



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας

«Αξιολόγηση της καλλιέργειας ελληνικών πληθυσμών γαϊδουράγκαθου (*Silybum marianum*) στην περιοχή της Θεσσαλίας ως προς την ανάπτυξη και την περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη»

ΓΙΑΝΝΑΚΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ



Επιβλέπων Καθηγητής: Τσιρόπουλος Νικόλαος

ΒΟΛΟΣ, 2020

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας

«Αξιολόγηση της καλλιέργειας ελληνικών πληθυσμών γαϊδουράγκαθου (*Silybum marianum*) στην περιοχή της Θεσσαλίας ως προς την ανάπτυξη και την περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη»

Γιαννακού Θεοδώρα

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Τσιρόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής
2. Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής
3. Καρκάνης Ανέστης, Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ, 2020

Πρόλογος - Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, πραγματοποιήθηκε, για την αξιολόγηση της καλλιέργειας γαΐδουράγκαθου (*Silybum marianum*), ελληνικών πληθυσμών στην περιοχή της Θεσσαλίας ως προς την ανάπτυξη και την περιεκτικότητα των σπόρων σε σιλυμαρίνη. Στο πείραμα αγρού που πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο Μαγνησίας, καλλιεργήθηκαν διαφορετικοί γονότυποι του είδους αυτού και μελετήθηκε η ανάπτυξή τους και η περιεκτικότητα των σπόρων τους στη φαρμακευτική ουσία ύστερα από ανάλυση των συστατικών της και της περιεκτικότητάς της σε αυτούς.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον Καθηγητή κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο για την ανάθεση του θέματος, και τις πολύτιμες συμβουλές του, αλλά και για την δυνατότητα που μου δόθηκε να χρησιμοποιήσω το Εργαστήριο Χημείας του Πανεπιστημίου ώστε να διεκπεραιωθούν των οι αναλύσεις. Στη συνέχεια τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Καρκάνη Ανέστη, για την καθοδήγηση και επίβλεψη κατά τη διάρκεια του πειράματος στον αγρό, αλλά και το χρόνο που διέθεσε για μελέτη και διόρθωση της συγκεκριμένης εργασίας. Τέλος, τον Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο για την συμμετοχή του στην τριμελή επιτροπή και τον χρόνο που διέθεσε για τη μελέτη της εργασίας.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	7
1.1. Τα φαρμακευτικά φυτά	7
1.2. Γενικά στοιχεία για το <i>Silybum marianum</i>	8
1.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού	9
1.4. Σιλυμαρίνη και τα συστατικά της	11
1.5. Καλλιεργητική τεχνική	12
1.6. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση σε σπόρο.	16
1.7. Φαρμακευτικές ιδιότητες <i>Silybum marianum</i>	19
1.8. Χρήσεις του <i>Silybum marianum</i>	21
1.9. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	22
Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	23
2.1. Πειραματικός αγρός και σχέδιο	23
2.2. Μετρήσεις	24
2.2.1 Δειγματοληψίες-μετρήσεις στον αγρό	24
2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο	25
2.3.1. Μέθοδος εκχύλισης σιλυμαρίνης και ελαίου	25
2.3.2. Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης για προσδιορισμό σιλυμαρίνης	26
2.3.3. Χρώμα των σπόρων	27
2.4 Υλικά-σκεύη-όργανα συσκευές	27
2.4.1. Υλικά	27
2.4.2. Σκεύη	28
2.4.3. Όργανα - Συσκευές	29
2.5. Στατιστική ανάλυση	31
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα	32
3.1. Διάμετρος της ροζέτας	32
3.2. Τιμές SPAD	34
3.3. Ύψος	37
3.4. Νωπό βάρος	40
3.5. Ξηρό βάρος	40

3.6. Βάρος 1000 σπόρων	41
3.7. Απόδοση σε σπόρο	41
3.8 Περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο	43
3.9 Περιεκτικότητα του σπόρου σε σιλυμαρίνη	43
3.10. Ποσότητα ταξιφολίνης	44
3.11. Περιεκτικότητα σιλυχριστίνης	44
3.12. Περιεκτικότητα σιλυδιανίνης+ισοσιλυχριστίνης	46
3.13. Περιεκτικότητα σιλυβίνη A	46
3.14. Περιεκτικότητα σιλυμπίνης B	47
3.15. Περιεκτικότητα ισοσιλυβίνης A	47
3.16. Περιεκτικότητα ισοσιλυβίνης B	49
3.17. Παράμετρος L*	49
3.18. Παράμετρος C*	50
3.19. Παράμετρος h°	50
Κεφάλαιο 4°:Συζήτηση	52
4.1. Ανάπτυξη των πληθυσμών και απόδοση σε σπόρο	52
4.2. Περιεκτικότητα σε έλαιο και σε σιλυμαρίνη	52
4.3. Συστατικά της σιλυμαρίνης	53
Συμπεράσματα	54
Βιβλιογραφία	55

Περίληψη

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η καλλιέργεια διαφορετικών πληθυσμών του είδους *Silybum marianum* και η αξιολόγησή τους ως προς την περιεκτικότητα στη φαρμακευτική ουσία που περιέχει ο σπόρος (σιλυμαρίνη) και την ανάπτυξη του κάθε πληθυσμού. Για τη μελέτη της ανάπτυξης του γαϊδουράγκαθου πραγματοποιήθηκε πείραμα στον αγρό, στο Βελεστίνο Μαγνησίας, όπου η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 29 Οκτωβρίου 2018 και όλο το πείραμα διήρκησε μέχρι τις αρχές Ιουνίου του 2019. Με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων αξιολογήθηκαν 3 πληθυσμοί. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, λήφθηκαν διάφορες μετρήσεις ώστε να αξιολογηθούν η διάμετρος της ροζέτας, η συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα, το ύψος του φυτού, το νωπό και ξηρό βάρος, το βάρος των χιλίων σπόρων και η απόδοση σε σπόρο σε 3 διαφορετικούς πληθυσμούς από διαφορετικά μέρη της Ελλάδας και συγκεκριμένα από Μεσοποταμία Φθιώτιδας, Καστοριά και Σπάτα Αττικής.

Γενικά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ως προς την ανάπτυξη του φυτού και την απόδοση σε σπόρο υπήρξαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του ξηρού βάρους μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1544,9 Kg/στρέμμα) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (1874,3 Kg/στρέμμα). Ομοίως, οι μεγαλύτερες τιμές της απόδοσης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (189,51 kg/στρέμμα) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (158,98 kg/στρέμμα). Για την περιεκτικότητα του σπόρου σε σιλυμαρίνη, πραγματοποιήθηκαν εκχυλίσεις αλεσμένου σπόρου και προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη και στα συστατικά με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Οι παραπάνω μετρήσεις έδειξαν ότι οι μεγαλύτερες από τις τιμές της περιεκτικότητας σε σιλυμαρίνη μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (4,74 %) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (3,04 %). Για τα συστατικά της σιλυμαρίνης είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυβίνης A και B μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (7,10 και 12,54 mg/g, αντίστοιχα) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1,51 και 3,31 mg/g, αντίστοιχα). Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συγκεκριμένοι πληθυσμοί παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα βελτίωσης του γαϊδουράγκαθου.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Τα φαρμακευτικά φυτά

Από τα προϊστορικά, ακόμα χρόνια ο άνθρωπος με την καθημερινή αναζήτηση για τροφή, τα φυτά ήταν αυτά που άρχισαν και δοκιμάζονταν, με αποτέλεσμα κάποια να αφήνουν ευχάριστη αίσθηση στο στομάχι, ενώ αλλά προκαλούσαν ναυτία και γενικότερα ενοχλήσεις. Κατά τον 19^ο αιώνα τα αιθέρια έλαια και τα φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιήθηκαν ουσιαστικά από την ιατρική επιστήμη. Συνήθως αποτελούσαν μίγματα αγνών φυτικών φαρμάκων. Οι παγκόσμιες πωλήσεις φαρμακευτικών δρογών και βοτάνων φτάνουν το ποσό των 1,8 δισεκατομμυρίων ευρώ σύμφωνα με το περιοδικό Nutrition Business (2000). Λόγω της διαδεδομένης χρήσης των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών από τους καταναλωτές παγκοσμίως, αλλά και λόγω του αυξημένου εμπορίου αυτών, πραγματοποιήθηκαν έρευνες και αξιολογήσεις για νέα αυτοφυή είδη που μπορεί να είχαν κάποιο φαρμακευτικό ενδιαφέρον. Φαρμακευτικά συστατικά φυσικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται από φαρμακοβιομηχανίες και βιομηχανίες καλλυντικών μπορεί να προέρχονται και από φυτά που καλλιεργούνται χρόνια, συλλογές αυτοφυών, ακόμα και ζιζανίων όπως για παράδειγμα το γαϊδουράγκαθο. Υπάρχουν στο εμπόριο σκευάσματα που περιέχουν δρόγες, δηλαδή πρώτες ύλες βοτάνων σε νωπή ή ξηρή μορφή ή και άλλα προϊόντα των φυτών που δέχονται επεξεργασία. Τέτοια είναι βάμματα, εκχυλίσματα ή αφεψήματα βοτάνων σε αλκοόλη και εκχυλίσματα που έχει παραληφθεί η μέγιστη συγκέντρωση των δραστικών συστατικών από το φυτό, με βοήθεια υγρού διαλύτη. Όταν, λοιπόν, έγινε η αρχή της καλλιέργειας φαρμακευτικών, αλλά και αρωματικών φυτών, αναπτύχθηκαν και διάφορες τεχνικές βελτίωσης, κλασσικών ή βιοτεχνολογικών. Αυτό έγινε για μεγαλύτερη απόδοση, ομοιομορφία και τροποποίηση της δραστηριότητας ή της τοξικότητας του κάθε φυτού. Η παραγωγή σπόρων και η βιωσιμότητα είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που απασχολούν τους επιστήμονες, αλλά και τις φαρμακοβιομηχανίες. Αυτά επιτυγχάνονται με επιλογή εύρωστων και γόνιμων γονοτύπων, δηλαδή πληθυσμούς που να προσαρμόζονται στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπου θα καλλιεργηθεί το φυτό (Κατσιώτης, 2019). Έτσι, λοιπόν, και στο πείραμα που αναλύεται πάρα κάτω διαφορετικοί γονότυποι του είδους *Silybum marianum* καλλιεργήθηκαν στον ίδιο

αγρό και λήφθηκαν διαφορετικά αποτελέσματα, ως προς την περιεκτικότητα στη φαρμακευτική ουσία που περιέχει ο σπόρος και την ανάπτυξη του κάθε βιότυπου.

1.2. Γενικά στοιχεία για το *Silybum marianum*

Το γαϊδουράγκαθο ή κουφάγκαθο *Silybum marianum* (L.) Gaertn της οικογένειας Asteraceae, αποτελεί ιθαγενές είδος της νότιας Ευρώπης και της Μεσογείου. Συνώνυμα αποτελούν τα *Carduus marianus* L., *Mariana mariana* (L.) Hill. Άλλες ονομασίες που χρησιμοποιούνται είναι Αγκάβατος, Μαριανόν, Γαϊδουράγκαθο, Γκιγκέρι, Κάρδος, Σίλυβο. Στην Αγγλική γλώσσα αναφέρεται ως blessed milkthistle, spotted thistle, saint Mary's thistle, milk thistle, variegated thistle, scotch thistle. Είναι ετήσιο ή διετές, χειμερινό και εαρινό φυτό. Παρατηρείται σε πολλά καλλιεργούμενα εδάφη, αλλά και σε ακαλλιέργητες περιοχές. Είναι φυτό με μεγάλη ανταγωνιστική και αλληλοπαθητική ικανότητα. Γενικά έχει αρκετές ομοιότητες με άλλα είδη των γένων *Carduus* και *Oenothera* τα οποία χαρακτηρίζονται, επίσης ως γαϊδουράγκαθα. Η διαφορά, όμως, με τα γένη αυτά είναι ότι στο κουφάγκαθο τα φύλλα του καλύπτονται από λευκές κηλίδες ή γραμμώσεις κατά μήκος των νεύρων, ενώ τα φύλλα των άλλων γένων δεν χαρακτηρίζονται από αυτά τις λευκές αυτές κηλίδες και γραμμές. (Βασιλάκογλου 2017). Θεωρείται επιβλαβές ζιζάνιο κοσμοπολίτικο και κάποιες χώρες όπως η Ν. Ζηλανδία και η Αυστραλία. Στο Πακιστάν δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα στην καλλιέργεια του σιταριού. Για καλλιέργειες όπως η ελαιοκράμβη, το αγγούρι και το σιτάρι παρουσιάζει αλληλοπάθεια. Δεν είναι φυτό που προκαλεί τοξικότητα και τα φύλλα των νεαρών φυτών είναι βρώσιμα και χρησιμοποιούνται σε σαλάτες. Επίσης, περιέχουν την ουσία σιλυμαρίνη (silymarin) η οποία είναι χρήσιμη στην ιατρική και καθιστούν το φυτό φαρμακευτικό. Καλλιεργείται σε χώρες της Ευρώπης, την Αίγυπτο, την Κίνα, την Αργεντινή (Λόλας 2014). Η καλλιέργεια του συγκεκριμένου φυτού είναι πολύ δύσκολη εξαιτίας των δύσκολων μορφολογικών του χαρακτηριστικών δεδομένου ότι έχει πολλά αγκάθια στα φύλλα στα άνθη και στο στέλεχός του (Gabay et al. 1994). Προκαλούνται, επίσης, προβλήματα στα γεωργικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια (Hammouda et al. 1993). Οι σπόροι για πάνω από 2000 χρόνια χρησιμοποιούνται στην ιατρική, για την αντιμετώπιση του πονοκεφάλου, της κατάθλιψης, για διευκόλυνση της πέψης, στην αποτοξίνωση κλπ. (Wichtl et al. 2004, Braun et al. 2010). Επίσης, περιέχουν υψηλά επίπεδα ελαίου με πληθώρα ακόρεστων λιπαρών οξέων όπως το ελαϊκό οξύ (21 – 36%) και λινελαϊκό

οξύ (21-36%). (Růžičková et al. 2011). Τέλος, είναι δυνατή η χρήση από τον άνθρωπο, καθώς δεν δημιουργεί κάποια τοξικότητα. (Fathi-Achachlouei 2009, Azadmard-Damirchi 2009, Malekzadeh et al. 2011).

1.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού

❖ Σπόροι

Αναπαράγεται με σπόρους (Εικόνα 1.1) και φυτρώνει την άνοιξη και το φθινόπωρο. Οι σπόροι του διασπείρονται με τον άνεμο. Είναι δικοτυλήδονο φυτό με όρθια έκφυση και φθάνει μέχρι και το ύψος των 2 μέτρων. Το σπορόφυτο έχει πράσινες, σαρκώδεις, ωοειδείς και έμμισχες κοτυληδόνες οι οποίες δεν έχουν τρίχες, αλλά έχουν ευδιάκριτα κίτρινα νεύρα και κοκκινίζουν στην κάτω επιφάνεια (Βασιλάκογλου 2017). Ο καρπός – σπόρος, είναι αχάινιο με αγκαθωτό πάππο, ο οποίος πέφτει εύκολα κατά την περίοδο της ωρίμανσης. Είναι μικρός 5-7 cm, λείος και έχει καφετί, σκούρο χρώμα. Έχει γραμμώσεις και κίτρινο δακτύλιο στην κορυφή του. Οι περισσότεροι δεν πέφτουν σε λήθαργο στην ωρίμανση, αλλά μπαίνουν σε λήθαργο μέσα στο έδαφος. Η βιωσιμότητά τους στο εσωτερικό του εδάφους είναι για 9 χρόνια ή και για περισσότερο. Το βάρος του σπόρου είναι περίπου 22 mg (Λόλας 2014).



Εικόνα 1.1. Σπόροι του φυτού.

❖ Ρίζα

Η ρίζα είναι πασσαλώδης και εισχωρεί σε μεγάλο βάθος στο έδαφος. (Βασιλάκογλου 2017).



Εικόνα 1.2. Χαρακτηριστικά φύλλα του φυτού.

❖ Βλαστός

Ο βλαστός του είναι όρθιος και έχει ύψος 20 – 150 cm, είναι διακλαδιζόμενος και κοίλος εκτός από την κορυφή, έχει εντεριώνη, δεν έχει τρίχες ή είναι αραιά τριχωτός, δεν έχει αγκάθια, ούτε πτερύγια (Λόλας 2014, Βασιλάκογλου 2017).

❖ Φύλλα

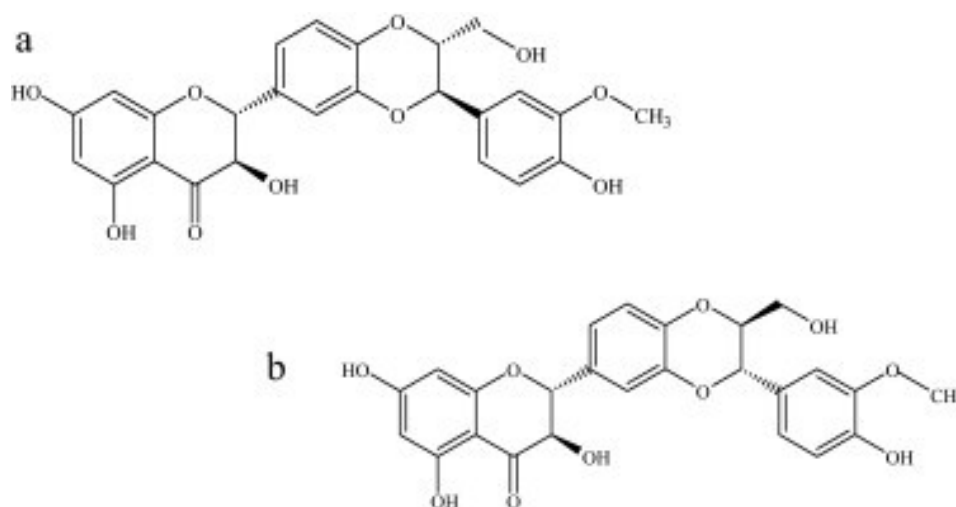
Τα φύλλα του αναπτύσσονται αρχικά σε ροζέτα, είναι μεγάλα (25 – 60 cm), είναι επιμήκη-ελλειπτικά, έμμισχα, με χαρακτηριστικές λευκές νευρώσεις, με κυματοειδή περιφέρεια με κίτρινα αγκάθια. Τα κανονικά φύλλα είναι μεγάλα, βαθιά λοβωτά, με οξύληκτη κορυφή και περιβάλλουν το βλαστό. Έχουν περιφέρεια κυματοειδή, με κίτρινα αγκάθια και την πάνω επιφάνεια σκούρου πράσινου χρώματος, γυαλιστερή, με λευκές νευρώσεις αραιά τριχωτή και την κάτω επιφάνεια με περισσότερο και πυκνότερο τρίχωμα (Λόλας 2014, Βασιλάκογλου 2017).

❖ Ταξιανθία και Άνθη

Η ταξιανθία είναι μία πορφυρή « κεφαλή » με βράκτια αγκάθια στην κορυφή τους. Τα άνθη είναι πορφυρά, σωληνωτά, πεντάλοβα στη μύτη, ανθοδόχη με σκληρά βράκτια, σε πολλές σειρές, τα εξωτερικά καταλήγουν σε μεγάλα σκληρά αγκάθια, από το Μάιο έως το φθινόπωρο (Λόλας 2014, Βασιλάκογλου 2017).

1.4. Σιλυμαρίνη και τα συστατικά της

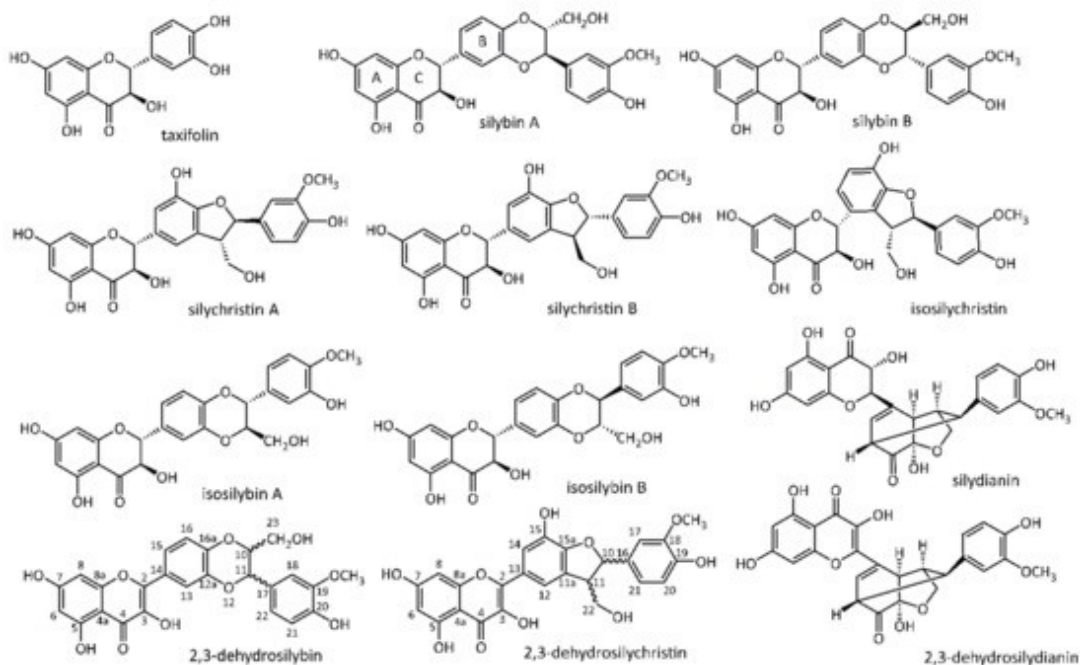
Η σιλυμαρίνη είναι ένα εκχύλισμα λιπόφιλο, που απομονώθηκε για πρώτη φορά από τους Wagner et al. (1968). Αποτελεί ένα περίπλοκο και ίσως μοναδικό μείγμα από πολυφαινολικά μόρια, και συγκεκριμένα, φλαβονοειδή όπως η ταξιφολίνη, φλαβονολιγνάνες όπως σιλυμπίνη Α, Β, Ισοσιλυμπίνη Α, Β, ισοσιλυχριστίνης, σιλυχριστίνης, σιλυδιανίνης. (Kroll et al. 2007).



Εικόνα 1.3. Δομές του κύριου δραστικού συστατικού a. Σιλυμπίνη Α, b. Σιλυμπίνη Β (Karkanis et al. 2011)

Συναντάται κυρίως στους σπόρους, αλλά και στις ρίζες και στα άνθη (Martin et al. 2006). Τα 2,3-αφυδρο-παράγωγα των φλαβονολιγνάνων όπως η 2,3-δεϋδροσιλυχριστίνη και η 2,3-δεϋδροσιλυβίνη είναι επίσης κάποια από τα συστατικά της σιλυμαρίνης, αν και είναι πιθανό να αποτελούν οξειδωτικά προϊόντα που παράγονται από την επεξεργασία και την αποθήκευση της ουσίας (Gažák et al. 2004).

Στις αντίστοιχες συνθήκες επεξεργασίας και αποθήκευσης η σιλυμαρίνη που έχει αποξηραθεί, περιέχει 30-40% άγνωστης σύνθεσης πολυμερές φαινολικό κλάσμα, που διαθέτει ήδη στο αυτούσιο φυτικό υλικό (Chambersa et al. 2017). Οι σιλυμπίνες Α και Β ή το διαστερεισομερές μείγμα που αναφέρεται ως σιλυμπίνη ή σιλιβινίνη, επειδή είναι ουσίες που απομονώνεται εύκολα από τη σιλυμαρίνη, αναφέρονται συχνά ως τα κύρια συστατικά της και οι βιολογικές δραστηριότητες του συμπλόκου αποδίδονται εξ ολοκλήρως κυρίως σε αυτές. Όμως, υπάρχουν έρευνες που αναφέρουν ότι τα επιμέρους συστατικά που περιέχονται στη σιλυμαρίνη ίσως να είναι υπεύθυνα κατ' επιλογή για αρκετές βιοδραστικές δραστηριότητες. Ένα παράδειγμα είναι το γεγονός ότι, η σιλυμπίνη Β, αλλά και η ταξιφολίνη τροποποιούν την δομή του πλασμιδίου που είναι υπεύθυνο για τα οιστρογόνα σε κύτταρα καρκίνου του μαστού *in vitro* (Plíšková et al. 2005). Η σιλυμαρίνη είναι μη τοξική και χρησιμοποιείται συχνά ως ασφαλές φυτικό προϊόν, εκτός από ορισμένες περιπτώσεις και κάποιες φαρμακευτικές δόσεις. (Wu et al. 2009). Έτσι, αντιλαμβανόμαστε ότι η σιλυμαρίνη είναι ένα αρκετά περίπλοκο σύμπλοκο με παρόμοιες δομικές ενώσεις και η ανάλυσή της είναι δύσκολο να γίνει. Για το λόγο αυτό χρειάζονται πολλές και συνεχόμενες επαναλήψεις και αρκετό χρονικό διάστημα.



Εικόνα 1.4. Δομές των συστατικών της σιλυμαρίνης (Petrásková et al. 2020)

1.5. Καλλιεργητική τεχνική

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, η καλλιέργεια του γαϊδουράγκαθου έχει να κάνει με τις φαρμακευτικές του ιδιότητες, όμως αποτελεί σε πολλές περιπτώσεις ένα ενοχλητικό ζιζάνιο σε άλλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Khan et al. 2009). Είναι μια καλλιέργεια που προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορου τύπου εδάφη και γενικά ευδοκιμεί σε διάφορα κλίματα.

❖ Έδαφος

Τα φυτά έχουν ισχυρό ριζικό σύστημα και έτσι είναι δυνατό να καλλιεργηθούν σε ελαφριά εδάφη, που περιοδικά μπορεί να υπάρχει έλλειψη νερού (Andrzejewska et al. 2011). Έτσι, είναι δυνατό να καλλιεργηθούν από ελαφριά, αμμώδη εδάφη μέχρι και βαριά αργιλώδη. Αναπτύσσεται καλά σε pH 5,5 – 7,6 (Haban et al. 2009, Hadi et al. 2008), είναι σημαντικό να υπάρχουν θρεπτικά στο έδαφος που θα γίνει η καλλιέργεια και η αλατότητα να είναι περίπου 15 dS m^{-1} , με τον τρόπο αυτό να παραχθούν σπόροι με επάρκεια σε δραστικές ουσίες. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι η καλλιέργεια των φυτών σε εδάφη λιγότερο εύφορα και με μέτρια αλατότητα, θα μας δώσουν και πιο πλούσιο σπόρο με μεγάλη φαρμακευτική αξία, αλλά να αποφευχθεί και η διάβρωση του εδάφους (Ghavanani and Ramin. 2007). Είναι σημαντικό να πραγματοποιείται σωστή επεξεργασία του εδάφους, πριν γίνει η σπορά κυρίως να οργώνεται σε βάθος 35-30 cm (Zheljazkov et al. 2006).

❖ Σπορά

Οι σπόροι του γαϊδουράγκαθου σπέρνονται αμέσως στο χωράφι και η μέγιστη βλάστηση τους πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 15° C (Young et al. 1978). Σύμφωνα με τους (Andrzejewska. 2011) το βάθος που πρέπει να γίνει η σπορά είναι 3 cm, η οποία πραγματοποιείται είτε το φθινόπωρο, είτε την άνοιξη ανάλογα τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν την κάθε χρονιά (σε θερμά κλίματα η σπορά γίνεται το φθινόπωρο).

❖ Αποστάσεις φύτευσης

Ενδεικτικές αποστάσεις φύτευσης, είναι 40-75 cm μεταξύ των γραμμών και 20-30 cm επί των γραμμών.(Omidbaigi 2001, Nobakht 2001, Carrier et al. 2003, Ram et al. 2005, Shokrpour et al. 2008).

❖ Ζιζάνια

Μια από τις σημαντικότερες διεργασίες στο χωράφι είναι αυτή της απομάκρυνσης των ζιζανίων από το χώρο καλλιέργειας, το γνωστό σε όλους μας σκάλισμα-βοτάνισμα. Εκτός από την τυπική αυτή διαδικασία που αποτελεί χειρωνακτική εργασία, είναι δυνατό να εφαρμοστούν και κάποια ζιζανιοκτόνα. Τέτοια σκευάσματα είναι απαραίτητο να μπορεί να ανεχτεί το γαϊδουράγκαθο, καθώς συμπεριλαμβάνεται και το ίδιο στην κατηγορία των ζιζανίων. Μερικά από τα σκευάσματα που μπορεί να ανεχθεί το φυτό, είναι fluazifop-*p*-butyl (Andrzejewska et al. 2011). Άλλα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται είναι τα metribuzin, pendimethalin, trifluralin, linuron, αλλά και συνδυασμοί μεταξύ τους (Zheljazkov et al. 2006).



Εικόνα 1.5. Ζιζάνια στην καλλιέργεια γαϊδουράγκαθου

❖ Λίπανση

Τα θρεπτικά που εφαρμόζονται στην καλλιέργεια, είναι ελάχιστα. Κυρίως, πριν τη σπορά, ενσωματώνεται στο έδαφος κάλιο και φώσφορος και στη συνέχεια εφαρμόζεται και το άζωτο ανάλογα τις βροχοπτώσεις. Στην Πολωνία γίνεται εφαρμογή 50 kg ha^{-1} άζωτο, $30,5 \text{ kg ha}^{-1}$ φωσφόρου και 58 kg ha^{-1} καλίου, πριν πραγματοποιηθεί η σπορά (Andrzejewska et al. 2011). Στην Βουλγαρία γίνεται εφαρμογή $49,5 \text{ kg ha}^{-1}$ N, 138 kg ha^{-1} P_2O_5 και 150 kg ha^{-1} K_2O προσπαρτικά.

❖ Άρδευση

Η άρδευση, συνήθως δεν είναι απαραίτητη στην καλλιέργεια του γαϊδουράγκαθου, καθώς είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και οι τυπικές βροχοπτώσεις είναι αρκετές. Μόνο σε πολύ ξηρά Μεσογειακά κλίματα είναι απαραίτητη η άρδευση κατά την περίοδο του γεμίσματος του σπόρου και εφόσον δεν υπάρχουν επαρκείς βροχοπτώσεις αυτή τη περίοδο (Andrzejewska et al. 2011).

❖ Βελτίωση & Γονότυποι

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1.1. τα φαρμακευτικά φυτά ως αυτοφυή χρειάζονται κάποιες βελτιωτικές διαδικασίες, πράγμα που είναι δυνατό μόνο με την παρατήρηση της «συμπεριφοράς» του φυτού σε διαφορά περιβάλλοντα και την μεταβλητότητα των άγριων πληθυσμών σε σύγκριση με γονότυπους που θα είχαν την μέγιστη προσαρμοστικότητα στις αντίστοιχες περιβαλλοντικές συνθήκες (Gresta et al. 2007). Στη βελτίωση του γαϊδουράγκαθου μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάποιοι γονότυποι από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές που περιέχουν διαφορετικές ποσότητες φλαβονολιγνανών (Shokrpour et al. 2008). Κάποιες από τις ποικιλίες γαϊδουράγκαθου που έχουν αναπτυχθεί είναι η Silma στην Πολωνία (Flora et al. 1998). Έχουν επίσης βρεθεί ποικιλίες στη Νέα Ζηλανδία, στη Γερμανία (Martin et al. 2006), στην Αγγλία και τη Ουγγαρία (Shokrpour et al. 2008).

❖ Συγκομιδή

Ο χρόνος συγκομιδής της καλλιέργειας δεν μπορεί να καθοριστεί σε συγκεκριμένο διάστημα, καθώς οι κεφαλές ανθίζουν σε διαφορετικό χρόνο και χώρο, συνεπώς δεν γίνεται ομοιόμορφη και ταυτόχρονη ωρίμανση. Κατά την περίοδο της

συγκομιδής υπάρχουν ενδεικτικά στην καλλιέργεια 35,06% ξηρές κεφαλές και 83,2% κεφαλές με ξηρά άνθη και πράσινα ακόμα βράκτια. Αν συγκομιστούν 20-50 % κεφαλές με άνθη ξηρά, η ολική συγκομιδή πρέπει να έχει ολοκληρωθεί 18 ή 14 μέρες αργότερα αντίστοιχα (Curioni et al. 2002). Στην Πολωνία η συγκομιδή πραγματοποιείται συνήθως τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου (Andrzejewska et al. 2011). Παθογόνα που προσβάλλουν το γαϊδουράγκαθο είναι λίγα.

- Στην Ελλάδα αναφέρεται ο μύκητας *Microbotryum silybum* Vanky & Berner (Souissi et al. 2005).
- Στις ΗΠΑ διαπιστώθηκε η προσβολή από τον μύκητα *Puccinia punctiformis* (F. Strauss) Rohl (Berner et al. 2002).
- Στην Ισπανία διαπιστώθηκε ότι το φυτό αποτελεί ξενιστή για την μετάδοση του ιού του μωσαϊκού στο αγγούρι (CMV) (Sacristan et al. 2004).

Ακόμα και οι εχθροί είναι λίγοι, δημιουργούν όμως αρκετά προβλήματα στο σπόρο, τόσο στην ποσότητα όσο και στην ποιότητα.

- Στην Αίγυπτο βρέθηκε ένα σκαθάρι, *Larinus latus* που πηγαίνει στις κεφαλές του φυτού, και οι προνύμφες μπορούν να εξαλείψουν ολοκληρωτικά τους σπόρους μια κεφαλής. (Abdel-Moniem 2002).
- Στην Ελλάδα και στο Ιράν εμφανίζονται αφίδες: *Dysaphis lappae cynarae* και *Aphis fabae cirsiacanthoidis* (Kavallieratos et al. 2007, Rezwani 2008).

1.6. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση σε σπόρο

Η απόδοση σε σπόρο είναι, αν όχι το κυριότερο, ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, καθώς είναι η κατ' εξοχήν πηγή των ουσιών που καθιστούν το γαϊδουράγκαθο, φυτό με φαρμακευτικές ιδιότητες.

❖ Βροχόπτωση

Η βροχόπτωση είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση αυτή. Σύμφωνα με τους (Andrzejewska et al. 2011) κατά την καλλιεργητική περίοδο, σε μία περιοχή που η συνολική βροχόπτωση ήταν 180 mm, η απόδοση σε σπόρο ήταν από 550 έως 1680 kg ha⁻¹ και τα επίπεδα σιλυμαρίνης από 13,3 έως 35,4 kg ha⁻¹.

❖ Αποστάσεις φύτευσης

Οι (Omer et al. 1993) αναφέρουν ότι μία μικρότερη απόσταση μεταξύ των γραμμών πχ. 25 cm δίνει μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο, αλλά μικρότερη ποσότητα σε έλαιο και φλαβονολιγνάνη.

❖ Ζιζάνια

Η απόδοση σε σπόρο εξαρτάται, επίσης από την απομάκρυνση των ζιζανίων όπως αναφέρθηκε και παρά πάνω. Αυξήθηκε στις επεμβάσεις metribuzin ($0,5 \text{ kg a.i ha}^{-1}$), με pendimethalin ($1,32 \text{ kg a.i ha}^{-1}$), pendimethalin σε συνδυασμό με metribuzin και trifluralin ($0,84 \text{ kg a.i ha}^{-1}$) σε συνδυασμό με linuron ($10 \text{ kg a.i ha}^{-1}$). Το trifluralin ενσωματώθηκε στο έδαφος, πριν γίνει η σπορά, σε βάθος 12 cm. Το linuron, το pendimethalin και το metribuzin εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά μετά τη σπορά. Γενικά, ασφαλή για την απομάκρυνση των ζιζανίων ήταν τα pendimethalin και metribuzin, χωρίς επίσης να καταστρέψουν τα φυτά του γαϊδουράγκαθου. Η χρήση ζιζανιοκτόνων αύξησε την περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη (Zheljazkov et al. 2006).

❖ Λίπανση

Η λίπανση είναι άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση των σπόρων, αλλά και την περιεκτικότητα λαδιού σε φλαβονολιγνάνη και σε λιπαρά. Η απόδοση αυτή αυξάνεται αν πραγματοποιηθεί λίπανση καλίου $115 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ και αζώτου στα 140 kg N ha^{-1} , όπως έγινε σε πείραμα στην Αίγυπτο (Omer et al. 1993).

❖ Άρδευση

Η περίσσεια ή έλλειψη νερού σε ακραίες περιπτώσεις αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για τα ποσά σιλυμαρίνης στους σπόρους, οπότε και η άρδευση αποτελεί παράγοντα που επηρεάζει την απόδοση (Andrzejewska et al. 2011).

❖ Διαφορετικοί Γονότυποι

Οι διαφορετικές ποικιλίες, συνεπώς και οι διαφορετικοί γονότυποι ανάλογα την γεωγραφική θέση που καλλιεργούνται έχουν και διαφορές στα ποσά σιλυμαρίνης που υπάρχει στο σπόρο. Αναφέρεται ότι τέτοια διαφορά στη συγκέντρωση σιλυμαρίνης παρατηρείται σε ποικιλίες στην Νέα Ζηλανδία σε σύγκριση με αυτές στην Ευρώπη (Shokrour et al. 2008). Επίσης, στο Ισραήλ οι σπόροι που προέρχονταν από βαθυκόκκινες ταξιανθίες είχαν 30% περισσότερη συγκέντρωση πολυφαινολών σε σύγκριση με ταξιανθίες που είχαν λευκό χρώμα (Vaknin et al. 2008).

❖ Συγκομιδή

Άλλος παράγοντας επιρροής είναι η ημερομηνία συγκομιδής. Έτσι, η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σιλυμαρίνη λαμβάνεται, όταν η συγκομιδή γίνεται σε σπόρους από φυτά που καθυστέρησαν να ανθοφορήσουν και έχουν καφέ χρώμα (Carrier et al. 2003).

❖ Βάρος σπόρων

Οι κεντρικές (πρωτογενείς) και οι πλάγιες (δευτερογενείς) κεφαλές διαφέρουν ως προς το βάρος των σπόρων με τις πρώτες να είναι σημαντικότερες καθώς περιέχουν περισσότερους και μεγαλύτερους σπόρους. Έτσι, αν περιοριστούν οι πλάγιοι βλαστοί, με ρύθμιση της πυκνότητας των φυτών είναι δυνατό να αυξηθεί η απόδοση σε σπόρο (Gresta et al. 2007).

❖ Απόδοση σπόρου σε διαφορετικές χώρες:

- Πολωνία: 1230 kg ha⁻¹ (Andrzejewska et al. 2011)
- Καναδάς: 386-757 kg ha⁻¹ (χαμηλότερες αποδόσεις περίπου 25-50% της απόδοσης που παρατηρείται στην Ευρώπη και την Αφρική) (Carrier et al. 2003).

❖ Απόδοση σε σιλυμαρίνη

Η ποσότητα της σιλυμαρίνης στους σπόρους είναι συνήθως 1,0 – 3,0 %, αλλά μπορεί να ξεπερνά και το 8% της ξηράς ύλης. Τα διαφορετικά αυτά ποσοστά στην

περιεκτικότητα, προκύπτουν είτε λόγω διαφορετικών γονοτύπων, είτε από διαφορετικές συνθήκες κλιματολογικές στις οποίες καλλιεργήθηκαν τα φυτά (Andrzejewska et al. 2011, Shokrpour et al. 2008, Martin et al. 2006, Arampatzis et al. 2020). Οι σπόροι γαϊδουράγκαθου όπως διαπίστωσαν οι (Zheljazkov et al. 2006) περιείχαν από 0,69 έως 0,99% silydianin και silycristin, 0,26 έως 0,36% taxifolin, 1,31 έως 1,78% silybin, και 0,27 έως 0,39% isosilybin.

1.7. Φαρμακευτικές ιδιότητες *Silybum marianum*

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες του φυτού οφείλονται κυρίως στην ουσία σιλυμαρίνη, αλλά και στις επιμέρους ενώσεις που την αποτελούν. Έχουν γίνει πολλές έρευνες για την φαρμακευτική της δράση, αλλά και τις κλινικές της εφαρμογές, όμως το ενδιαφέρον είναι μεγάλο για νέες ιδιότητες και χρήσεις. Η ουσία αυτή και συγκεκριμένα το συστατικό η silybin έχει την ιδιότητα να προστατεύει από ηπατικές διαταραχές (Negi et al. 2007, Sánchez-Sampedro et al. 2009). Η ισοσιλυμπίνη Β είναι μία ουσία που περιέχεται στη σιλυμαρίνη, η οποία είναι υπεύθυνη για την καταστολή της ανάπτυξης καρκινικών κυττάρων (Davis-Searles et al. 2005). Η ισοσιλυβίνης Β, η 2,3-δεϋδροσιλυβίνη, η σιλυδιανίνη και η σιλυχριστίνη ελαττώνουν την κυτταρική βλάβη που έχει δημιουργηθεί από κύτταρα διεγερμένα από UVA σε πρωτογενείς ινοβλάστες στον άνθρωπο (Rajnochová Svobodová et al. 2019). Η 2,3-δεϋδροσιλυβίνη, είναι η ένωση που σε πείραμα, αναφέρεται ότι έχει την μεγαλύτερη προστατευτική ικανότητα ως προς τη UVA ακτινοβολία (Vostálová et al. 2019). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι έχει κάποιες ιδιότητες ως αντιοξειδωτικό, αντιλιπιδικό, αντιφλεγμονώδες, ανοσορυθμιστικό και ικανότητα αναγέννησης κυττάρων του ήπατος (Ghosh et al. 2010). Η σιλυμαρίνη, επίσης, αποκλείει τις τοξίνες και έτσι δεν τους επιτρέπει να δεσμευτούν σε υποδοχείς μεμβρανών των κυττάρων του ήπατος (Abenavoli et al. 2010). Κλινικά η σιλυμαρίνη είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για δηλητηριάσεις απόμανιτάρια, κίρρωση ήπατος, ιογενή ηπατίτιδα, για διάφορες τοξικές και φαρμακευτικές ασθένειες που αφορούν το ήπαρ, για την ψωρίαση, για διάφορες νευροτροπικές δραστηριότητες και τέλος δρα ως νευροπροστατευτικό (Ghosh et al. 2010). Ύστερα από πειράματα που έγιναν σε αρουραίους, διαπιστώθηκε ότι η τοξικότητα της σιλυμαρίνης είναι μειωμένη, καθώς τα 10000 mg kg⁻¹, αποτελούν την ποσότητα που προκαλεί το θάνατο στα πειραματόζωα (Fraschini et al.

2002). Παρατηρήθηκε, ότι όταν η σιλυμαρίνη, ως εκχύλισμα με φαρμακευτικές ιδιότητες, σχηματίζεται σε «αυτο-γαλακτωματοποιημένα σφαιρίδια» προκαλεί ευεργετικές ιδιότητες στη στοματική κοιλότητα (Iosio et al. 2011). Τα εκχυλίσματα του γαϊδουράγκαθου έχουν, επίσης αντιγηραντικές, αντιδιαβητικές και αντιβακτηριακές ιδιότητες (Muzamil et al. 2020). Οι αντιδιαβητικές ιδιότητες του φυτού φαίνονται σε πείραμα που έγινε σε ποντικούς με διαβήτη και σε υγιείς και διαπιστώθηκε ότι οι διαβητικοί είχαν μεγάλη μείωση της γλυκόζης στο αίμα, αλλά και στους υγιείς ποντικούς υπήρξε, επίσης, μείωση (Maghrani et al. 2004). Συνδυασμός *Berberis aristata* / *Silybum marianum* χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία του διαβήτη τύπου 1 και είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της δόσης ινσουλίνης που εξισορροπεί το γλυκαιμικό δίκτυο στο αίμα (Derosa et al. 2016). Η χρήση του συγκεκριμένου φυτού έχει ως αποτέλεσμα την ασφαλή λειτουργία της καρδιάς πράγμα που είναι πιθανό να οφείλεται στις αντιοξειδωτικές ιδιότητές του (Vilahur et al. 2018). Έχει τη δυνατότητα να συμμετάσχει στην θεραπεία της χολιδόχου κύστης (Rainone. 2005). Είναι σημαντικό να γίνουν έρευνες για την θεραπεία εγκαυμάτων με τη χρήση σιλυμαρίνης, καθώς, αναφέρονται περιπτώσεις που με συστηματική ή τοπική χρήση της ουσίας στο δέρμα, μείωσε την «οξειδωτική βλάβη» από εγκαύματα (Toklu et al. 2007). Η ουσία αυτή έχει τη δυνατότητα να ελαττώνει τον ερεθισμό που έχει προκληθεί από βλάβες στον εγκέφαλο και στους πνεύμονες λόγω της ικανότητάς της να εξισορροπεί την οξειδωτική και αντιοξειδωτική κατάσταση και να ρυθμίζει την εργασία μεσολαβητών που προκαλούν φλεγμονές (Toklu et al. 2008). Έχει αντικαταθλιπτικές ιδιότητες καθώς σε πειράματα φαίνεται ότι αποκαθιστά τη νευρογένεση («διαδικασία αναγέννησης νευρώνων, μετανάστευσης, διαφοροποίησης σε νέους νευρώνες και ενσωμάτωσης σε υπάρχοντα νευρωνικά κυκλώματα») του ιππόκαμπου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αντιμετώπιση ψυχικών διαταραχών (Li et al. 2018). Άλλα πειράματα έδειξαν ότι μπορεί να θεωρηθεί προστατευτική ουσία για οξειδωτικό στρες στον εγκέφαλο, το οποίο αποτελεί οξειδωτική βλάβη και συνδέεται με άλλες νόσους όπως είναι για παράδειγμα το Alzheimer (Nencini et al. 2007). Ύστερα από έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τις αντιμυκητιακές επιδράσεις της ουσίας, κατά παθογόνων όπως *Trichosporon beigeli*, *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *Malassezia furfur* και *Aspergillus fumigatus*, διαπιστώθηκε ότι τα κύτταρα των μυκήτων δεν μπόρεσαν να επιβιώσουν μετά από θεραπεία με χορήγηση σιλυμαρίνης (Yun and Lee 2017). Άλλη μελέτη έδειξε ότι, η σιλυμαρίνη δρα

προστατευτικά κατά της νευροπάθειας καθώς ελαττώνει την «νεφρική οξειδωτική βλάβη» (Verònicade et al. 2019).

1.8. Χρήσεις του γαϊδουράγκαθου

Το γαϊδουράγκαθο είναι ένα φυτό που έχει πολλές χρήσεις και είναι δυνατό να χορηγηθεί είτε με πρόσληψη κατ' ευθείαν από το στόμα, είτε για εξωτερική χρήση, για παράδειγμα ως κρέμα (Batanouny et al. 2005). Όπως αναφέρθηκε και πάρα πάνω οι φαρμακευτικές χρήσεις του φυτού είναι πολλές, είναι βοηθητικό ή και χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του καρκίνου, διαφόρων διαταραχών του ήπατος, στην ανορεξία, στο διαβήτη, στις αιμορροΐδες, σε διάφορες νόσους της σπλήνας, στη μαλάρια και σε άλλες ασθένειες ή και παθήσεις (Batanouny et al. 2005). Πέρα όμως από τις φαρμακευτικές του ιδιότητες, το φυτό έχει και άλλες χρήσεις που είναι αρκετές και τις συναντάμε στην καθημερινότητα μας. Είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως τροφή και συγκεκριμένα τα νεαρά φύλλα, οι μίσχοι και οι ρίζες και τα άνθη τρώγονται ως σαλάτα. Οι σπόροι του αν ξεροψηθούν, χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατο του καφέ (Batanouny et al. 2005). Έχει γίνει, επίσης, χρήση του ως συμπλήρωμα διατροφής σε ζωοτροφές, και έρευνες έδειξαν, ότι το εκχύλισμα σιλυμαρίνης είχε θετικές επιδράσεις στην όρεξη για φαγητό, αλλά και στην ανάπτυξη κάποιων ψαριών (Xiao et al. 2017, Jia et al. 2013, Hassaan et al. 2019). Ως συμπλήρωμα δόθηκε, επίσης, σε κουνέλια και παρατηρήθηκε πως μειώθηκαν οι θάνατοι σε κουνέλια που η υγεία τους ήταν επιβαρυνμένη (Cullere et al. 2016). Μετά από πείραμα που έγινε σε πειραματόζωα, διαπιστώθηκε ότι η σιλυμαρίνη με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες που διαθέτει, έδρασε αντιγηραντικά, προστατεύοντας από την D-γαλακτόζη (Zhu et al. 2017). Η χρήση του φυτού ως καύσιμο, είναι μία ακόμα σημαντική χρήση που ερευνάτε και φαίνεται ότι είναι αποτελεσματική η παραγωγή ενέργειας όταν καίγονται τα φυτικά μέρη, όπως φύλλα ή βλαστοί (Hunce et al. 2019). Πέρα, όμως, από τα συγκεκριμένα φυτικά μέρη, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και το έλαιο, το οποίο αποτελεί μία μη βρώσιμη ύλη που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για βιοντίζελ, σε χώρες που καλλιεργείται εκτεταμένα όπως η Κίνα και το Ιράν (Takase et al. 2014). Εκχύλισμα του φυτού έχει την ικανότητα να αποτελεί αναστολέα στη διάβρωση ανοξειδωτου χάλυβα 304, οπότε δίνει τη ιδιότητα στο φυτό

να δρα ως προστατευτικό κατά της διάβρωσης σε διάφορα μέταλλα, ή κράματα όπως είναι το συγκεκριμένο (Soltani et al. 2014). Μία νέα χρήση του φυτού βρίσκει τόπο στην επεξεργασία τροφίμων, καθώς η χρήση πηκτικών ουσιών από το εκχύλισμά του και κυρίως της χυμοσίνης, έδωσαν τη δυνατότητα κατασκευής τυριών όπως το cheddar με βελτιωμένο άρωμα, αλλά και με περισσότερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Colombo et al. 2018).

1.9. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Το πείραμα αγρού που πραγματοποιήθηκε στο Βελεστίριο Μαγνησίας διαφορετικοί γονότυποι του είδους *Silybum marianum* καλλιεργήθηκαν και αξιολογήθηκαν ως προς την περιεκτικότητα στη φαρμακευτική ουσία που περιέχει ο σπόρος (σιλυμαρίνη) και την ανάπτυξη του κάθε βιότυπου.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Πειραματικός αγρός και σχέδιο

Το πείραμα ξεκίνησε με τη σπορά, η οποία πραγματοποιήθηκε στο Βελεστίνο, Μαγνησίας τα τέλη Οκτωβρίου του 2018. Εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 3 μεταχειρίσεις (πληθυσμοί του γαϊδουράγκαθου Σπάτα, Μεσοποταμία και Καστοριά). Οι διαστάσεις των τεμαχίων ήταν 2 x 3 m και οι αποστάσεις των γραμμών σποράς 50 cm (Εικόνες 2.1 και 2.2). Στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της απομάκρυνσης ζιζανίων από την καλλιέργεια με σκάλισμα (βοτάνισμα). Η καλλιέργεια ήταν ξηρική, δηλαδή, δεν χρησιμοποιήθηκε κάποια μέθοδος άρδευσης, ενώ εφαρμόστηκε το λίπασμα 27-0-0 (7,5 μονάδες N).



Εικόνα 2.1. Φύτρωμα του πληθυσμού Σπάτα.



Εικόνα 2.2. Καλλιέργεια γαϊδουράγκαθου στο Βελεστίνο, Μαγνησίας

2.2. Μετρήσεις

2.2.1 Δειγματοληψίες-μετρήσεις στον αγρό.

Έγιναν οι απαραίτητες δειγματοληψίες ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας (Οκτώβριος 2018-Ιούνιος 2019), για μετρήσεις όπως το ύψος, η διάμετρος της ροζέτας των φυτών, η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (χρησιμοποιήθηκε το όργανο SPAD-502 chlorophyll content meter, Konica Minolta Optics, Osaka, Japan), το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών. Οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιούνταν σε 5 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις αρχές Ιουνίου.

Μετά τη συγκομιδή ακολούθησε η διαδικασία της λήψης σπόρου από τις κεφαλές των φυτών το καλοκαίρι του 2019. Η συγκομιδή και λήψη του σπόρου αποτελούν δύο επίπονες διαδικασίες, λόγω της ακανθώδους μορφολογίας των φυτών και συγκεκριμένα των φύλλων και των άνθεων. Η διαδικασία του προσδιορισμού χρώματος των σπόρων, των εκχυλίσεων σιλυμαρίνης και ελαίου, αλλά και ο προσδιορισμός και τα συστατικά της ουσίας, πραγματοποιήθηκαν τον Μάιο του 2020.

2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο

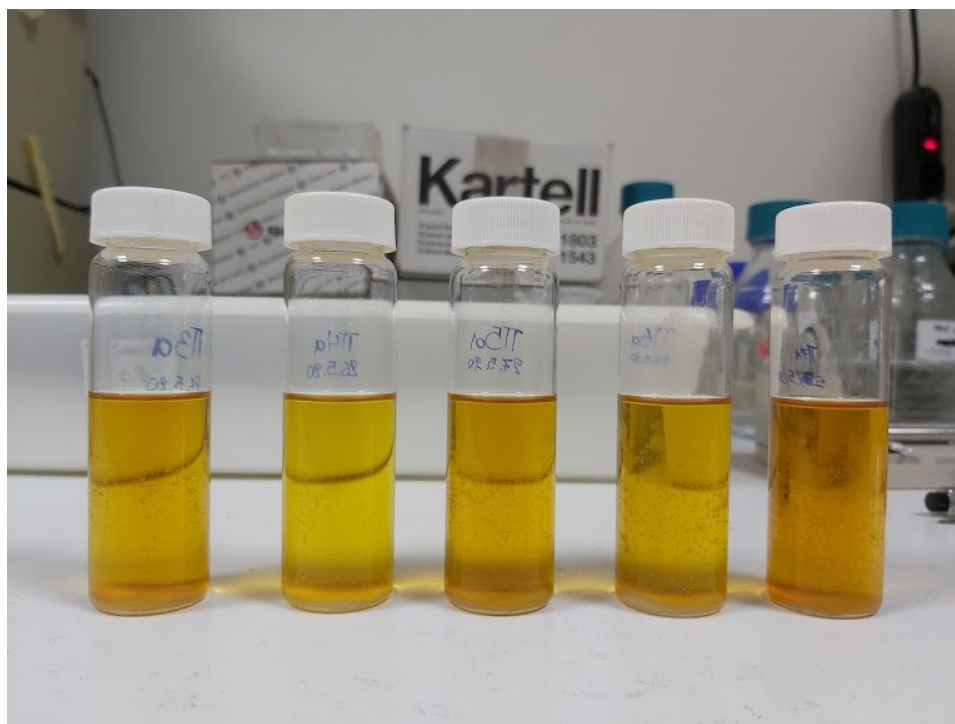
2.3.1. Μέθοδος εκχύλισης σιλυμαρίνης και ελαίου

Για να προσδιοριστούν τα συστατικά της ουσίας χρησιμοποιήθηκαν σπόροι γαϊδουράγκαθου καθαρισμένοι από ξένες ύλες και αποξηραμένοι. Οι σπόροι αυτοί αλέσθηκαν σε ηλεκτρικό κόφτη και λήφθηκε δείγμα 5 g που ζυγίστηκε σε ζυγό. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πολλαπλή εκχύλιση του δείγματος μέσα σε φύσιγγα κυτταρίνης, η οποία έχει πορώδη τοιχώματα. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση 200 mL εξανίου συσκευής Soxhlet και θερμότητας για διάρκεια τεσσάρων ωρών. Για την παραλαβή του ελαίου (Εικόνα 2.3) πραγματοποιήθηκε εξάτμιση του εξανίου σε κατάσταση κενού στους 40 °C με τη χρήση περιστροφικού εξατμιστήρα. Πραγματοποιήθηκε ζύγιση του ελαίου που προέκυψε σε ζυγό ακριβείας.



Εικόνα 2.3. Παραλαβή ελαίου

Μετά την λήψη του ελαίου, στα τοιχώματα των σφαιρικών φιαλών υπήρχε υπόλειμμα το οποίο εκχυλίστηκε με 200 mL μεθανόλης σε συσκευή Soxhlet και θερμότητας για διάρκεια τεσσάρων ωρών. Ακολούθησε εξάτμιση μέχρι ξηρού σε περιστροφικό εξαεριστήρα, όπως και στην προηγούμενη διαδικασία, στους 40 °C αλλά σε μικρότερη πίεση. Στο προϊόν που λήφθηκε πραγματοποιήθηκε ανασύσταση σε 25 mL μεθανόλης. Στη συνέχεια, απομονώθηκε 1 mL από το εκχύλισμα και πραγματοποιήθηκε ακόμα μία αραιώση σε 25 mL μεθανόλης. Πραγματοποιήθηκε, επίσης διήθηση μέσω φίλτρου και το δείγμα (Εικόνα 2.4) που προέκυψε χρησιμοποιήθηκε για τη διαδικασία της υγρής χρωματογραφίας.



Εικόνα 2.4. Δείγμα σιλυμαρίνης μετά τη διαδικασία των εκχυλίσεων.

2.3.2. Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης για προσδιορισμό σιλυμαρίνης.

Για τη διαδικασία του προσδιορισμού της σιλυμαρίνης και των συστατικών της πραγματοποιήθηκε υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) με τη χρήση χρωματογράφου HP Liquid Chromatograph 1100 (Hewlett-Packard GmbH, Waldbronn, Germany). Ο συγκεκριμένος χρωματογράφος περιέχει σύστημα παροχής 3 μερών και ανιχνευτή UV με μεταβλητό μήκος κύματος. Έγινε, επίσης, χρήση

στήλης αντίστροφης φάσης Novapak C-18 (150 mm x 3,9 mm, 5,0 μm) η οποία λειτουργούσε με ρυθμό ροής 1 mL min⁻¹. Η θερμοκρασία της στήλης ήταν στους 40°C και ο όγκος έκχυσης στα 20 μL. Έγινε χρήση βαθμιδωτής έκλουσης, ώστε να διαχωριστούν τα συστατικά της σιλυμαρίνης, η οποία γίνεται με τη χρήση διάφορων συγκεντρώσεων μεθανόλης. Η λειτουργία του ανιχνευτή UV ήταν στα 288 nm. Η συγκεκριμένη ανάλυση δραματοποιήθηκε σε χρόνο 34 λεπτών.

2.3.3. Χρώμα των σπόρων.

Για τη μέτρηση του χρώματος των σπόρων έγινε χρήση της συσκευής Chroma CR-400 (Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan). Έτσι, προσδιορίστηκαν οι παράμετροι L*, C*, h° και το L* είναι η φωτεινότητα, C* η χρωματική πυκνότητα και h° τη χροιά (Arampatzis et al. 2019). Για τον υπολογισμό των C* και h° χρησιμοποιήθηκαν δύο εξισώσεις (1) & (2) όπως αναφέρεται από τον (McGuire. 1992).

$$C^i = \sqrt{a^{i2} + b^{i2}}$$

(1)

$$h^{\circ} = \left(\frac{\arctan\left(\frac{b^i}{a^i}\right)}{6.2832} \right) \times 360$$

(2)

a*: συντεταγμένη κόκκινου/πράσινου

b* : συντεταγμένη κίτρινου/μπλε.

2.4 Υλικά-σκεύη-όργανα συσκευές

Στις εργαστηριακές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, όργανα σκέυη και αναλύονται στα παρακάτω κεφάλαια.

2.4.1. Υλικά

- Μεθανόλη (HPLC Grade), Fisher Scientific, UK
- Νερό (LC-MS Grade), Fisher Scientific, UK
- Εξάνιο (ACS reagent), Sigma-Aldrich, Saint Louis, USA
- Μεθανόλη (ACS reagent), Sigma-Aldrich, Saint Louis, USA
- Ακετόνη (Analytical reagent), Fisher Scientific, UK
- Απόλυτη αιθανόλη (ACS reagent), Riedel-de Haen, Germany

2.4.2. Σκεύη

- Φύσιγγες εκχύλισης κυτταρίνης 30x100mm, Whatman International Ltd, England
- Φιαλίδια χρωματογραφίας
- Γυάλινα βιδωτά φιαλίδια 40 mL
- Μικροσύριγγες 10-500 μ L
- Γυάλινες σύριγγες 2-5 mL
- Μικροπιπέτες Pasteur μίας χρήσης 3,5 mL
- Σιφόνια μέτρησης και πλήρωσης 1-25 mL
- Ογκομετρικές φιάλες 10-1000 mL
- Σφαιρικές φιάλες 250-500 mL (Εικόνα 2.5)



Εικόνα 2.5. Σφαιρικές φιάλες 250-500 mL.

- Ποτήρια ζέσεως 10-500 mL
- Γυάλινοι δοκιμαστικοί σωλήνες

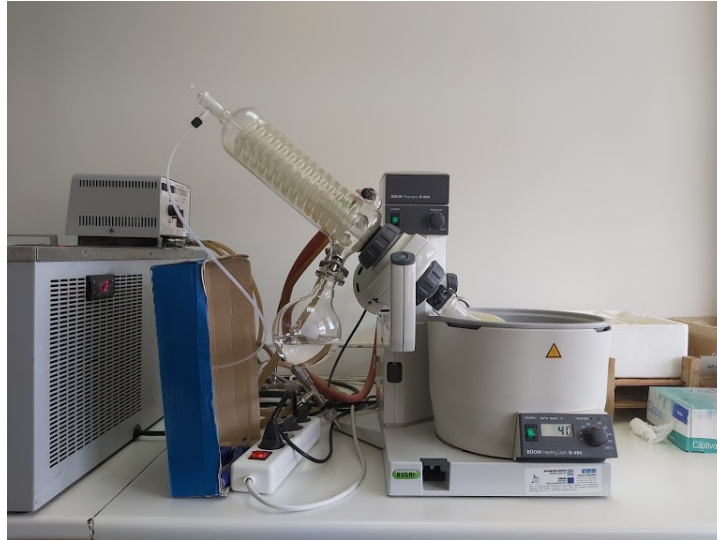
2.4.3. Όργανα - Συσκευές

- Ηλεκτρικός κόφτης μύλος
- Συσκευή εκχύλισης Soxhlet (Εικόνα 2.6)
- Θερμομανδύας, EM Electromantles, Electrothermal, UK



Εικόνα 2.6. Συσκευή εκχύλισης.

- Περιστροφικός εξατμιστήρας, BUCHI Rotavapor R-300, συνδεδεμένος με αντλία κενού και σύστημα ψύξης (Εικόνα 2.7)



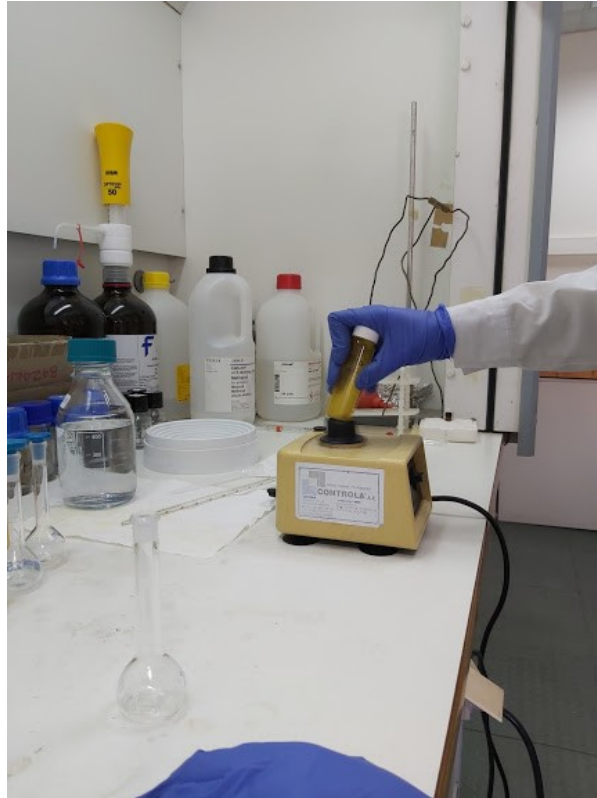
Εικόνα 2.7. Περιστροφικός εξατμιστήρας.

- Ζυγός ακριβείας $\pm 0,0001$ g, KERN ALS 220-4, Germany
- Ζυγός ακριβείας $\pm 0,01$ g, Sartorius GT1100B-G, USA
- Υδατόλουτρο (Εικόνα 2.8)



Εικόνα 2.8. Υδατόλουτρο.

- Συσκευή ανακίνησης (Vortex) Heidolph, Germany (Εικόνα 2.9)



Εικόνα 2.9. Συσκευή ανακίνησης.

- Σύστημα υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) HP1100 (HewlettPackard GmbH, Waldbronn, Germany) εφοδιασμένο με σύστημα τριμερούς παροχής και ανιχνευτή UV μεταβλητού μήκους κύματος
- Χρωματόμετρο Chroma CR-400 (Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan, Εικόνα 2.10)



Εικόνα 2.10. Χρωματόμετρο Chroma CR-400.

2.5. Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος πραγματοποιήθηκε αρχικά ανάλυση διασποράς (ANOVA) με το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12. Στη συνέχεια και εφόσον η παραπάνω ανάλυση φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές έγινε σύγκριση των μέσων τιμών όλων των πληθυσμών με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1. Διάμετρος της ροζέτας

1η Μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 11 Ιανουαρίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκε στα δεδομένα για τη διάμετρο της ροζέτας των φυτών του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι δεν υπήρξαν

σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Διάμετρος της ροζέτας των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 1^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Σπάτα	19,0
Καστοριά	11,8
Μεσοποταμία	14,3
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	6,870
P	0,051
Τιμή LSD	-
CV %	24,09

2^η Μέτρηση

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 11 Φεβρουαρίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες από τις τιμές της διαμέτρου μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (32,2 cm) και η μικρότερες στον πληθυσμό Καστοριά (18,7 cm). Διαπιστώθηκαν στατιστικά διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά, αλλά και μεταξύ αυτών της Μεσοποταμίας και Καστοριάς. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για τη διάμετρο της ροζέτας κατά τη 2^η μέτρηση ήταν 26,13% (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Διάμετρος της ροζέτας των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 2^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Σπάτα	32,2 a
Καστοριά	18,7 b

Μεσοποταμία	29,2 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	7,698
P	0,043
Τιμή LSD	10,032
CV %	26,13

3^η Μέτρηση

Η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 18 Μαρτίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για τη διάμετρο της ροζέτας των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της διαμέτρου μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (60,3 cm) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Καστοριά (49,7 cm). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά, αλλά και μεταξύ αυτών της Μεσοποταμίας και Καστοριάς. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για τη διάμετρο της ροζέτας κατά τη 3^η μέτρηση ήταν 9,94% (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Διάμετρος της ροζέτας των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 3^η μέτρηση

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Σπάτα	60,3 a
Καστοριά	49,7 b
Μεσοποταμία	58,3 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	7,086
P	0,048
Τιμή LSD	8,364
CV %	9,94

3.2. Τιμές SPAD

1^η Μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 21 Φεβρουαρίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (τιμές SPAD) των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες από τις τιμές SPAD μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριά (49,1) και η μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (39,4). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Μεσοποταμία και Καστοριά (Πίνακας 4).

2^η Μέτρηση

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 11 Απριλίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης SPAD των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες από τις τιμές SPAD μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (40,3) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (40,3). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Μεσοποταμία και Σπάτα καθώς και μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά (Πίνακας 5).

Πίνακας 4. Μέτρηση συγκέντρωσης χλωροφύλλης SPAD των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 1^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Τιμές SPAD
Σπάτα	46,4 ab
Καστοριά	49,1 a
Μεσοποταμία	39,4 bc
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	4237,56
P	<0,001
Τιμή LSD	0,302
CV %	9,69

Πίνακας 5. Μέτρηση συγκέντρωσης χλωροφύλλης SPAD των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 2^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Τιμές SPAD
Σπάτα	38,9 b
Καστοριά	39,7 a
Μεσοποταμία	40,3 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	17,055
P	0,011
Τιμή LSD	0.686
CV %	2,04

3^η Μέτρηση

Η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 22 Απριλίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης SPAD των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών (Πίνακας 6). Οι μικρότερες από τις τιμές SPAD μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (37,8) και οι μεγαλύτερες στον πληθυσμό Καστοριά (38,4).

Πίνακας 6. Μέτρηση συγκέντρωσης χλωροφύλλης SPAD των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 3^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Τιμές SPAD
Σπάτα	37,8 b
Καστοριά	38,4 a
Μεσοποταμία	38,2 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	5,250
P	0,076
Τιμή LSD	0,302
CV %	1,28

4^η Μέτρηση

Η τέταρτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 8 Μαΐου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης SPAD των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες από τις τιμές SPAD μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (50,4) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (44,4). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και μεταξύ αυτών της Μεσοποταμίας και Καστοριάς. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά τη 4^η μέτρηση ήταν 5,98%.

Πίνακας 7. Μέτρηση συγκέντρωσης χλωροφύλλης SPAD των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 4^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Τιμές SPAD
Σπάτα	44,4 b
Καστοριά	45,8 b
Μεσοποταμία	50,4 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	40,866
P	0,002
Τιμή LSD	1,928
CV %	5,98

3.3. Ύψος

1^η Μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 11 Απριλίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση του ύψους των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του ύψους

μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (107,3 cm) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Καστοριά (50,3 cm). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριάς, Μεσοποταμίας και Καστοριάς, αλλά και μεταξύ Σπάτα και στην Καστοριάς. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για το ύψος των φυτών κατά τη 1^η μέτρηση ήταν 31,45% (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Μέτρηση ύψους των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 1^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Ύψος (cm)
Σπάτα	107,3 a
Καστοριά	50,3 c
Μεσοποταμία	79,0 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	7,086
P	0,048
Τιμή LSD	8,364
CV %	31,45

2^η Μέτρηση

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 22 Απριλίου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση του ύψους των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του ύψους μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (143,0 cm) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Καστοριά (84,3 cm). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των τριών πληθυσμών. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι η διαφορά των υψών των τριών πληθυσμών και στις τρεις περιπτώσεις είναι μεγαλύτερη από την τιμή της ελάχιστης διαφοράς (LSD). Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για το ύψος των φυτών κατά τη 2^η μέτρηση ήταν 23,78% (Πίνακας 9).

3^η Μέτρηση

Η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 8 Μαΐου του 2019 όπου τα φυτά είχαν το μέγιστο ύψος. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση του ύψους των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές ύψους μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (210,0 cm) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (165,3 cm). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία (Πίνακας 10).

Πίνακας 9. Μέτρηση ύψους των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 2^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Ύψος (cm)
Σπάτα	143,0 a
Καστοριά	84,3 c
Μεσοποταμία	104,0 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	84,171
P	<0,001
Τιμή LSD	12,779
CV %	23,78

Πίνακας 10. Μέτρηση ύψους των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου κατά τη 3^η μέτρηση.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Ύψος (cm)
Σπάτα	210,0 a
Καστοριά	184,3 ab
Μεσοποταμία	165,3 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	9,406
P	0,031
Τιμή LSD	28,475
CV %	11,48

3.4. Νωπό βάρος

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 7 Μαΐου του 2019. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση του

νωπού βάρους των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του νωπού βάρους μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (12048,0 Kg/στρέμμα) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (9345,5 Kg/στρέμμα). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Μέτρηση νωπού βάρους των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Νωπό βάρος (Kg/στρέμμα)
Σπάτα	9345,5 b
Καστοριά	10898,5 ab
Μεσοποταμία	12048,0 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	7,253
P	0,047
Τιμή LSD	1977,37
CV %	12,37

3.5. Ξηρό βάρος

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών γαϊδουράγκαθου έδειξαν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του ξηρού βάρους μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1544,9 Kg/στρέμμα) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (1874,3 Kg/στρέμμα). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των πληθυσμών. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για το ξηρό βάρος των φυτών ήταν 9,89% (Πίνακας 12).

Πίνακας 12. Μέτρηση ξηρού βάρους των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Ξηρό βάρος (Kg/στρέμμα)
Σπάτα	1544,9 c
Καστοριά	1778,1 b

Μεσοποταμία	1874,3 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	8,681
P	0,035
Τιμή LSD	227,24
CV %	9,89

3.6. Βάρος 1000 σπόρων

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκε στα δεδομένα του βάρους των 1000 σπόρων των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του βάρους των 1000 σπόρων μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριάς (2,41 g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (2,16 g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά, αλλά και μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για το βάρος των 1000 σπόρων ήταν μόνο 3,47%.

3.7. Απόδοση σε σπόρο

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων της απόδοσης σε σπόρο της καλλιέργειας του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της απόδοσης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (189,51 kg/στρέμμα) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (158,98 kg/στρέμμα). Διαπιστώθηκαν στατιστικά μεγάλες διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά, Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και μεταξύ των πληθυσμών Μεσοποταμία και Καστοριά. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την απόδοση σε σπόρο ήταν 7,98%.

Πίνακας 13. Μέτρηση βάρους 1000 σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Σπάτα	2,16 b
Καστοριά	2,41 a
Μεσοποταμία	2,36 a

Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	22,500
P	0,007
Τιμή LSD	0,110
CV %	3,47

Πίνακας 14. Μέτρηση απόδοσης σε σπόρο των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Απόδοση σε σπόρο (kg/στρέμμα)
Σπάτα	158,98 c
Καστοριά	174,71 b
Μεσοποταμία	189,51 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	23,911
P	0,006
Τιμή LSD	12,262
CV %	7,98

3.8 Περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της περιεκτικότητας σε έλαιο μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριά (24,54 %) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (23,12 %). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Μεσοποταμία και Καστοριά (Πίνακας 15).

Πίνακας 15. Μέτρηση περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα σε έλαιο (%)
Σπάτα	24,30 a
Καστοριά	24,54 a

Μεσοποταμία	23,12 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	22,977
P	0,006
Τιμή LSD	0,622
CV %	3,08

3.9 Περιεκτικότητα του σπόρου σε σιλυμαρίνη

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας σε σιλυμαρίνη των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες από τις τιμές της περιεκτικότητας σε σιλυμαρίνη μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (4,74 %) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (3,04 %). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη ήταν 23,79%.

Πίνακας 16. Μέτρηση περιεκτικότητας σιλυμαρίνης των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη (%)
Σπάτα	4,74 a
Καστοριά	3,13 b
Μεσοποταμία	3,04 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	28,889
P	0,004
Τιμή LSD	0,701
CV %	23,79

3.10. Ποσότητα ταξιφολίνης

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για τη μέτρηση της ποσότητας ταξιφολίνης των σπόρων των φυτών γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών

πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της ταξιφολίνης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (5,02 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Καστοριά (3,46 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Καστοριά και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά (Πίνακας 17).

3.11. Περιεκτικότητα σιλυχριστίνης

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας της σιλυχριστίνης στους σπόρους του γαϊδουράγκαθου προκύπτει ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυχριστίνης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (9,02 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1,69 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την περιεκτικότητα σε σιλυχριστίνη ήταν 78,22% (Πίνακας 18).

Πίνακας 17. Μέτρηση ποσότητας ταξιφολίνης των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Ποσότητα ταξιφολίνης (mg/g)
Σπάτα	4,91 b
Καστοριά	3,46 a
Μεσοποταμία	5,02 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	41,580
P	0,002
Τιμή LSD	0,531
CV %	17,49

Πίνακας 18. Μέτρηση περιεκτικότητας σιλυχριστίνης των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα σιλυχριστίνης (mg/g)
Σπάτα	9,02 a
Καστοριά	2,72 b
Μεσοποταμία	1,69 b

Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	76,133
P	<0,001
Τιμή LSD	1,786
CV %	78,22

3.12. Περιεκτικότητα σιλυδιανίνης+ισοσιλυχριστίνης

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας σιλυδιανίνης+ισοσιλυχριστίνης των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές των συγκεκριμένων συστατικών της σιλυμαρίνης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (14,27 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (7,58 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Μεσοποταμία και Καστοριά (Πίνακας 19).

Πίνακας 19. Μέτρηση περιεκτικότητας σιλυδιανίνης+ισοσιλυχριστίνης των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα σιλυδιανίνης+ισοσιλυχριστίνης (mg/g)
Σπάτα	7,58 a
Καστοριά	13,35 b
Μεσοποταμία	14,27 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	21,368
P	0,007
Τιμή LSD	3,078
CV %	28,10

3.13. Περιεκτικότητα σιλυβίνη Α

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας της σιλυβίνης Α των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυβίνης Α μετρήθηκαν στον πληθυσμό

Σπάτα (7,10 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1,51 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά μεγάλες διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την περιεκτικότητα σε σιλυβίνη Α ήταν 96,32% (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Μέτρηση περιεκτικότητας σιλυβίνη Α των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα σιλυβίνη Α (mg/g)
Σπάτα	7,10 a
Καστοριά	1,51 b
Μεσοποταμία	0,82 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	96,661
P	<0,001
Τιμή LSD	1,376
CV %	96,32

3.14. Περιεκτικότητα σιλυβίνης Β

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας σιλυμπίνης Β των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυμπίνης Β μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (12,54 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (3,31 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Μεσοποταμία, αλλά και των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την περιεκτικότητα σε σιλυβίνη Β ήταν 83,13% (Πίνακας 21).

3.15. Περιεκτικότητα ισοσιλυβίνης Α

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας της ισοσιλυβίνης Α των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές του συγκεκριμένου συστατικού μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (4,44 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία

(3,90 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του πληθυσμού Σπάτα και των άλλων πληθυσμών (Πίνακας 22).

Πίνακας 21. Μέτρηση περιεκτικότητας σιλυβίνης B των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα σιλυβίνη B (mg/g)
Σπάτα	12,54 a
Καστοριά	3,31 b
Μεσοποταμία	2,19 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	90,348
P	<0,001
Τιμή LSD	2,345
CV %	83,13

Πίνακας 22. Μέτρηση περιεκτικότητας ισοσιλυβίνης A των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα ισοσιλυβίνη A (mg/g)
Σπάτα	4,44 b
Καστοριά	4,25 b
Μεσοποταμία	3,90 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	15,725
P	0,013
Τιμή LSD	0,269
CV %	6,61

3.16. Περιεκτικότητα ισοσιλυβίνης B

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση της περιεκτικότητας της ισοσιλυβίνης B στους σπόρους του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της ισοσιλυβίνης B μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριά (2,58 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (1,82 mg/g). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του πληθυσμού

Σπάτα και των άλλων πληθυσμών. Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την περιεκτικότητα σε ισοσιλβίνη Β ήταν 16,39% (Πίνακας 23).

Πίνακας 23. Μέτρηση περιεκτικότητας ισοσιλβίνης Β των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Περιεκτικότητα ισοσιλβίνη Β (mg/g)
Σπάτα	1,82 b
Καστοριά	2,58 a
Μεσοποταμία	2,48 a
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	36,032
P	0,003
Τιμή LSD	0,269
CV %	16,39

3.17. Παράμετρος L*

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για τη παράμετρο L* των σπόρων του γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία (Πίνακας 24).

Πίνακας 24. Μέτρηση παραμέτρου L* των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Παράμετρος L*
Σπάτα	30,79
Καστοριά	32,93
Μεσοποταμία	31,49
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	6,322
P	0,058
Τιμή LSD	-
CV %	3,81

3.18. Παράμετρος C*

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα της παραμέτρου C* των σπόρων γαϊδουράγκαθου φαίνεται ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία (Πίνακας 25).

3.19. Παράμετρος h°

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα για την μέτρηση του παράγοντα h° των σπόρων του γαϊδουράγκαθου δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών. Οι μεγαλύτερες τιμές της συγκεκριμένης παραμέτρου μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριά (79,66) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (75,50). Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών Σπάτα και Καστοριά, αλλά και των πληθυσμών Μεσοποταμία και Καστοριά (Πίνακας 26). Η σχετική τυπική απόκλιση (CV) για την συγκεκριμένη παράμετρο ήταν 2,80%.

Πίνακας 25. Μέτρηση παραμέτρου C* των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Παράμετρος C*
Σπάτα	7,62
Καστοριά	8,26
Μεσοποταμία	7,96
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	4,617
P	0,091
Τιμή LSD	-
CV %	6,58

Πίνακας 26. Μέτρηση παραμέτρου h° των σπόρων των φυτών των πληθυσμών Σπάτα, Καστοριά και Μεσοποταμία του γαϊδουράγκαθου.

Πληθυσμοί γαϊδουράγκαθου	Παράμετρος h°
Σπάτα	75,76 b
Καστοριά	79,66 a
Μεσοποταμία	75,50 b
Ανάλυση διασποράς	
Τιμές F	22,782
P	0,007
Τιμή LSD	1,917
CV %	2,80

Κεφάλαιο 4ο Συζήτηση

4.1. Ανάπτυξη των πληθυσμών και απόδοση σε σπόρο

Τα αποτελέσματα του πειράματος που αφορά την ανάπτυξη των τριών πληθυσμών έδειξαν ότι υπήρχαν γενικά μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Δεδομένα δείχνουν ότι ως προς το ύψος και τη διάμετρο της ροζέτας, ο πληθυσμός Σπάτα έχει μεγαλύτερες τιμές ενώ ο πληθυσμός Καστοριά παρουσιάζει μικρότερη ανάπτυξη. Στην πρώτη, βέβαια μέτρηση δεν υπάρχει μεγάλη απόκλιση στη διάμετρο της ροζέτας μεταξύ των πληθυσμών, καθώς, τα φυτά είναι σε πολύ αρχικό στάδιο ανάπτυξης. Ως προς το νωπό και ξηρό βάρος ο πληθυσμός Μεσοποταμία παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές, ενώ ο πληθυσμός Σπάτα, παρόλο που είχε μεγαλύτερη ανάπτυξη φαίνεται να παρουσιάζει μικρότερες τιμές. Ως προς το βάρος και την απόδοση των σπόρων ο πληθυσμός Καστοριά παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές παρόλο που η ανάπτυξή του ήταν μικρότερη και ο πληθυσμός Σπάτα μικρότερες τιμές ενώ είχε μεγαλύτερη ανάπτυξη. Η απόδοση σε σπόρο συνδέεται με τον αριθμός των κεφαλών ανά φυτό καθώς και από το μέγεθος της κεντρικής κεφαλής δεδομένου ότι στο φυτό του γαϊδουράγκαθου ένα από τα κύρια προβλήματα που παρατηρείται είναι ο μη συγχρονισμός της ωρίμανσης στις κεφαλές του ίδιου φυτού (Karkanis et al. 2011). Όπως αναφέρουν οι Gresta et al. (2007), αν περιοριστούν οι πλάγιοι βλαστοί, με ρύθμιση της πυκνότητας των φυτών είναι δυνατό να αυξηθεί η απόδοση σε σπόρο.

Όσον αφορά το ύψος της απόδοσης, οι μεγαλύτερες τιμές της απόδοσης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (189,51 kg/στρέμμα) που συλλέχθηκε από το νομό Φθιώτιδας και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (158,98 kg/στρέμμα) από το νομό Αττικής. Σύμφωνα με τους Carrier et al. (2003) στον Καναδά οι αποδόσεις σε σπόρο είναι 386-757 kg ha⁻¹ μικρότερες περίπου 25-50% της απόδοσης που παρατηρείται στην Ευρώπη και την Αφρική. Από το γεγονός αυτό καταλαβαίνουμε ότι η περιοχή καλλιέργειας και οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν την απόδοση σε σπόρο. Οι σημαντικές διαφορές στην απόδοση σε σχέση με τον Καναδά πιθανώς να οφείλονται εκτός από τις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες και στη διαφορετική αποδοτικότητα των γονοτύπων που μελετήθηκαν σε αυτή τη χώρα.

4.2. Περιεκτικότητα σε έλαιο και σε σιλυμαρίνη

Οι μεγαλύτερες τιμές της περιεκτικότητας σε έλαιο μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριά (24,54 %) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (23,12 %). Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο είναι οι αποστάσεις σποράς των φυτών. Στο πείραμα μας οι αποστάσεις των γραμμών σποράς 50 cm. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη, οι μεγαλύτερες από τις τιμές της περιεκτικότητας των σπόρων στη συγκεκριμένη φαρμακευτική ουσία μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (4,74 %) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (3,04 %). Η ποσότητα της σιλυμαρίνης στους σπόρους είναι συνήθως 1,0 – 3,0 %, αλλά μπορεί να ξεπερνά και το 8% της ξηράς ύλης (ποσοστά μικρότερα από αυτά που λήφθηκαν από το πείραμα στο Βελεστίνο). Τα διαφορετικά αυτά ποσοστά στην περιεκτικότητα, προκύπτουν λόγω διαφορετικών γονοτύπων (Andrzejewska et al. 2011, Shokrpour et al. 2008, Martin et al. 2006, Arampatzis et al. 2020). Οι διαφορετικές ποικιλίες, συνεπώς και οι διαφορετικοί γονότυποι ανάλογα την γεωγραφική θέση που καλλιεργούνται έχουν και διαφορές στη περιεκτικότητα της σιλυμαρίνης στους σπόρους. Οι Shokrpour et al. (2008) αναφέρουν ότι τέτοια διαφορά στη συγκέντρωση σιλυμαρίνης παρατηρείται σε ποικιλίες στη Νέα Ζηλανδία σε σύγκριση με αυτές στην Ευρώπη.

4.3. Συστατικά της σιλυμαρίνης

Στο πείραμα μας οι μεγαλύτερες τιμές της ταξιφολίνης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (5,02 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Καστοριά (3,46 mg/g). Οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυχριστίνης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (9,02 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1,69 mg/g). Οι μεγαλύτερες τιμές των συγκεκριμένων συστατικών της σιλυμαρίνης μετρήθηκαν στον πληθυσμό Μεσοποταμία (14,27 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (7,58 mg/g). Οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυβίνης Α μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (7,10 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (1,51 mg/g). Οι μεγαλύτερες τιμές της σιλυμπίνης Β μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (12,54 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (3,31 mg/g). Οι μεγαλύτερες τιμές του συγκεκριμένου συστατικού μετρήθηκαν στον πληθυσμό Σπάτα (4,44 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Μεσοποταμία (3,90 mg/g). Οι μεγαλύτερες τιμές της ισοσιλυβίνης Β μετρήθηκαν στον πληθυσμό Καστοριά (2,58 mg/g) και οι μικρότερες στον πληθυσμό Σπάτα (1,82 mg/g). Έτσι, διαπιστώνεται ότι διαφορετικοί γονότυποι παρουσιάζουν διαφορετικές περιεκτικότητες σε συστατικά της σιλυμαρίνης. Σε άλλη μελέτη οι Zheljzkon et al. (2006) διαπίστωσαν οι σπόροι του γαϊδουράγκαθου περιείχαν από 0,69 έως 0,99% silydianin και silycristin, 0,26 έως 0,36% taxifolin, 1,31 έως 1,78% silybin, και 0,27 έως 0,39% isosilybin. Σε πρόσφατη έρευνα οι Arampatzis et al. (2019) επίσης παρατήρησαν διαφορές μεταξύ 30 πληθυσμών γαϊδουράγκαθου κάτι που δείχνει ότι η σύσταση της σιλυμαρίνης είναι γενετικό χαρακτηριστικό και επηρεάζεται λιγότερο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Συμπεράσματα

Στην ανάπτυξη των φυτών τριών διαφορετικών πληθυσμών, από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, στην απόδοση σε σπόρο, στην περιεκτικότητά τους σε έλαιο και σιλυμαρίνη, αλλά και στα συστατικά της σιλυμαρίνης στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Βελεστίνο, Μαγνησίας, παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των τριών πληθυσμών, παρ' όλο που καλλιεργήθηκαν με στις ίδιες συνθήκες και εισροές. Ο πληθυσμός που φαίνεται να έχει καλύτερη προσαρμοστικότητα ως προς την ανάπτυξη είναι ο πληθυσμός Σπάτα, ως προς την απόδοση σε σπόρο ο πληθυσμός Μεσοποταμία και ως προς την περιεκτικότητα σε σιλυμαρίνη ο πληθυσμός Καστοριά.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Abdel-Moniem A., 2002. The seed-head weevil, *Larinus latus* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) as a new record in Egypt on the milk thistle, *Silybum marianum* (L.) (Asteraceae: Compositae). *Archive of Phytopathology and Plant Protection*, 35:157-160.
- Abenavoli L., Capasso R., Milic N., Capasso, F., 2010. Milk thistle in liver diseases: Past, present, future. *Phytotherapy Research*, 23:1423-1432.
- Andrzejewska J., Sadowska K., Mielcarek S., 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) on light soil in a moderate climate. *Industrial Crops and products.*, 33(2):462-468
- Bashi D.S., Dowom S.A., Bazzaz B.S.F., Khanzadeh F., Soheili V., Mohammadpour A., Evaluation, 2016. Prediction and optimization the ultrasound-assisted extraction method using response surface methodology: antioxidant and biological properties of *Stachys parviflora* L. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 19(5): 529–541.

- Bendicho C., Lavilla I., 2018. Reference section in Chemistry, Molecular, Science and Chemical Engineering. Eschweiler.
- Berner D.K., Paxson L.K., Bruckart W.L., Luster D.G, McMahon M., Michael J.L, 2002. First report of *Silybum marianum* as a host of *Puccinia punctiformis*. Plant Disease, 86(11):1271.
- Braun L., Cohen M., 2010. Herbs and natural supplements: an evidence-based guide. London. Churchill Livingstone.
- Carrier D.J., Crowe T., Sokhansanj S., Wahab J., Barl B., 2003. Milk thistle, *Silybum marianum* (L.) Gaertn., flower head development and associated marker compound profile. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 10:65-74.
- Chambersa C.S., Holečková V., Petrásková L., Biedermann D., Valentová K., Buchta M., Křen V., 2017. The silymarin composition... and why does it matter???. Food Research International, 100(Pt 3):339-353.
- Colombo M.L., Fernández A., Cimino C.V., Liggieri C., Bruno M., Faro C., P.C. Veríssimo, Vairo-Cavalli S., 2018. Miniature cheeses made with blends of chymosin and a vegetable rennet from flowers of *Silybum marianum*: Enzymatic characterization of the flower-coagulant peptidase. Food Chemistry, 266:223-231.
- Cullere M., Dalle Zotte A., Celia C., Renteria-Monterrubio A.L., Gerencsér Zs., Szendrő Zs, Kovács M., Kachlek M.L., Matics Zs., 2016. Effect of *Silybum marianum* herb on the productive performance, carcass traits and meat quality of growing rabbits. Livestock Science, 194:31-36.
- Curioni A., Carcía M., Alfonso W., Arizio O., 2002. Predicción de la cosecha de cardo mariano a través de las características externas que presentan los capítulos. I Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants, 1:257-261.
- Davis-Searles P.R., Nakanishi Y., Kim N.M., Graf T.N., Oberlies N.H., Wani M.C., Wall M.E., Agarwal R., Kroll D.J., 2005. Milk thistle and prostate cancer: differential effects of pure flavonolignans from *silybum marianum* on antiproliferative end points in human prostate carcinoma cells. Cancer Research, 65(10):4448-4457.
- Derosa G., D'Angelo A., Maffioli P., 2016. The role of a fixed *Berberis aristata/Silybum marianum* combination in the treatment of type 1 diabetes mellitus. Clinical Nutrition, 35:1091-1095.

- Fathi-Achachlouei B., Azadmard-Damirchi S., 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties grown in Iran. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86:643–649
- Flora K.M.D., Hahn M.M.D., Rosen H.M.D., Benner K.M.D., 1998. Milk thistle (*Silybum marianum*) for the therapy of liver disease. *American Journal of Gastroenterology*, February, 93:139-143.
- Fraschini F., Demartini G., Esposti D., 2002. Pharmacology of silymarin. *Clinical Drug Investigation*, 22(1):51-65.
- Gabay R., Plitmann U., Danin A., 1994. Factors affecting the dominance of *Silybum marianum* L. (Asteraceae) in its specific habitats. *Flora*, 189:201-206.
- Gažák R., Svobodová A., Psotová J., Sedmera P., Přikrylová V., Walterová D., Křen V., 2004. Oxidised derivatives of silybin and their antiradical and antioxidant activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 12(21):5677-5687.
- Ghavani A.R. and Ramin A.A., 2007. Grain yield and active substances of milk thistle as affected by soil salinity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39: 2608-2618.
- Ghosh, A., Ghosh T., Jain S., 2010. Silymarin - a review on the pharmacodynamics and bioavailability enhancement approaches. *Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 2(10):348-355.
- Gresta, F. Avola G., Guarnaccia P., 2007. Agronomic Characterization of Some Spontaneous Genotypes of Milk Thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) in Mediterranean Environment. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 12:51-60.
- Haban M., Otepka P., Kosiba L., Habanova V., 2009. Production and quality of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) cultivated in cultural conditions of warm agri-climatic macroregion. *Horticultural Science*, 2:25-30.
- Hadi H.S., Darzi M., Ashoorabadi S.E., 2008. Study of the effects of conventional and low input production systems on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. cultivating the future based on science. 2nd Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISO FAR.
- Hammouda F.M., Ismail S.I., Hassan N.M., Zaki A.K., Kamel A., Rimpler H., 1993. Evaluation of the silymarin content in *Silybum marianum* (L.) Gaertn. Cultivated under different agricultural conditions. *Phytotherapy Research*, 7:90-91.

- Hassaan M.S., Mohammady E.Y., Soaudy M.R., El-Garhy H.A.C., Moustafa M.M.A., Mohamed S.A., El-Haroun E.R., 2019. Effect of *Silybum marianum* seeds as a feed additive on growth performance, serum biochemical indices, antioxidant status, and gene expression of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture*, 509:178-187.
- Hunee S.H., Clemente R., Bernal M.P., 2019. Energy production potential of phytoremediation plant biomass: *Helianthus annuus* and *Silybum marianum*. *Industrial Crops and Products*, 135:206-216.
- Iosio T., Voinovic D., Perissutti B., Serdoz F., Hasa D., Granar I., Dall 'Acqua S., Zara G.P., Muntoni E., Pinto J.F., 2011. Oral bioavailability of silymarin phytocomplex formulated as self-emulsifying pellets. *Phytomedicine*, 18(6):505-512.
- Jia R., Cao L., Du J., Xu P., Jeney G., Yin G., 2013. The protective effect of silymarin on the carbon tetrachloride (CCl₄)-induced liver injury in common carp (*Cyprinus carpio*). *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Animal*, 49(3):155-161.
- Kamal B., Rahman P.A., Banhouou S., Rachid C., Zainab G., Faizam H., 2005. A Guide to Medicinal Plants in North Africa. Malaga: IUCN Centre of Mediterranean Cooperation, Malaga.
- Karkanis A., Bilalis D., Efthimiadou A., 2011. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops and Products*, 34(1):825-830.
- Kavallieratos N.G., Tomanović Z., Sarlis G.P., Vayias B.J., Zikić V., Emmanouel N.E., 2007. Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) on cultivated and self-sown plants in Greece. *Biology*, 62:335-344.
- Khan M.Z., Blackshaw R.E., Marwat K.B., 2009. Biology of milk thistle (*Silybum marianum*). *Weed Biology and Management*, 9(2):99-105.
- Kroll D.J., Shaw H.S., Oberlies N.H., 2007. Milk thistle nomenclature: Why it matters in cancer research and pharmacokinetic studies. *Integrative Cancer Therapies* 6(2):110-119.
- Li Y.J., Li Y.J., Yang L.D., Zhang K., Zheng K.Y., Wei X.M., Yang Q., Niu W.M., Zhao M.G., Wu Y.M., 2018. Silibinin exerts antidepressant effects by improving neurogenesis through BDNF/TrkB pathway. *Behavioural Brain Research*, 348:184-191.

- Maghrani M., Zeggwagh N.A., Lemhadri A., Amraoui M.E., Michel J.B., Eddouks M., 2004. Study of the hypoglycaemic activity of *Fraxinus excelsior* and *Silybum marianum* in an animal model of type 1 diabetes mellitus. *Journal of Ethnopharmacology*, 91:309-316.
- Malekzadeh M., Mirmazloum S.I., Mortazavi S.N., Panahi M., Angorani H.R., 2011. Physicochemical properties and oil constituents of milk thistle (*Silybum marianum* Gaertn. cv. Budakalászi) under drought stress. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(13):2886-2889.
- Martin R.J., Lauren D.R., Smith W.A., Jensen D.J., Deo B., Douglas J.A., 2006. Factors influencing silymarin content and composition in variegated thistle (*Silybum marianum*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(3)239-245.
- Negi A.S., Kumar J.K., Luqman S., Shanker K., Gupta M.M., Khanuja S.P.S., 2007. Recent advance in plant hepatoprotective: a chemical and biological profile of some important leads. *Medical Research Reviews*, 28:746-772.
- Nencini C., Giorgi G., Micheli L., 2007. Protective effect of silymarin on oxidative stress in rat brain. *Phytomedicine*, 14(2-3):129-135.
- Omer E.A., Refaat A.M., Ahmed S.S., Kamel A., Hammouda F.M., 1993. Effect of spacing and fertilization on the yield and active constituents of milk thistle, *silybum marianum*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1:17-23.
- Omidbaigi R., Nobakht A., 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of milk thistle (*Silybum marianum*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4:1345-1349.
- Petrásková L., Káňová K., Biedermann D., Křen V., Valentová K., 2020. Simple and rapid HPLC separation and quantification of flavonoid, flavonolignans, and 2,3-dehydroflavonolignans in silymarin. *Foods*, 9(2):116.
- Plíšková M., Vondráček J., Křen V., Gažák R., Sedmera P., Walterová D., Psotová J., Šimánek V., Machala M., 2005. Effects of silymarin flavonolignans and synthetic silybin derivatives on estrogen and aryl hydrocarbon receptor activation. *Toxicology*, 215(1-2):80-89.
- Rainone F., 2005. Milk thistle. *American Family Physician*, 72(7):1285-1288.
- Ram G., Bhan M.K., Gupta K.K., Thaker B., Jamwal U., Pal S., 2005. Variability pattern and correlation studies in *Silybum marianum* Gaertn. *Fitoterapia*, 76(2)143-147.

- Raymond G. McGuire, 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27(12): 1254–1255.
- Rezwani A., 2008. A new species, and a new record of a subspecies belonging to the genus *Dysaphis* (Homoptera: Aphididae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*. 27:23-26.
- Růžicková G., Fojtová J., Součková M., 2011. The yield and quality of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) seed oil from the perspective of environment and genotype-a pilot study. *Acta Fytotech Zootech* 14(1):9-12.
- Sacristan S., Fraile A., Garcia-Arenal F., 2004. Population dynamics of cucumber mosaic virus in melon crops and in weeds in central Spain. *Phytopathology*, 94(9):992-998.
- Sánchez-Sampedro M.A., Fernández-Tárrago J., Corchete P., 2009. Elicitation of silymarin in cell cultures of *Silybum marianum*: effect of subculture and repeated addition of methyl jasmonate. *Biotechnology Letters*, 31(10):1633-1637.
- Santos V.S., Petersa B., Côco L.Z., Alves G.M., Assis A.L.E.M., Nogueira B.V., Meyrelles S.S., Porto M.L., Vasqueza E.C., Campagnaro B.P., Pereira T.M.C., 2019. Silymarin protects against radiocontrast-induced nephropathy in mice. *Life Sciences*, 228:305-315.
- Shah M., Nawaz S., Jan H., Uddin N., Ali N., Anjum S., Giglioli-Guivarc N., Hanog C., Abbasi B.H. 2020. Synthesis of bio-mediated silver nanoparticles from *Silybum marianum* and their biological and clinical activities. *Materials Science and Engineering: C*, 112:110889
- Shokrpour M., Mohammadi S.A., Moghaddam M., Ziai S.A., Javanshir A., 2008. Variation in flavonolignan concentration of milk thistle (*Silybum marianum*) fruits grown in Iran. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 13:55-69.
- Soltani N., Tavakkoli N., Kashani M.K., Mosavizadeh A., Oguzie E.E., Jalali M.R., 2014. *Silybum marianum* extract as a natural source inhibitor for 304 stainless steel corrosion in 1.0 M HCl. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20:3217-3227.
- Souissi T., Berner D.K., Smallwood E.L., 2005. First report of smut caused by *Microbotryum silybum* on inovy thistle. *Plant Disease*, 89(11):1242
- Svobodová A., Gabrielová E., Ulrichová J., Zálešák B., Biedermann D., Vostálová J., 2019. A pilot study of the UVA-photoprotective potential of dehydrosilybin,

- isosilybin, silychristin, and silydianin on human dermal fibroblasts. *Archives of Dermatological Research*, 311:477–490.
- Takase M., Feng W., Wang W., Guc X., Zhu Y., Lic T., Yang L., Wua X., 2014. *Silybum marianum* oil as a new potential non-edible feedstock for biodiesel: A comparison of its production using conventional and ultrasonic assisted method. *Elsevier logo*, 123:19-26.
- Toklu H.Z., Tunalı-Akbay T., Erkanlı G., Yüksel M., Ercan F., Şener G., 2008. Silymarin, the Antioxidant Component of *Silybum marianum*, Prevents Sepsis-Induced Acute Lung and Brain Injury. *Journal of Surgical Research*, April, 145(2):214-222.
- Vaknin Y., Hadas R., Schafferman D., Murkhovsky L., Bashan N. 2008. The potential of milk thistle (*Silybum marianum* L.), an Israeli native, as a source of edible sprouts rich in antioxidants. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59:339-346.
- Vilahur G., Casanía L., Peña E., Crespo J., Juan-Babot O., Ben-Aicha S., Mendieta G., Béjar M.T., Borrell M., Badimon L., 2018. *Silybum marianum* provides cardioprotection and limits adverse remodeling post-myocardial infarction by mitigating oxidative stress and reactive fibrosis. *International Journal of Cardiology*, 270:28-35
- Vostálová J., Tinková E., Biedermann D., Kosina P., Ulrichová J., and Svobodová R.A., 2019. Skin protective activity of silymarin and its flavonolignans. *Molecules*, 24(6): 1022
- Wichtl M., 2004. *Herbal drugs and phytopharmaceuticals: medpharm Scientific Publishers.*
- Wu J.W., Lin L.C., Tsai T.H., 2009. Drug-drug interactions of silymarin on the perspective of pharmacokinetics. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(2):185-193.
- Xiao P., Ji H., Ye Y., Zhang B., Chen Y., Tian J., Du Z., 2017. Dietary silymarin supplementation promotes growth performance and improves lipid metabolism and health status in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fed diets with elevated lipid levels. *Fish Physiology and Biochemistry*, 43(1):245-263.
- Young J.A., Evans R.A., Hawkes R.B., 1978. Milk thistle (*Silybum marianum*) seed germination. *Weed Science*, 26:395-398.

- Yu X., Gouyo T., Grimi N., Bals O., Vorobiev E., 2016. Ultrasound enhanced aqueous extraction from rapeseed green biomass for polyphenol and protein valorization. *Comptes Rendus Chimie*, 19:766-777.
- Yun D.G., Lee D.G., 2017. Silymarin exerts antifungal effects via membrane-targeted mode of action by increasing permeability and inducing oxidative stress. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1859:467-474.
- Zheljazkov V.D., Zhalnov I., Nedkov N.K. 2006. Herbicides for weed control in blessed thistle (*Silybum marianum*). *Weed Technology*, 20:1030-1034.
- Zheljazkov V.D., Zhalnov I., Nedkov N.K., 2006. Herbicides for weed control in blessed thistle (*Silybum marianum*). *Weed Technology*, 20:1030-1034.
- Zhu S.Y., Jiang N., Tu J., Yang J, Zhou Y., 2017. Antioxidant and anti-aging activities of silybum marianum protein hydrolysate in mice treated with D-galactose. *Biomedical and Environmental Sciences*, 30:623-631.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αραμπατζής Δ., 2020. Περιεκτικότητα ελληνικών πληθυσμών του είδους *Silybum marianum* (L.) Gaertn. σε σιλυμαρίνη και στα βιοδραστικά της συστατικά και μελέτη της επίδρασης καλλιεργητικών τεχνικών (πυκνότητα σποράς και εφαρμογή του ρυθμιστή ανάπτυξης meriquat chloride) στην αύξηση, στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση της καλλιέργειας. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Βασιλάκογλου Ιωάννης Κ.Δ., 2017. Ζιζάνια. Σύγχρονος οδηγός Αναγνώρισης και Αντιμετώπισης. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- Κατσιώτης Θ.Σ, Χατζοπούλου Σ.Π., 2019. Αρωματικά - φαρμακευτικά φυτά και Αιθέρια έλαια. 4η επιμ. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Κυριακίδη. Σελίδες 656.
- Λόλας Π.Χ., 2014. Ζιζάνια. Αναγνώριση, Μορφολογία, Βιολογία, Κατάταξη, Ζημιές, Ωφέλειες, Διαχείριση. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

