοκιβώτια, χρησιμοποιούνται όταν το τελικό προϊόν πρόκειται να είναι τσάι σε φακελάκι. Γυάλινα μπουκαλάκια με σκούρο χρώμα, χρησιμοποιούνται για την διακίνηση αιθέριου ελαίου (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Πλαστικά κιβώτια, αξιοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες προϊόντος και μόνο στην περίπτωση όπου η αποθήκευση πρόκειται να διαρκέσει λίγες μόνο εβδομάδες. Όσον αφορά στο αιθέριο έλαιο του χαμομηλιού, παρουσιάζει μια καλή σταθερότητα όταν διατηρείται στους 5 °C, απουσία φωτός. Στους 9 μήνες αποθήκευσης, έχει βρεθεί να παρουσιάζονται υποβαθμίσεις της τάξεως όμως του 1 %. Και τέλος, το δευτερογενές προϊόν που προκύπτει από την απόσταξη του αιθέριου ελαίου του χαμομηλιού, το γνωστό αρωματικό ύδωρ, αποστέλλεται σε μεγάλα βαρέλια των 200 λίτρων για αποθήκευση.

#### **1.4.4. Αιθέριο έλαιο χαμομηλιού**

Η δρόγη του χαμομηλιού, δίνει ως κύριο συστατικό το αιθέριο έλαιο. Το αιθέριο έλαιο του χαμομηλιού μπορεί να παραληφθεί με διάφορους τρόπους, όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 1.2.2.. Σε περιπτώσεις διεξαγωγής πειραμάτων, πιο διαδεδομένη είναι η χρήση συσκευής Clevenger για παραλαβή του αιθέριου ελαίου με υδροαπόσταξη. Όταν το χαμομήλι παραμένει αποθηκευμένο για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, η συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο μειώνεται. Με την παραλαβή του ελαίου, διακρίνεται ένας μπλε χρωματισμός ο οποίος οφείλεται στην περιεκτικότητα του σε χαμαζουλένιο. Το χρώμα αυτό, με την έκθεση σε συνθήκες περιβάλλοντος, γίνεται πράσινο και έπειτα αποκτά έναν καστανό χρωματισμό.

Τα κυριότερα συστατικά που απαρτίζουν το αιθέριο έλαιο είναι το β-φαρνεζένιο, το γερμακρένιο D, το μικκυκλογερμακρένιο, το α-φαρνεζένιο, το οξειδίο βισαβολόλης Β, το οξειδίο βισαβολόνης, η α-βισαβολόλη, το χαμαζουλένιο, το οξειδίο της βισαβολόλης Α και οι σπιροαιθέρες. Η μέγιστη απόδοση του φυτού σε αιθέριο έλαιο απαντάται ακριβώς πριν από την ανθοφορία σε περιεκτικότητα 0,3 με 1,5 %, τιμή η οποία στη συνέχεια φθίνει. Στη ρίζα περιέχονται μόνο ίχνη του ελαίου γι' αυτό και δεν απασχολεί ιδιαίτερα η παραλαβή από άλλα μέρη του φυτού. Κάποιοι χημειότυποι δεν διαθέτουν δραστικές όπως η α-βισαβολόλη και το χαμαζουλένιο. Διαθέτουν όμως άλλες δραστικές όπως σπιροαιθέρες, φαρνεζένιο, καρυφυλλένιο και λοιπά.

Στις μέρες μας, γίνεται κυρίως καλλιέργεια συγκεκριμένων βελτιωμένων ποικιλιών, οι οποίες παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο αλλά και σε δραστικά συστατικά όπως βισαβολοειδή, σπιροαιθέρες και χαμαζουλένιο. Προσεγγιστικά, απαιτούνται γύρω στις 6 ώρες ώστε να παραληφθεί το 70-80 % του αιθέριου ελαίου. Ποιοτικά, το αιθέριο έλαιο υπόκειται σε αλλαγές στη διάρκεια της απόσταξης. Για να υπάρχει βέλτιστη απόδοση στα κύρια συστατικά, η διαδικασία της απόσταξης θα πρέπει να περιορίζεται στις 12 ώρες. Για να θεωρηθεί μια ποικιλία καλή, η περιεκτικότητα του ελαίου σε χαμαζουλένιο θα πρέπει να ανέρχεται σε ποσοστό 15 % και σε βισαβολοειδή 50 %. Όπως προαναφέρθηκε, καλές συνθήκες αποθήκευσης του ελαίου είναι οι 5°C, υπό σκιά. Μετά τους 9 μήνες αποθήκευσης, παρουσιάζεται μείωση του χαμαζουλενίου και των σесκιτερπενίων, σε ποσοστό μικρότερο του 1 %, ενώ δεν φαίνεται να υπάρχει ιδιαίτερη επίδραση στη συγκέντρωση των βισαβολοειδών.

#### **1.4.5. Χρήσεις**

Το χαμομήλι αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα φαρμακευτικά βότανα που έχει γνωστοποιηθεί στην ανθρωπότητα. Τα αποξηραμένα άνθη χαμομηλιού, παρουσιάζουν αυξημένη περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή και τερπενοειδή τα οποία συνεισφέρουν στο σύνολο των φαρμακευτικών τους ιδιοτήτων. Οι παρασκευές του χαμομηλιού, χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση πολλών ασθενειών του ανθρώπου, όπως μυϊκοί σπασμοί, διαταραχές στην έμμηνο ρύση, πυρετός, αυπνίες, έλκη, γαστρεντερικές διαταραχές, αιμορροΐδες και άλλα (Strivastava et al., 2010). Τα αιθέρια έλαια του χαμομηλιού, χρησιμοποιούνται εκτενώς στην βιομηχανία των καλλυντικών αλλά και στην

αρωματοθεραπεία (Gowda et al., 1991). Τα αποξηραμένα άνθη χαμομηλιού βρίσκονται σε μεγάλη ζήτηση για χρήσεις, όπως παρασκευή τσαγιού, για παρασκευή λαδιού μασάζ βρεφών, για να γίνει ευκολότερη προώθηση της γαστρικής ροής και έκκρισης καθώς και για την καταπολέμηση του βήχα και του κρυολογήματος. Η χρήση αφεψήματος τσαγιού στα μωρά, βρέθηκε να εξαλείφει τους κολικούς σε ποσοστό 57 % των βρεφών (Weizman et al., 1993). Οι ευεργετικές-θεραπευτικές ιδιότητες που παρουσιάζει το αιθέριο έλαιο του χαμομηλιού, αποδίδονται στην περιεκτικότητά του σε α-βισαβολόλη και οξειδία αυτής, στο χαμαζουλένιο και στους σπειροαιθέρες. Η Αντιφλεγμονώδης δράση, αποδίδεται στο χαμαζουλένιο, στη ματρικίνη, στην α-βισαβολόλη και στην δευτερεύουσα δράση των οξειδίων Α και Β βισαβολόλης. Οι σπασμολυτικές δράσεις, αποδίδονται στην περιεκτικότητα σε α-βισαβολόλη και απιγενίνη, ενώ το χαμαζουλένιο παρουσιάζει και ιδιότητες θεραπευτικές για διάφορες πληγές. Συγκεκριμένα, η εξωτερική εφαρμογή του αφεψήματος των ανθέων του χαμομηλιού ή και του αιθέριου ελαίου, έχει δείξει να παρουσιάζει θεραπευτική δράση κατά των μολώπων, εκζεμάτων καθώς και σε άλλα είδη τοπικών φλεγμονών του δέρματος (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Το χαμομήλι επίσης, έχει παρουσιάσει αγγολυτικές (Amsterdam et al., 2009) καθώς και αντιμυκητιακές, αντισηπτικές και αντιβακτηριδιακές ιδιότητες (Nogueira et al., 2008).

### **1.5. Σκοπός του Πειράματος**

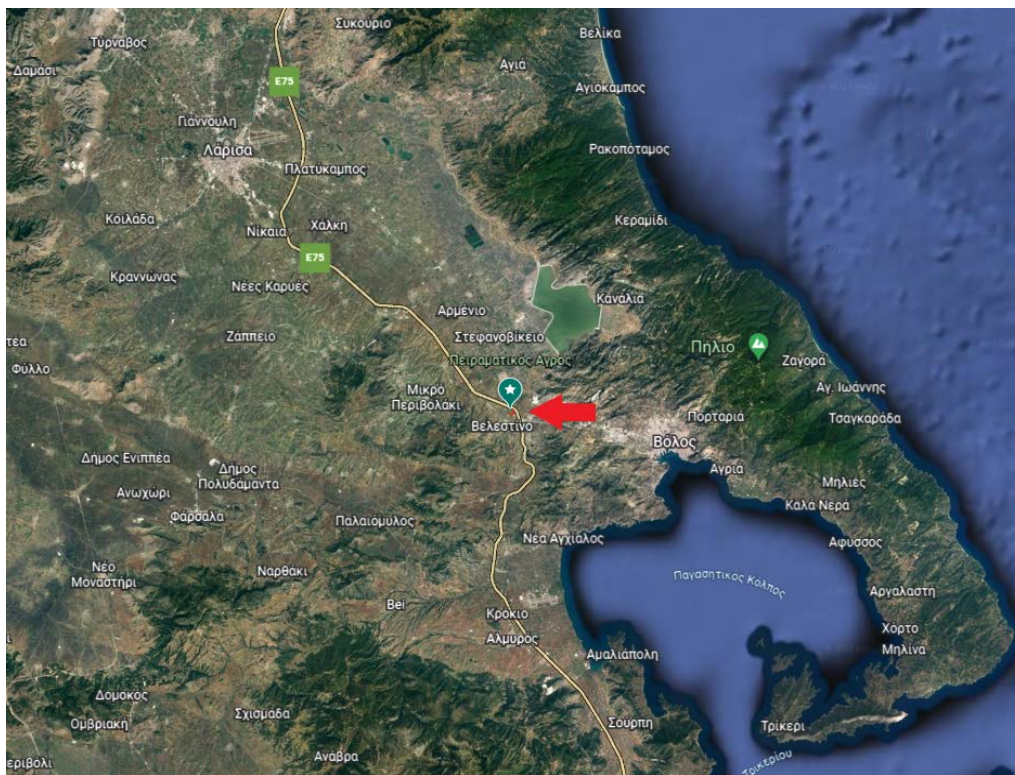
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla* L.) παρουσιάζει αρκετές προοπτικές όσον αφορά στην εκμετάλλευσή του ως εναλλακτική καλλιέργεια στη χώρα μας. Εξαιτίας όμως των ελάχιστων δεδομένων σχετικά με τη διαχείριση του φυτού στον αγρό, η παρούσα έρευνα είχε ως σκοπό την εξ' ολοκλήρου διαχείριση της καλλιέργειας, από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή και την απόσταξη, δίνοντας κυρίως έμφαση, στην άρδευση και τη λίπανση και το πώς αυτοί οι δύο σημαντικοί παράγοντες επιδρούν τόσο στην απόδοση χλωρού - ξηρού βάρους, όσο και στην περιεκτικότητα του χαμομηλιού σε αιθέριο έλαιο.



## 2. Υλικά και μέθοδοι

### 2.1. Τοποθεσία πειραματικού αγρού

Το πείραμα έλαβε χώρα στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας (Εικόνα 2.1) και πιο συγκεκριμένα, στο αγρόκτημα της σχολής Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (39°39'45.2", Β 22°45'21.2"A) (Εικόνα 2.2). Πρόκειται για μία τοποθεσία πλησίον της Εθνικής οδού Αθηνών – Θεσσαλονίκης, 17 χιλιόμετρα δυτικά της πόλης του Βόλου, σε υψόμετρο 77m από την επιφάνεια της θάλασσας και έκταση περί τα 150 στρέμματα. Το έδαφος του πειραματικού αγρού χαρακτηρίζεται ως αργιλο-πηλο-αμμώδες (54% άμμος, 30% πηλός, 16% ιλύς), με pH 7,82 και οργανική ουσία 2,51%.



**Εικόνα 2.1.** Δορυφορική άποψη της ευρύτερης περιοχής του Βελεστίνου Μαγνησίας.  
(Πηγή: [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com))

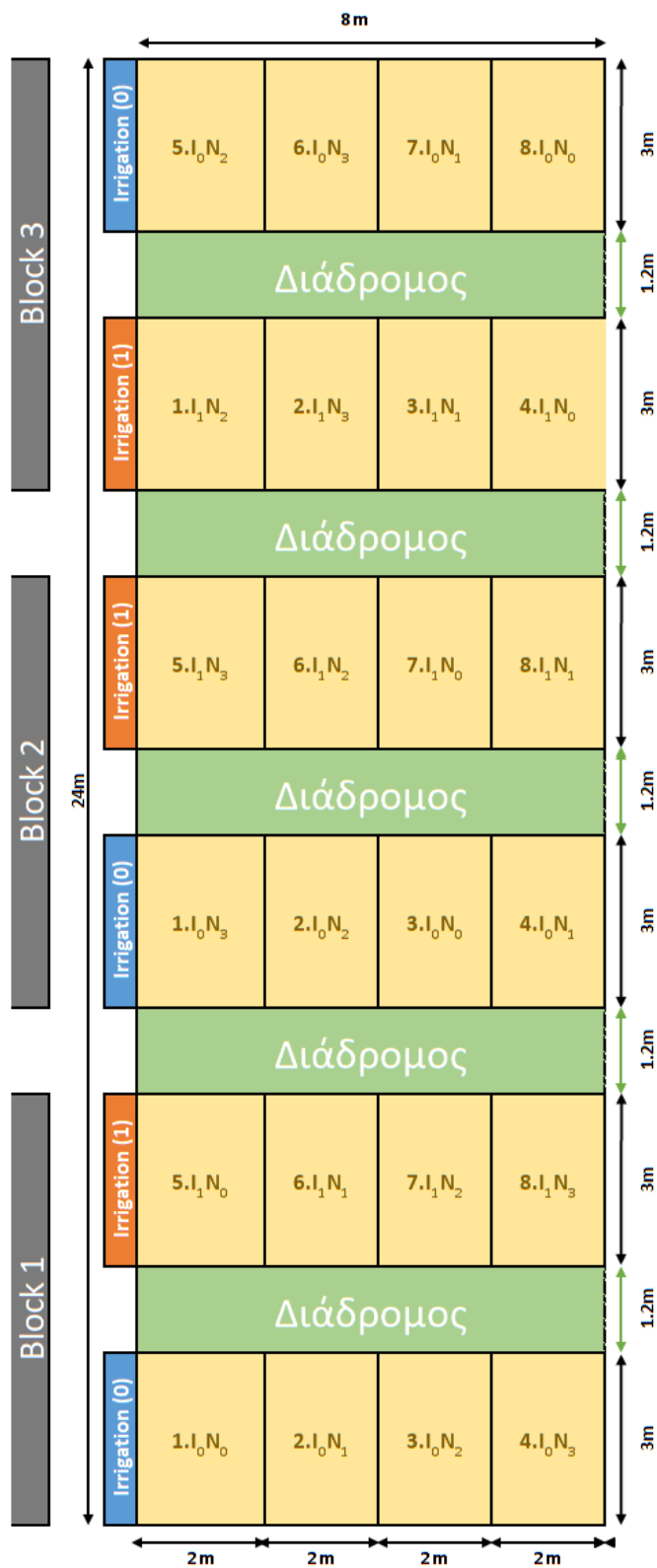


**Εικόνα 2.2.** Δορυφορική άποψη του αγροκτήματος της σχολής Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (κόκκινο περίγραμμα) καθώς και της θέσης του πειραματικού αγρού (πράσινο περίγραμμα).

(Πηγή: [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com))

## 2.2. Πειραματικό Σχέδιο

Ο σχεδιασμός του πειράματος πραγματοποιήθηκε ως πλήρως τυχαιοποιημένος σε τρία blocks (επαναλήψεις) εξετάζοντας δύο παράγοντες (split – plot design). Η άρδευση (κύριος παράγοντας), η οποία εφαρμόστηκε σε δύο επίπεδα [ $I_0$  (0%) και  $I_1$  (100%) της εξατμισοδιαπνοής (ET<sub>0</sub>)] και η λίπανση (υπο-παράγοντας) σε τέσσερα επίπεδα ( $N_0$ : 0 kg στρ<sup>-1</sup>,  $N_1$ : 7 kg στρ<sup>-1</sup>,  $N_2$ : 14 kg στρ<sup>-1</sup>,  $N_3$ : 21 kg στρ<sup>-1</sup>) (Εικόνα 2.3). Επομένως, αναφερόμαστε σε ένα διπαραγοντικό πείραμα, με δύο παράγοντες και οχτώ μεταχειρίσεις σε 3 επαναλήψεις.



**Εικόνα 2.3.** Πειραματικό σχέδιο συνολικής έκτασης 192 m<sup>2</sup>. Πειραματικά τεμάχια 6 m<sup>2</sup> (3m x 2m), διάδρομοι πλάτους 1,2m και blocks διαστάσεων 7,2m x 8m. Μεταχειρίσεις: α) άρδευση (I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της εξατμισοδιαπνοής), β) λίπανση (N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>).



### 2.3. Προετοιμασία αγρού και εγκατάσταση καλλιέργειας

Για τη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης, πραγματοποιήθηκε ψιλοχωματισμός του εδάφους του πειραματικού αγρού με περιστροφική σβάρνα (φρέζα) αφού πρώτα είχε προηγηθεί καλοκαιρινό όργωμα σε βάθος 30 cm για την μείωση των αυτοφυών φυτικών πληθυσμών το ερχόμενο καλλιεργητικό έτος. Ακολούθως, προς τα τέλη Νοεμβρίου του 2019, έγινε ορθογωνισμός του πειραματικού αγρού διαστάσεων 24m x 8m (μήκος x πλάτος) και ακολούθησε η γραμμική σπορά του χαμομηλιού με χειρωνακτικά μέσα επάνω στην επιφάνεια του εδάφους (Εικόνα 2.4). Ο σπόρος που χρησιμοποιήθηκε προήλθε από αυτοφυή ελληνικό πληθυσμό χαμομηλιού και εφαρμόστηκε σε ποσότητα 0,6 kg στρ<sup>-1</sup> ενώ πραγματοποιήθηκε και ανάμειξη με 12 kg στάχτης προκειμένου να γίνονται διακριτές οι σειρές σποράς (Εικόνα 2.5). Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο (plot) σπάρθηκαν συνολικά έξι σειρές σε αποστάσεις 30 cm μεταξύ τους και 25cm από τις παράλληλες στις σειρές σποράς πλευρές των plots (Εικόνα 2.6). Μετά τη σπορά, ακολούθησε υετός που βοήθησε στην εγκατάσταση της καλλιέργειας.



**Εικόνα 2.4.** Πειραματικός αγρός, δύο ημέρες μετά το πέρας της σποράς στο αγρόκτημα της σχολής στο Βελεστίνο Μαγνησίας, 22/11/2019.





**Εικόνα 2.5.** Μίγμα σπόρου και στάχτης που βρίσκονται επάνω στην επιφάνεια το εδάφους. Ο σπόρος λόγω του μικρού του μεγέθους γίνεται δύσκολα διακριτός, ενώ ευδιάκριτα και σε μεγάλη ποσότητα είναι τα κίτρινα σωληνοειδή άνθη του χαμομηλιού.



**Εικόνα 2.6.** Πειραματικά τεμάχια με έξι σειρές σποράς σε αποστάσεις 30 cm και περιθώριο 25 cm δεξιά και αριστερά από τις ακριανές σειρές.



## 2.4. Αντιμετώπιση ζιζανίων

Η εμφάνιση των χειμερινών ζιζανίων ξεκίνησε από τα μέσα Ιανουαρίου 2020 σε μικρό ποσοστό, ενώ η παρουσία τους έγινε πιο έντονη προς τα τέλη Φεβρουαρίου οπότε και πραγματοποιήθηκε η πρώτη αντιμετώπισή τους – με σκαλιστήρι χειρός (τσάπα) μεταξύ των σειρών και χειρωνακτικά επάνω σε αυτές – με τη δεύτερη και τελευταία να ακολουθεί στα μέσα Απριλίου. Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν ήταν κυρίως το σινάπι (*Sinapis arvensis*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), η ανθεμίδα (*Anthemis maritima* L.), η καφέλα (*Capsella bursa-pastoris*), η βερόνικα (*Veronica persica*) και το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*) ενώ το ποσοστό παρουσίας τους σε κάθε πειραματικό τεμάχιο ήταν περίπου 40% (40 ζιζάνια ανά m<sup>2</sup>) (Εικόνα 2.7). Όσον αφορά στα εαρινά ζιζάνια, η εμφάνισή τους δεν έγινε αισθητή καθώς ήδη από τα τέλη Απριλίου η καλλιέργεια είχε «κλείσει» τον αγρό με αποτέλεσμα αυτά να μη μπορούν να αναπτυχθούν μέχρι και τις αρχές Ιουνίου οπότε και ολοκληρώθηκε ο βιολογικός κύκλος του χαμομηλιού.



**Εικόνα 2.7.** Πειραματικό τεμάχιο με έντονη την παρουσία του σιναπιού (*Sinapis arvensis*) και άλλων ζιζανίων, κυρίως μεταξύ των σειρών σποράς. 14/02/2020, δύο εβδομάδες πριν την πρώτη ζιζανιοκτονία.



## 2.5. Λίπανση

Την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου, έλαβε χώρα η αζωτούχος λίπανση του πειραματικού αγρού με εφαρμογή χημικού κοκκώδους λιπάσματος περιεκτικότητας 40-0-0+14,5 (N-P-K+SO<sub>3</sub>), με αναλογία 34,5% σε ουρικό άζωτο και 5,5% σε αμμωνιακό. Προκειμένου να καλυφθούν οι απαραίτητες - με βάση τις εκάστοτε μεταχειρίσεις - μονάδες (N<sub>0</sub>: 0, N<sub>1</sub>: 7, N<sub>2</sub>: 14, N<sub>3</sub>: 21) υπολογίστηκε ότι:

- για N<sub>0</sub>: 0 g plot<sup>-1</sup>
- για N<sub>1</sub>: 105 g plot<sup>-1</sup>
- για N<sub>2</sub>: 210 g plot<sup>-1</sup>
- για N<sub>3</sub>: 315 g plot<sup>-1</sup>

Η λίπανση έγινε χειρωνακτικά, με γραμμική και ομοιόμορφη διασπορά των κόκκων μεταξύ και εξωτερικά των σειρών, ενώ την επόμενη ημέρα ακολούθησε βροχόπτωση που βοήθησε στην άμεση ενσωμάτωση του λιπάσματος (Εικόνα 2.8).



**Εικόνα 2.8.** Πειραματικό τεμάχιο με ευδιάκριτους τους μπλε κόκκους του αζωτούχου λιπάσματος μεταξύ και εξωτερικά των σειρών. Μεταχείριση με 21 μονάδες αζώτου (315 g plot<sup>-1</sup>), 02/04/2020



## 2.6. Άρδευση

Μετά την πρώτη συγκομιδή που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Μαΐου του 2020, στη καλλιέργεια εγκαταστάθηκαν σταλακτηφόροι σωλήνες άρδευσης διαμέτρου Φ20, με αυτορρυθμιζόμενους σταλακτήρες σταθερής παροχής 4l/h ανά 50cm επί του σωλήνα. Τοποθετήθηκαν δύο σωλήνες ανά plot ανά μέτρο, κάθετα στις σειρές των φυτών, κατά μήκος των επαναλήψεων (Εικόνα 2.9).



**Εικόνα 2.9.** Πειραματικά τεμάχια με δύο σταλακτηφόρους σωλήνες ανά μέτρο κάθετα στις σειρές των φυτών. 08/05/2020, μία ημέρα μετά τη πρώτη συγκομιδή.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά μία άρδευση διάρκειας έξι ωρών, και δύο αρδεύσεις διάρκειας τεσσάρων ωρών πριν από τη δεύτερη και τρίτη συγκομιδή. Στους Πίνακες 2.1 και 2.2, καταγράφονται αντίστοιχα τα συνολικά ύψη βροχής και οι συνολικές ποσότητες νερού που εφαρμόστηκαν μέσω άρδευσης κατά τη διάρκεια του πειράματος. Για τη πρώτη συγκομιδή είχαμε συνολικά 298,5 mm νερού, αποκλειστικά και μόνο μέσω βροχόπτωσης για όλα τα πειραματικά τεμάχια, για τη δεύτερη συγκομιδή, τα ξηρικά (I<sub>0</sub>) δέχτηκαν 21,3 mm μέσω βροχόπτωσης ενώ τα αρδευόμενα (I<sub>1</sub>) 133,3 mm αθροιστικά (βροχόπτωση και άρδευση), ενώ τέλος, για την τρίτη συγκομιδή καταγράφηκαν 21,4 mm για τα ξηρικά (I<sub>0</sub>) και 133,4 mm συνολικά για τα αρδευόμενα (I<sub>1</sub>).



**Πίνακας 2.1.** Ύψη βροχής σε mm που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο.

<b>Ημερομηνία – συγκομιδές</b>	<b>Βροχόπτωση (mm)</b>
20/11/2019 - σπορά	1,1
21/11/2019	3,4
22/11/2019	2,9
24/11/2019	3,4
25/11/2019	10,2
26/11/2019	0,2
28/11/2019	0,2
29/11/2019	3,4
03/12/2019	1,5
04/12/2019	21,4
05/12/2019	0,4
09/12/2019	0,2
10/12/2019	2,9
11/12/2019	40,3
12/12/2019	0,2
14/12/2019	17,7
16/12/2019	0,2
17/12/2019	0,2
22/12/2019	9,8
23/12/2019	0,2
28/12/2019	1,1
29/12/2019	2,9
30/12/2019	0,8
05/01/2020	0,2
06/01/2020	1,4
12/01/2020	1
13/01/2020	0,4
14/01/2020	0,2
15/01/2020	0,2
16/01/2020	0,2
26/01/2020	0,6
27/01/2020	2,5
28/01/2020	0,2
03/02/2020	0,2
05/02/2020	14,2
06/02/2020	0,4
14/02/2020	3,6
15/02/2020	8,4
18/02/2020	0,2
20/02/2020	10,5
04/03/2020	4,2
08/03/2020	23
09/03/2020	11,8
10/03/2020	0,2
15/03/2020	9,4

23/03/2020	21,9
24/03/2020	3
25/03/2020	1,3
26/03/2020	0,4
27/03/2020	4,2
29/03/2020	0,2
31/03/2020	0,4
01/04/2020	6,7
03/04/2020	5,9
04/04/2020	18,6
05/04/2020	11,2
06/04/2020	5,5
07/04/2020	0,2
21/04/2020	1,4
<b>07/05/2020 – 1<sup>η</sup> συγκομιδή</b>	<b>0</b>
21/05/2020	20
22/05/2020	1,3
<b>25/05/2020 – 2<sup>η</sup> συγκομιδή</b>	<b>0,8</b>
26/05/2020	5,5
27/05/2020	7,6
29/05/2020	3,3
30/05/2020	0,2
03/06/2020	4
<b>05/06/2020 – 3<sup>η</sup> συγκομιδή</b>	<b>0</b>
<b>Σύνολο</b>	<b>341,2</b>

**Πίνακας 2.2.** Διάρκεια (h) και ποσότητα (mm) άρδευσης που εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια.

Ημερομηνία	Διάρκεια άρδευσης (h)	Ποσότητα άρδευσης (mm)
<b>07/05/2020</b>	<b>1<sup>η</sup> συγκομιδή</b>	
08/05/2020	6	48
19/05/2020	4	32
20/05/2020	4	32
<b>25/05/2020</b>	<b>2<sup>η</sup> συγκομιδή</b>	
25/05/2020	6	48
30/05/2020	4	32
31/05/2020	4	32
<b>05/06/2020</b>	<b>3<sup>η</sup> συγκομιδή</b>	

## 2.7. Δειγματοληψία - Μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν δύο καταστρεπτικές δειγματοληψίες - κοπές για τα τεμάχια που δεν δεχθήκαν κάποια άρδευση (ξηρικά), ενώ τρεις συνολικά για τα αρδευόμενα (Εικόνα 2.10, 2.11). Η πρώτη κοπή έγινε στις 07/05/2020, η δεύτερη στις 25/05/2020 και η τρίτη και τελευταία στις 05/06/2020.



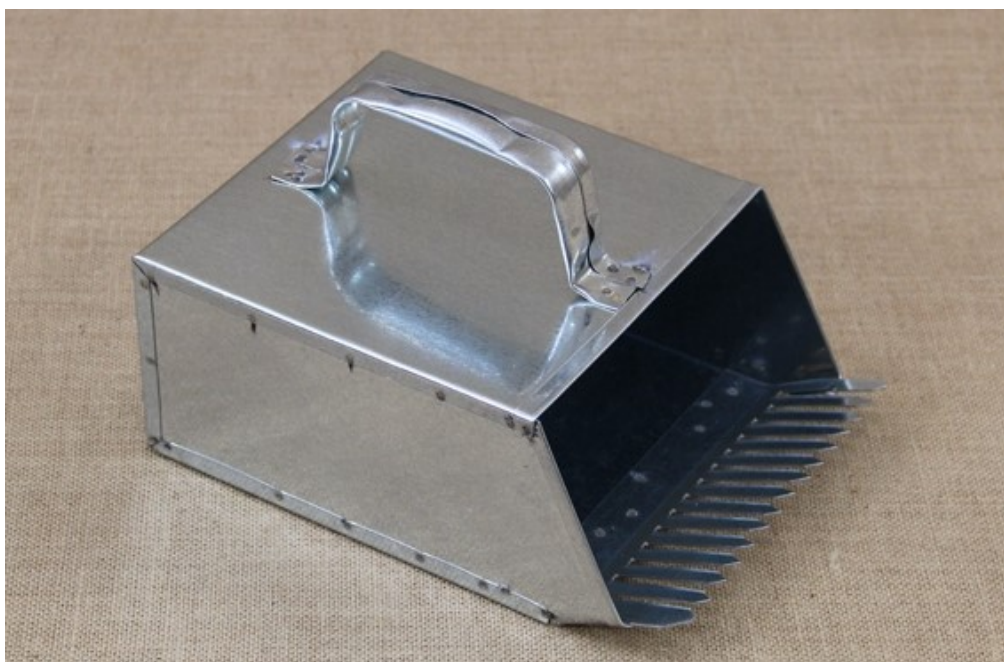
**Εικόνα 2.10.** Πειραματικός αγρός πριν από την πρώτη κοπή με το χαμομήλι να βρίσκεται σε πλήρη άνθιση. 07/05/2020



**Εικόνα 2.11.** Πρώτη επανάληψη (block 1) πριν από την τρίτη και τελευταία κοπή. Αριστερά διακρίνονται τα ξηρικά πειραματικά τεμάχια (ολοκλήρωση βιολογικού κύκλου στη δεύτερη κοπή) και δεξιά τα αρδευόμενα, 05/06/2020.



Ένα ξύλινο πλαίσιο διαστάσεων 1 m x 1 m (1 m<sup>2</sup>), ρίπτονταν τυχαία εντός των πειραματικών τεμαχίων και με τη χρήση ειδικής χτένας συλλογής, συλλέγονταν οι ανθοκεφαλές εντός του τετραγωνικού με την ελάχιστη δυνατή αποκοπή βλαστού (Εικόνα 2.12). Εν συνεχεία, η συλλεχθείσα ποσότητα (δειγματοληψία) τοποθετούνταν σε αριθμημένη - με βάση τη μεταχείριση - χαρτοσακούλα και αμέσως ακολουθούσε η ζύγιση σε γλωρό βάρος των ανθοκεφαλών με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας, στο εργαστήριο του αγροκτήματος στο Βελεστίνο. Αφού η διαδικασία πραγματοποιούνταν για όλες τις επαναλήψεις, οι χαρτοσακούλες μεταφέρονταν στο εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών όπου και τοποθετούνταν σε ξηραντήριο θερμού αέρα θερμοκρασίας 35°C για διάστημα 12 ημερών. Μετά την ολοκλήρωση της ξήρανσης, ακολουθούσε επαναληπτική ζύγιση προκειμένου να ληφθεί και το ξηρό βάρος των ανθοκεφαλών. Να σημειωθεί ότι με το πέρας της πρώτης και δεύτερης κοπής, πραγματοποιήθηκε απομάκρυνση όλων των ανθοκεφαλών από όλα τα πειραματικά τεμάχια όλων των επαναλήψεων προκειμένου οι δειγματοληψίες που θα ακολουθούσαν κάθε φορά να είναι το κατά δύναμιν αντικειμενικές. Τέλος, προσδιορίστηκε η επί τις εκατό περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των ξηρών ανθοκεφαλών κάθε δείγματος, αφού πρώτα με τη χρήση αποστακτικών συσκευών τύπου Clevenger έγινε η παραλαβή των αιθέριων ελαίων με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης (Εικόνα 2.13).



**Εικόνα 2.12.** Ειδική χτένα συλλογής ανθοκεφαλών χαμομηλιού



**Εικόνα 2.13.** Αποστακτικές συσκευές τύπου Clevenger στο εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του ΤΓΦΠΑΠ του ΠΘ.

### 3. Αποτελέσματα και συζήτηση

#### 3.1. Μετεωρολογικά δεδομένα

Στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα (Νοέμβριος 2019-Ιούνιος 2020) ελήφθησαν μετεωρολογικά στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο. Πιο συγκεκριμένα, στο Διάγραμμα 3.1 -όπου παρουσιάζονται οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες αέρα κατά τη διάρκεια του πειράματος- παρατηρούμε ότι αυτές κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα με βάση το ιστορικό της περιοχής, με την ελάχιστη μέση θερμοκρασία να σημειώνεται τον μήνα Ιανουάριο ( $-0,4^{\circ}\text{C}$ ) και τη μέγιστη τον μήνα Μάιο ( $27^{\circ}\text{C}$ ). Ωστόσο, από τα μέσα Δεκεμβρίου και για ένα διάστημα δέκα ημερών, παρατηρήθηκαν αυξημένες για την εποχή θερμοκρασίες, ενώ το πρώτο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου παρατηρήθηκε απότομη μείωση της θερμοκρασίας. Ακολούθως, η θερμοκρασία είχε ανοδική τάση αλλά με αρκετές αυξομειώσεις.



**Διάγραμμα 3.1.** Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες αέρα ( $^{\circ}\text{C}$ ) κατά τη διάρκεια του πειράματος, 20/11/2019 έως 05/06/2020.

Όσον αφορά στο συνολικό ύψος των βροχοπτώσεων, αυτό άγγιξε τα 341,2 mm. Όπως παρατηρούμε και στο Διάγραμμα 3.2, οι σημαντικότερες βροχοπτώσεις καταγράφηκαν από την ημέρα σποράς (20/11/2019) μέχρι τα μέσα Δεκεμβρίου (109,6

mm) καθώς και από τις αρχές Μαρτίου μέχρι τις αρχές Απριλίου (128,1 mm). Αντιθέτως, το υπόλοιπο διάστημα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά ύψη βροχής, ενώ τέλος, από τις αρχές Απριλίου έως και τα μέσα Μαΐου, είχαμε παρατεταμένη ανυδρία.



Διάγραμμα 3.2. Αθροιστικό ύψος βροχοπτώσεων (mm) κατά τη διάρκεια του πειράματος, 20/11/2019 έως 05/06/2020.

### 3.2. Χλωρό βάρος ανθοκεφαλών

Η αζωτούχος λίπανση επηρέασε σημαντικά την απόδοση σε χλωρό βάρος των ανθοκεφαλών ενώ η άρδευση έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη δυνατότητα πραγματοποίησης και τρίτης συγκομιδής η οποία όμως στη συνολική απόδοση δεν αποδείχθηκε στατιστικά σημαντική (Πίνακας 3.1).

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη κοπή, όπου όλα τα πειραματικά τεμάχια αρδεύτηκαν μέσω βροχόπτωσης, είχαμε αύξηση της απόδοσης κατά 80, 132 και 160 kg στρ<sup>-1</sup> για τις μεταχειρίσεις N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> σε σχέση με το μάρτυρα (N<sub>0</sub>). Ωστόσο, συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις N<sub>2</sub> και N<sub>3</sub>, δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

**Πίνακας 3.1.** Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση σε χλωρό βάρος των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού.

Κοπές/Μεταχειρίσεις	Χλωρό βάρος (kg στρ <sup>-1</sup> )			
	1η κοπή	2η κοπή	3η κοπή	Συνολική απόδοση
<b>I<sub>0</sub></b>	∅	41,9	0	368,4
<b>I<sub>1</sub></b>	∅	100,82	76,7	471,4
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>∅</b>	<b>ns</b>	<b>54,32</b>	<b>ns</b>
<b>N<sub>0</sub></b>	217,3	56,6	27,5	301,4
<b>N<sub>1</sub></b>	297,2	63,75	33,8	394,8
<b>N<sub>2</sub></b>	349,2	77,13	42,3	468,6
<b>N<sub>3</sub></b>	376,9	87,95	49,8	514,7
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>46,88</b>	<b>6,03</b>	<b>6,75</b>	<b>10,42</b>
<b>I<sub>0</sub>N<sub>0</sub></b>	∅	28,57	0	258,5
<b>I<sub>0</sub>N<sub>1</sub></b>	∅	33,47	0	342,9
<b>I<sub>0</sub>N<sub>2</sub></b>	∅	47,67	0	414,9
<b>I<sub>0</sub>N<sub>3</sub></b>	∅	57,9	0	457,2
<b>I<sub>1</sub>N<sub>0</sub></b>	∅	84,63	55	344,4
<b>I<sub>1</sub>N<sub>1</sub></b>	∅	94,03	67,6	446,6
<b>I<sub>1</sub>N<sub>2</sub></b>	∅	106,6	84,6	522,3
<b>I<sub>1</sub>N<sub>3</sub></b>	∅	118	99,6	572,2
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>∅</b>	<b>ns</b>	<b>48,95</b>	<b>ns</b>
<b>CV (%)</b>	<b>12,5</b>	<b>6,7</b>	<b>14</b>	<b>2</b>

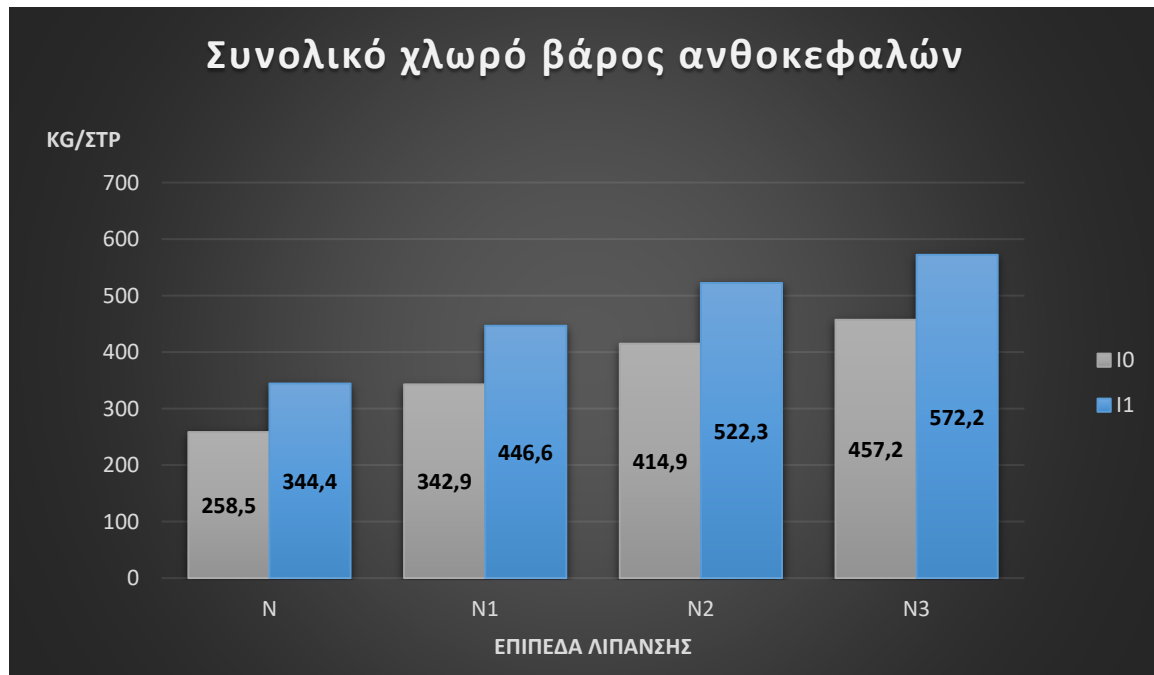
α. I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο, β. N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>,  
 γ. ΕΣΔ .05: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για p < 0,05.

Όσον αφορά στη δεύτερη κοπή, στα ξηρικά πειραματικά τεμάχια, είχαμε μέγιστη απόδοση τα 58 kg στρ<sup>-1</sup>, ενώ τα αρδευόμενα «έφτασαν» τα 118 kg στρ<sup>-1</sup> για τις N<sub>3</sub> μεταχειρίσεις. Μεταξύ ξηρικών και αρδευόμενων τεμαχίων, είχαμε πάντα διπλάσια ή και περισσότερη απόδοση για τις ίδιες μεταχειρίσεις αζώτου, χωρίς ωστόσο να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικό ενδιαφέρον.

Στην τρίτη κοπή, η οποία πραγματοποιήθηκε μόνο στα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια, είχαμε μέγιστη απόδοση τα 100 kg στρ<sup>-1</sup> για τη μεταχείριση N<sub>3</sub>. Και σε αυτή την κοπή, τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης παρουσίασαν στατιστικά σημαντική αύξηση στην απόδοση σε χλωρό βάρος των ανθοκεφαλών.



Τέλος, καταλήγοντας στο συνολικό χλωρό βάρος, τα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια παρουσίασαν κατά μέσο όρο τουλάχιστον 100 kg στρ<sup>-1</sup> μεγαλύτερη απόδοση σε σύγκριση με τα ξηρικά (Διάγραμμα 3.3), ενώ στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης είχαμε αύξηση της απόδοσης μέχρι και κατά 213 kg στρ<sup>-1</sup> στη N<sub>3</sub> μεταχείριση σε σχέση με το μάρτυρα.



**Διάγραμμα 3.3.** Συνολικό χλωρό βάρος ανθοκεφαλών για δύο επίπεδα άρδευσης (I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο) και τέσσερα επίπεδα λίπανσης (N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>).

Η μέγιστη απόδοση (572 kg στρ<sup>-1</sup>) σε χλωρό βάρος που επετεύχθη σε αυτό το πείραμα, είναι αρκετά χαμηλότερη συγκριτικά με αυτή των 763 kg στρ<sup>-1</sup> που ελήφθη από αργίλο-πηλώδη πειραματικό αγρό, με αυτό να οφείλεται κυρίως στον μεγαλύτερο αριθμό κοπών (πέντε) (Singh et al. 2011). Οι Giannoulis et al. (2020), σε πείραμα που διεξήχθη σε αργιλώδες έδαφος με pH 7,8, με δύο επίπεδα άρδευσης (I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο), τρία επίπεδα λίπανσης (N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 8 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 16 kg στρ<sup>-1</sup>) και δύο κοπές για τα ξηρικά και τρεις για τα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια, βρήκαν ότι η συνολική απόδοση του χλωρού βάρους κυμάνθηκε στα 200 και 500 kg στρ<sup>-1</sup> για τα ξηρικά και αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια αντίστοιχα, για το πρώτο έτος του πειράματος, και 222 και 552 kg στρ<sup>-1</sup> αντίστοιχα για το δεύτερο έτος. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν κατά το ήμισυ με τη δική μας έρευνα και κυρίως όσον αφορά τα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια, με τα ξηρικά να έχουν αρκετά μεγαλύτερη απόδοση εξαιτίας των αυξημένων βροχοπτώσεων κατά το καλλιεργητικό έτος 2019-2020.

### 3.3. Ξηρό βάρος ανθοκεφαλών

Τόσο η λίπανση όσο και η άρδευση επηρέασαν την απόδοση σε ξηρό βάρος των ανθοκεφαλών, με την πρώτη να αυξάνει σημαντικά την απόδοση μεταξύ των διαδοχικών μεταχειρίσεων και τη δεύτερη να καθιστά εφικτή μία τρίτη συγκομιδή (Πίνακας 3.2).

Αρχικά, στην πρώτη κοπή, είχαμε αύξηση της απόδοσης κατά 36 kg στρ<sup>-1</sup> για τη N<sub>3</sub> μεταχείριση συγκριτικά με το μάρτυρα, ενώ οι μεταχειρίσεις N<sub>1</sub> και N<sub>2</sub>, παρουσίασαν αύξηση 17 και 30 kg στρ<sup>-1</sup> αντίστοιχα, σε σχέση με το μάρτυρα. Ωστόσο, η αυξητική τάση από τη N<sub>2</sub> στη N<sub>3</sub> μεταχείριση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

**Πίνακας 3.2.** Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση σε ξηρό βάρος των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού.

Κοπές/Μεταχειρίσεις	Ξηρό Βάρος (kg στρ <sup>-1</sup> )			
	1η κοπή	2η κοπή	3η κοπή	Συνολική απόδοση
I <sub>0</sub>	∅	10,52	0	80,67
I <sub>1</sub>	∅	20,17	21,92	105,41
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>∅</b>	<b>ns</b>	<b>16,4</b>	<b>ns</b>
N <sub>0</sub>	45,7	12,57	7,98	66,22
N <sub>1</sub>	63,1	13,37	9,7	86,18
N <sub>2</sub>	75,9	16,63	12,02	104,55
N <sub>3</sub>	82,2	18,82	14,13	115,2
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>9,92</b>	<b>1,7</b>	<b>2,6</b>	<b>4,3</b>
I <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	∅	7,37	0	56,07
I <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	∅	8,43	0	73,93
I <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	∅	11,87	0	90,93
I <sub>0</sub> N <sub>3</sub>	∅	14,43	0	101,73
I <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	∅	17,77	15,97	76,37
I <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	∅	18,3	19,4	98,43
I <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	∅	21,4	24,0	118,17
I <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	∅	23,2	28,3	128,67
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>∅</b>	<b>ns</b>	<b>14,1</b>	<b>ns</b>
<b>CV (%)</b>	<b>12,3</b>	<b>8,9</b>	<b>19,0</b>	<b>3,7</b>

α. I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο, β. N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>, γ. ΕΣΔ .05: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για P < 0,05.

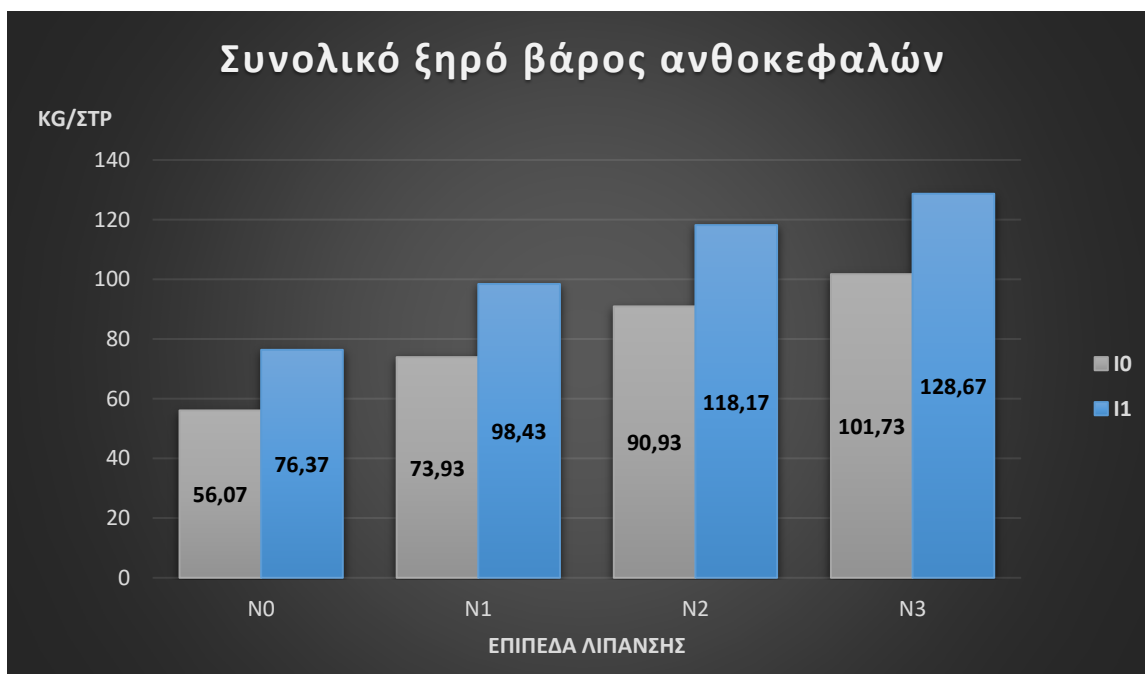
Συνεχίζοντας με τη δεύτερη κοπή, η άρδευση ανεξάρτητα της λίπανσης οδήγησε σε διπλασιασμό της απόδοσης, χωρίς ωστόσο αυτό να παρουσιάζει στατιστικά σημαντικό

ενδιαφέρον. Από την άλλη, η μεταχείριση N<sub>1</sub> παρουσίασε παρόμοια απόδοση με αυτή του μάρτυρα, ενώ στις N<sub>2</sub> και N<sub>3</sub> εντοπίστηκε αύξηση 6 και 8 kg στρ<sup>-1</sup>, αντίστοιχα. Όσον αφορά στην αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων, στα ξηρικά πειραματικά τεμάχια, η μεταχείριση N<sub>3</sub> είχε διπλάσια απόδοση σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ τα αρδευόμενα «κινήθηκαν» σε επίπεδα 10 kg στρ<sup>-1</sup> πάνω από κάθε αντίστοιχη μεταχείριση αζώτου των ξηρικών, χωρίς κάποια στατιστική σημαντικότητα.

Στην τελευταία κοπή, τα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια συνδυαστικά με τη λίπανση είχαν απόδοση παρόμοια ή και μεγαλύτερη από τα αντίστοιχα της δεύτερης κοπής, ενώ οι αποδόσεις των μεταχειρίσεων της λίπανσης ανεξαρτήτως άρδευσης παρουσίασαν τον ίδιο ρυθμό αύξησης με αυτές της δεύτερης κοπής έχοντας ωστόσο μικρότερη απόδοση κατά 4 kg στρ<sup>-1</sup> σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Συνολικά, η τρίτη κοπή, εξαιτίας της άρδευσης, «οδήγησε» σε μεγαλύτερη απόδοση κατά 24 kg στρ<sup>-1</sup> σε σύγκριση με τις ξηρικές μεταχειρίσεις και επομένως τις δύο συνολικά κοπές. Οι λιπάνσεις ανεξαρτήτως άρδευσης, είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης κατά 20, 38 και 49 kg στρ<sup>-1</sup> για τις N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> και N<sub>3</sub> μεταχειρίσεις συγκριτικά με το μάρτυρα. Τέλος, η λίπανση είχε μεγαλύτερη επίδραση στην αυξητική τάση της απόδοσης των αρδευόμενων πειραματικών τεμαχίων συγκριτικά με τα αντίστοιχα ξηρικά (Διάγραμμα 3.4).

Στην έρευνα των Giannoulis et al. (2020) βρέθηκε ότι το ξηρό βάρος παρουσίασε γραμμική συσχέτιση τόσο με την άρδευση όσο και με το άζωτο, το οποίο έρχεται σε απόλυτη συμφωνία με τα δικά μας αποτελέσματα. Ωστόσο, όσον αφορά τα επίπεδα λίπανσης, η συνολική απόδοση του ξηρού βάρους στο δικό μας πείραμα ήταν αρκετά μικρότερη συγκριτικά με την παραπάνω έρευνα στις αντίστοιχες λιπάνσεις, με εξαίρεση το μάρτυρα.



**Διάγραμμα 3.4.** Συνολικό ξηρό βάρος ανθοκεφαλών για δύο επίπεδα άρδευσης (I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο) και τέσσερα επίπεδα λίπανσης (N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>).

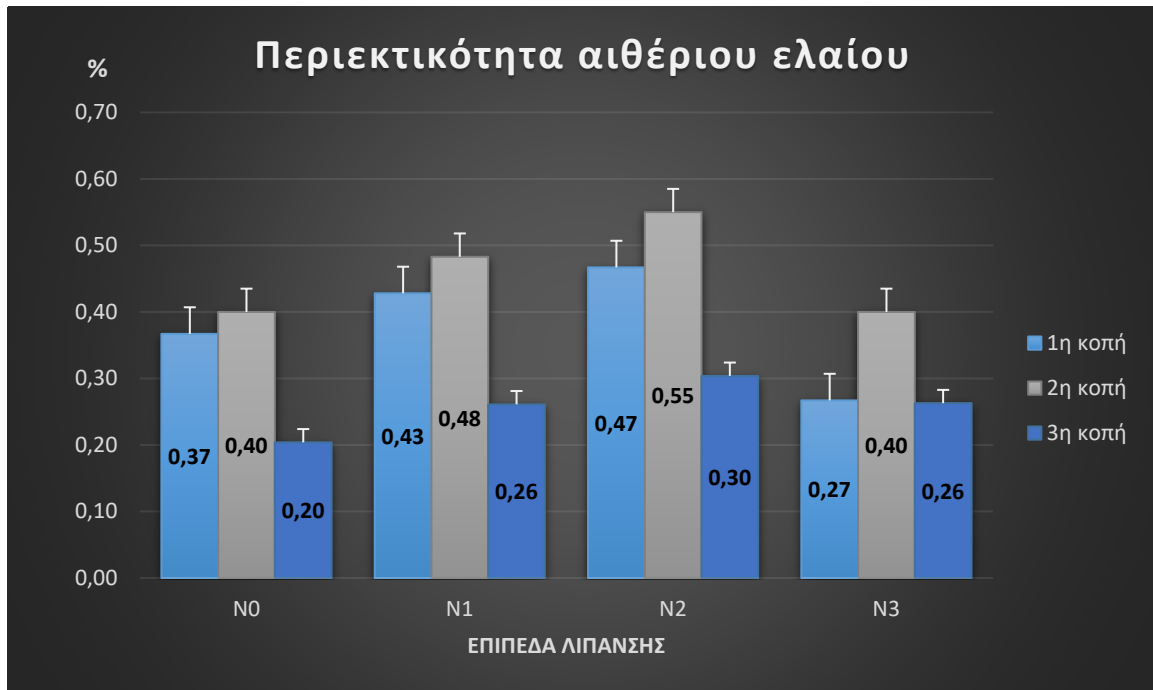
### 3.4. Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Το ποσοστό του αιθέριου ελαίου επηρεάστηκε σημαντικά από τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης παρουσιάζοντας γραμμική συσχέτιση μέχρι και τη N<sub>2</sub> μεταχείριση (Διάγραμμα 3.5), ενώ αντίθετα η άρδευση δεν έδειξε να επηρεάζει στατιστικώς σημαντικά την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (Πίνακας 3.3).

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη κοπή είχαμε αύξηση της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο κατά 0,10% για τη N<sub>2</sub> μεταχείριση σε σύγκριση με το μάρτυρα, ενώ στη N<sub>3</sub> μεταχείριση είχαμε αντίστοιχη μείωση συγκριτικά με το μάρτυρα. Η μεταχείριση N<sub>1</sub> παρ' όλο που έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με το μάρτυρα, η διαφορά τους δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Όσον αφορά στα επίπεδα λίπανσης, το ίδιο μοτίβο παρουσιάστηκε και στη δεύτερη κοπή, με τη N<sub>1</sub> και N<sub>2</sub> μεταχείριση να αυξάνουν κατά 0,08 και 0,15% αντίστοιχα την περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου απέναντι στο μάρτυρα ο οποίος ταυτίστηκε ποσοστιαία με τη N<sub>3</sub> μεταχείριση. Τα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια παρουσίασαν μια αυξητική τάση στη περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε σχέση με τα ξηρικά η οποία όμως ήταν στατιστικά ασήμαντη, ενώ οι διαφορετικές λιπάνσεις είχαν μεγαλύτερη επίδραση

συνολικά στα αρδευόμενα έναντι των ξηρικών, χωρίς ωστόσο να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.



**Διάγραμμα 3.5.** Περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου ανθοκεφαλών για κάθε κοπή συναρτήσει τεσσάρων επιπέδων λίπανσης (N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>).

Στην τρίτη κοπή, παρ' όλο που οι N<sub>1</sub> και N<sub>2</sub> μεταχειρίσεις ήταν μεγαλύτερες κατά 0,11 και 0,20% συγκριτικά με το μάρτυρα στα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους

**Πίνακας 3.3.** Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού.

Κοπές/Μεταχειρίσεις	Αιθέριο έλαιο (%)		
	1η κοπή	2η κοπή	3η κοπή
I <sub>0</sub>	∅	0,43	0
I <sub>1</sub>	∅	0,48	0,52
ΕΣΔ .05	∅	ns	<b>0,29</b>
N <sub>0</sub>	0,37	0,40	0,20
N <sub>1</sub>	0,43	0,48	0,26
N <sub>2</sub>	0,47	0,55	0,30
N <sub>3</sub>	0,2	0,40	0,26
ΕΣΔ .05	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>0,04</b>
I <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	∅	0,40	0
I <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	∅	0,47	0

<b>I<sub>0</sub>N<sub>2</sub></b>	∅	0,53	0
<b>I<sub>0</sub>N<sub>3</sub></b>	∅	0,33	0
<b>I<sub>1</sub>N<sub>0</sub></b>	∅	0,40	0,41
<b>I<sub>1</sub>N<sub>1</sub></b>	∅	0,50	0,52
<b>I<sub>1</sub>N<sub>2</sub></b>	∅	0,57	0,61
<b>I<sub>1</sub>N<sub>3</sub></b>	∅	0,47	0,53
<b>ΕΣΔ .05</b>	<b>∅</b>	<b>ns</b>	<b>0,26</b>
<b>CV (%)</b>	<b>16,9</b>	<b>12,60</b>	<b>13,3</b>

α. I<sub>0</sub>: 0% και I<sub>1</sub>: 100% της ΕΤο, β. N<sub>0</sub>: 0 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>1</sub>: 7 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>: 14 kg στρ<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>: 21 kg στρ<sup>-1</sup>, γ. ΕΣΔ .05: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για P < 0,05.

Η έρευνα των Singh et al. (2011), έδειξε ότι η προσθήκη 4 kg στρ<sup>-1</sup> αζώτου υπό τη μορφή θειικής αμμωνίας, μείωσε την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο από 0.64% σε 0.59%. Αυτό έρχεται σε διαφωνία με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας. Ωστόσο, στο πείραμα των Emongor et al. (2015), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με την εφαρμογή μέχρι και 10 kg στρ<sup>-1</sup> αζώτου, υπήρχε αύξηση της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου, ενώ ποσότητες αζώτου άνω των 15 kg στρ<sup>-1</sup> έδειξαν να τη μειώνουν. Από την άλλη, οι Giannoulis et al. (2020), απέδειξαν ότι η εφαρμογή μέχρι και 16 kg στρ<sup>-1</sup> αζώτου, παρουσιάζει αυξητική τάση στο ποσοστό αιθέριου ελαίου των ανθοκεφαλών του χαμομηλιού, με την άρδευση αντιθέτως να μειώνει τη περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου· εύρημα που δε συμφωνεί με τη δική μας εργασία.

#### **4. Συμπεράσματα**

Συμπερασματικά, από την παρούσα εργασία προκύπτει ότι το άζωτο αύξησε σημαντικά τη συνολική απόδοση όσον αφορά στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των ανθοκεφαλών καθώς και την περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο, ενώ η άρδευση αποτέλεσε τον καθαριστικό παράγοντα για τη διεκπεραίωση της τρίτης κοπής και επομένως της μεγαλύτερης τελικής απόδοσης.

Συγκεκριμένα, τα επίπεδα λίπανσης που εφαρμόστηκαν, αύξησαν γραμμικά την απόδοση τόσο σε χλωρό όσο και σε ξηρό βάρος. Ωστόσο, ο ρυθμός αύξησης μειωνόταν, όσο αύξανε η δόση του αζώτου [από το μάρτυρα στη  $N_1$  μεταχείριση είχαμε αύξηση της συνολικής απόδοσης στο χλωρό βάρος κατά  $93 \text{ kg στρ}^{-1}$  (31%), από τη  $N_1$  στη  $N_2$   $74 \text{ kg στρ}^{-1}$  (19%) και από τη  $N_2$  στη  $N_3$   $46 \text{ kg στρ}^{-1}$  (10%)] πράγμα που σημαίνει ότι σε λίγο μεγαλύτερες δόσεις, η αύξηση της απόδοσης θα είναι αμελητέα ή και μηδενική. Τα ίδια ποσοστά αύξησης παρατηρήθηκαν και στο ξηρό βάρος. Η περιεκτικότητα των ανθοκεφαλών σε αιθέριο έλαιο αυξήθηκε και αυτή, σε κάθε κοπή, μέχρι και την εφαρμογή  $14 \text{ kg στρ}^{-1}$  αζώτου, ενώ με τη  $N_3$  μεταχείριση είχαμε κατά μέσο όρο μείωση του αιθέριου ελαίου κατά 30%.

Τα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια, στη δεύτερη κοπή παρουσίασαν διπλάσια ή και μεγαλύτερη απόδοση σε σύγκριση με τα ξηρικά, ενώ στην τρίτη κοπή, ήταν τα μόνα που έδωσαν παραγωγή. Συνολικά, τόσο σε χλωρό όσο και σε ξηρό βάρος, η άρδευση έδωσε μεγαλύτερη απόδοση κατά 29%. Όσον αφορά στο αιθέριο έλαιο, η άρδευση έδειξε να έχει μικρή αλλά θετική επίδραση στην περιεκτικότητα των ανθοκεφαλών, με την τρίτη κοπή να παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ποσοστά σε αιθέριο έλαιο.

Καταλήγοντας, σε αντίθεση με την Ευρώπη, η εκμετάλλευση του χαμομηλιού στη χώρα μας ως εκτατική καλλιέργεια δεν είναι διαδεδομένη εξαιτίας της έλλειψης μηχανολογικού εξοπλισμού τόσο για τη συγκομιδή, όσο και για μία περαιτέρω επεξεργασία του προϊόντος. Ωστόσο, η ελληνική επικράτεια, περιλαμβάνει πολλές περιοχές με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες για την ανάπτυξή του και με τη σύσταση συλλογικών σχημάτων αλλά και την ερευνητική υποστήριξη πανεπιστημιακών ιδρυμάτων, δύναται να παραχθεί ποιοτικά ανώτερο προϊόν συγκριτικά με τον Ευρωπαϊκό ανταγωνισμό. Αναλόγως λοιπόν την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει ο κάθε παραγωγός

ή ομάδα παραγωγών, είτε δηλαδή την απευθείας πώληση της ξηρής δρόγης είτε τη μεταποίηση αυτής σε αιθέριο έλαιο και τη διοχέτευσή της σε αγορές, πρέπει να ακολουθήσει και τις αντίστοιχες καλλιεργητικές πρακτικές, έχοντας πάντα σαν γνώμονα την παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντος, το μειωμένο κόστος παραγωγής και την προστασία του περιβάλλοντος.



## 5. Βιβλιογραφία

### Ξένη Βιβλιογραφία

Amsterdam, J. D., Li, Y., Soeller, I., Rockwell, K., Mao, J. J., & Shults, J., 2009. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of oral *Matricaria recutita* (chamomile) extract therapy of generalized anxiety disorder. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 29, 378.

Asteraceae in Flora of North America @ efloras.org. (n.d.). Retrieved June 15, 2021, from [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=10074](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10074)

Bottcher, H., & Gunther, I., 2005. Chamomile: Industrial Profiles. Boca Raton: CRC Press.

CABI. (2022.). Ανακτήθηκε 07 Ιούνιος 2022 από <https://www.cabi.org/isc/datasheet/32626>

Conti, E. (2003). Insects of common chamomile, *Matricaria chamomilla*.

Devika, M. (2021). An Overview of Medicinal and Aromatic Plants. 1.

Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W., 2016. Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. *Medicines*, 3, 25. <https://doi.org/10.3390/medicines3040025>

Emongor, V. E., J. A. Chweya, S. O. Keya, και R. M. Munavu. 'Effect of Nitrogen and Phosphorus on the Essential Oil Yield and Quality of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Flowers'. *East African Agricultural and Forestry Journal* 55, 261–64. <https://doi.org/10.1080/00128325.1990.11663593>.

Giannoulis, Kyriakos, Kamvoukou Anna, Nikolaos Gougoulis, και Wogiatzi Eleni. 'Matricaria chamomilla L. (German chamomile) flower yield and essential oil affected by irrigation and nitrogen fertilization'. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 32, 328–35. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i5.2099>.

Gowda, T. N. V., Farooqi, A. A., Subbaiah, T., & Raju, B., 1991. Influence of plant density, nitrogen and phosphorus on growth, yield and essential oil content of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Indian Perfumers*, 35, 168-72.

Gupta. (2010). Chamomile: An herbal medicine of the past with a bright future (Review). *Molecular Medicine Reports*, 3. <https://doi.org/10.3892/mmr.2010.377>

Inoue, M., Hayashi, S., & E. Craker, L., 2019. Role of Medicinal and Aromatic Plants: Past, Present, and Future. In S. Perveen & A. Al-Taweel (Eds.), *Pharmacognosy—Medicinal Plants*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82497>

Learn About Chamomile—Burpee. (n.d.). Retrieved December 24, 2021, from [https://www.burpee.com/blog/encyclopedia\\_\\_chamomile-article.html](https://www.burpee.com/blog/encyclopedia__chamomile-article.html)

*Matricaria recutita* L. / Flora of Greece – An annotated checklist. (n.d.). Retrieved June 15, 2021, from [https://portal.cybertaxonomy.org/flora-greece/cdm\\_dataportal/taxon/1e95e646-04a3-4372-b07f-dac64d3df634#distribution](https://portal.cybertaxonomy.org/flora-greece/cdm_dataportal/taxon/1e95e646-04a3-4372-b07f-dac64d3df634#distribution)

Nogueira, J. C. R., Diniz, M. D. F. M., & Lima, E. O., 2008. In vitro antimicrobial activity of plants in Acute Otitis Externa. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74, 118-124.

Nunn, J. F., 1996. *Ancient egyptian medicine*. Norman : University of Oklahoma Press.

Petrovska, B., 2012. Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*, 6, 1. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849>

Rolnik, A., & Olas, B., 2021. The Plants of the Asteraceae Family as Agents in the Protection of Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 3009. <https://doi.org/10.3390/ijms22063009>

Samadi, M., Abidin, Z. Z., Yunus, R., Awang Biak, D. R., Yoshida, H., & Lok, E. H., 2017. Assessing the kinetic model of hydro-distillation and chemical composition of *Aquilaria malaccensis* leaves essential oil. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 25, 216–222. <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2016.09.006>

Singh, O., Khanam, Z., Misra, N., & Srivastava, M. K., 2011. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. *Pharmacognosy Reviews*, 5, 82–95. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.79103>

Singh, P., Pandey, P. C., Petropoulos, G. P., Pavlides, A., Srivastava, P. K., Koutsias, N., Deng, K. A. K., & Bao, Y., 2020. Hyperspectral remote sensing in precision agriculture:

Present status, challenges, and future trends. In *Hyperspectral Remote Sensing* (pp. 121–146). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102894-0.00009-7>

Solomou, A. D., Martinos, K., Laboratory of Agronomy and Applied Crop Physiology, Dept. of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Greece, Skoufogianni, E., Laboratory of Agronomy and Applied Crop Physiology, Dept. of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Greece, Danalatos, N. G., & Laboratory of Agronomy and Applied Crop Physiology, Dept. of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Greece, 2016. Medicinal and Aromatic Plants Diversity in Greece and Their Future Prospects: A Review. *Agricultural Science*, 4, 9–20. <https://doi.org/10.12735/as.v4i1p09>

Srivastava, J. K., Shankar, E., & Gupta, S., 2010. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Molecular Medicine Reports*, 3, 895–901. <https://doi.org/10.3892/mmr.2010.377>

Tomou, E.-M., Skaltsa, H., Economou, G., & Trichopoulou, A., 2022. Sustainable diets & medicinal aromatic plants in Greece: Perspectives towards climate change. *Food Chemistry*, 374, 131767. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131767>

Tripathi, H., Suresh, R., Kumar, S., & Khan, F., 2017. International trade in medicinal and aromatics plants: A case study of past 18 years. 18.

Weizman, Z. V. I., Alkrinawi, S., Goldfarb, D. A. N., & Bitran, C., 1993. Efficacy of herbal tea preparation in infantile colic. *The Journal of pediatrics*, 122, 650-652.

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

ΕΛΣΤΑΤ., 2021. Ανακτήθηκε 28 Ιούνιος 2022, από Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα (Οριστικά Αποτελέσματα)

Κάλφας, Η., 2018. Αρωματικά Φυτά. Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή.

Κατσιώτης, Σ. Θ., & Χατζοπούλου, Π. Σ., 2019. *ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ* (Δ'). ΚΥΡΙΑΚΙΔΗ.

Μαλούπα, Ε., Γρηγοριάδου, Κ., Λάζαρη, Δ., & Κρίγκας, Ν., 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών Αρωματικών φαρμακευτικών φυτών: Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής.

Παραλαβή αιθερίων ελαίων, 2011. *Chemist.Gr*. <https://www.chemist.gr/παραλαβή-αιθερίων-ελαίων/>

Υπ.Α.Α.Τ., 2017. Στρατηγικό Σχέδιο ανάπτυξης για την καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα.

Υπ.Γ.Α.Α.Π., 2021. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και η καλλιέργειά τους.