



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ  
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

«ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ  
ΦΥΤΟΥ *CROCUS SATIVUS* L. ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ  
ΚΟΖΑΝΗΣ»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας της

Σχολής Γεωπονικών Επιστημών

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος  
Ειδίκευσης στην «Παραγωγή, πιστοποίηση και διακίνηση φυτικού  
πολλαπλασιαστικού υλικού» από την

Παναπακίδου Άννα Α.Μ. : 16036-11

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Λαζαρίδου Θεανώ

ΦΛΩΡΙΝΑ 2024

## **Δήλωση Αυθεντικότητας Copyright**

Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Υπογραφή

Παναπακίδου Άννα

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την ΕΕ του Τμήματος Γεωπονίας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τον νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Παραγωγή, πιστοποίηση και διακίνηση φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού».

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Λαζαρίδου Θεανώ (Επιβλέπων)
- Παπαπαναγιώτου Αριστείδης (Μέλος)
- Παπαθανασίου Φωκίων (Μέλος)

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής, από το Τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην επιβλέπουσα καθηγήτρια, κ. Λαζαρίδου Θεανώ, για την συνεχή καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Η στήριξή της ήταν συνεχής τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος όσο και κατά την συγγραφή της εργασίας. Μου παρείχε χρήσιμες συμβουλές και πολύτιμες γνώσεις σε όλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισα αυτό το χρονικό διάστημα.

Θα ήθελα ακόμη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες, στον υποψήφιο διδάκτορα Κωνσταντίνο Βογδόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές Παπαθανασίου Φωκίων και Παπαπαναγιώτου Αριστείδη για τη συμμετοχή τους στην 3μελή επιτροπή αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Τέλος, ένα πολύ μεγάλο και θερμό ευχαριστώ θα ήθελα να απευθύνω προς την οικογένειά μου και όλους τους κοντινούς μου ανθρώπους για την υποστήριξη, την αγάπη και την συμπαράστασή τους.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	14
1.1 Είδη του Γένους <i>Crocus</i> που Ευδοκούν στην Ελλάδα .....	14
1.2 Ιστορία του Φυτού.....	21
1.3 Γενετική προέλευση του <i>Crocus sativus</i> L. ....	23
1.4 Εκτεταμένη ανάλυση της γενετικής βάσης του γενετικού υλικού του <i>Crocus sativus</i> L. ....	24
1.5 Μορφολογικοί Δείκτες.....	26
1.6 Βοτανική Ταξινόμηση.....	31
1.7 Η Επίδραση του Κλίματος στην Ανάπτυξη του Κρόκου .....	31
1.8 Επίδραση της Ημερομηνίας Σποράς της Πυκνότητας Φύτευσης και της Ποιότητας του Βολβού στην Απόδοση της Καλλιέργειας.....	33
1.9 Ο Ετήσιος Κύκλος του Φυτού.....	34
1.10 Κυτταρομετρητής ροής.....	35
1.11 Ασθένειες της Καλλιέργειας του Κρόκου .....	36
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	40
2.1 Προέλευση φυτικού υλικού.....	40
2.2 Εγκατάσταση πειράματος .....	40
2.3 Θερμοκρασία και υετός στην περιοχή της Κοζάνης .....	44
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	46
3.1 Μορφολογική περιγραφή των φυτών του <i>Crocus sativus</i> L. στην περιοχή του Κρόκου.....	46
3.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα φυτικών οργάνων στην περιοχή του Κρόκου. .	55
3.3 Στατιστική ανάλυση των σημαντικότερων αγρονομικών χαρακτηριστικών του <i>C. sativus</i> L. ....	58

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	59
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	67
<b>Ελληνική βιβλιογραφία.....</b>	<b>67</b>
<b>Αγγλική Βιβλιογραφία.....</b>	<b>67</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κρόκος γνωστός και με τις ονομασίες ζαφορά και σαφράνι είναι φυτό από το οποίο παράγεται ένα από τα πιο ακριβά μπαχαρικά που υπάρχουν στον κόσμο. Το σαφράν(ι) προέρχεται από τον ύπερο του άνθους, η επιστημονική ονομασία του οποίου είναι Κρόκος ο ήμερος (*Crocus sativus* L.) το οποίο ανήκει στην οικογένεια των Ιριδοειδών (Iridaceae). Το φυτό είναι τριπλοειδές και ως εκ του τούτου στείρο και ο μόνος τρόπος για την αναπαραγωγή του είναι μέσω της διάσπασης και σποράς των βολβοκονδύλων (συν. κόρμων) του. Το άνθος του φυτού αποτελείται από έξι μωβ πέταλα. Ο στύλος καταλήγει σε ένα μοναδικό στίγμα τριών νημάτων έντονου κόκκινου χρώματος, που αποτελούν το οικονομικό και εμπορικό προϊόν για τον άνθρωπο. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη των μορφολογικών και ανατομικών χαρακτηριστικών του ενδημικού είδους *Crocus sativus* και η διερεύνηση ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ του βάρους του κόρμου και μορφολογικών χαρακτηριστικών του άνθους του ενδημικού είδους *Crocus sativus* L. Προς το σκοπό αυτό σε ένα μεγάλο δείγμα φυτών μελετήθηκε η διαδικασία βλάστησης του βολβού και η ανάπτυξη του φυτού και η μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών του κρόκου στην περιοχή της Κοζάνης. Αρχικά ζυγίστηκαν οι κόρμοι πριν την εγκατάστασή τους στον αγρό και εν συνεχεία τα φυτά που προέκυψαν εξετάστηκαν ανατομικά, αλλά και μορφολογικά. Επιπλέον τα φυτά παρακολουθούνταν καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης αλλά και της αναπαραγωγικής φάσης του βιολογικού τους κύκλου. Συγκεκριμένα πάρθηκαν διάφορες παρατηρήσεις για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών, και στα φυτά αυτά συνελέγησαν τα άνθη στα οποία μετρήθηκε ο αριθμός των πετάλων, ο αριθμός των στιγμάτων, το μήκος στίγματος και το πάχος του νήματος στην κεφαλή των στίγματος. Βρέθηκε ότι από τα 200 φυτά που μετρήθηκαν μόνο το 49,0% των φυτών άνθισαν. Από τους 98 κόρμους που άνθισαν, το 87% έφερε 1 μόνο άνθος, το 11% έφερε 2 άνθη και το 2% 3 άνθη. Όλα τα φυτά έφεραν άνθη με 6 πέταλα, 3 στήμονες και 3 στίγματα. Ως προς τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν (μήκος πετάλων, μήκος στημόνων, μήκος στίγματος) παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα. Το μήκος των πετάλων κυμάνθηκε από 3 έως 6,0 cm. Το μήκος των στημόνων κυμάνθηκε από 1,5 έως 3,7cm. Το μήκος του στίγματος κυμάνθηκε από 2,4 έως 5,4 cm. Το πάχος του στίγματος κυμάνθηκε από 1-4 mm. Όσον αφορά το βάρος του κόρμου, αυτό κυμάνθηκε από 4 έως 26 γραμμάρια. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα φυτά που δεν

άνθισαν προέκυψαν κατά κύριο λόγο από μικρούς κόρμους βάρους έως 10 gr. Επίσης 57 φυτά από τα 98 είχαν προκύψει από κόρμους με βάρος μεγαλύτερο των 15 γραμμαρίων. Βρέθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ του βάρους του κόρμου και του μήκους και πάχους των στίγματων. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από τον συντελεστή συσχέτισης που υπολογίστηκε. Τέλος δεν παρατηρήθηκε κάποιο άνθος με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

**Λέξεις κλειδιά:** κρόκος, κόρμοι, στίγματα, μορφολογικά χαρακτηριστικά.



## ABSTRACT

Crocus, also known as saffron and zafora, is a plant from which one of the most expensive spices in the world is produced. Saffron comes from the pistil of the crocus plant, whose scientific name is *Crocus sativus L.*, which belongs to the Iridaceae family. The plant is triploid and inherently sterile and the only way to reproduce it is through the division and seeding of its corms. The flower of the plant consists of six purple petals. The pole ends in a unique stigma of three threads of bright red color, which constitute the economic and commercial product for man. The purpose of this work was to study the morphological and anatomical characteristics of the endemic species *Crocus sativus* and to investigate the existence of a correlation between the weight of the trunk and morphological characteristics of the flower of the endemic species *Crocus sativus L.* To this end, in a large sample of plants, the germination process of the bulb and the growth of the plant and the study of the morphological characteristics of the saffron were studied in the area of Kozani. Initially, the trunks were weighed before their installation in the field and then the resulting plants were examined anatomically, as well as morphologically. In addition, the plants were monitored throughout the growth and reproductive phase of their biological cycle. In particular, various observations were made on the morphological characteristics of the plants, and in these plants the flowers were collected in which the number of petals, the number of stigmas, the length of the stigma and the thickness of the thread at the head of the stigmas were measured. It was found that out of 200 plants measured only 49.0% of the plants flowered. Of the 98 stems that flowered, 87% bore 1 single flower, 11% bore 2 flowers, and 2% bore 3 flowers. All plants bore flowers with 6 petals, 3 stamens and 3 stigmas. As for the rest of the measured characteristics (petal length, stamen length, stigma length) great variability was observed. Petal length ranged from 3 to 6.0 cm. The length of the stamens varied from 1.5 to 3.7 cm. Stigma length ranged from 2.4 to 5.4 cm. Stigma thickness ranged from 1-4 mm. As for the trunk weight, it ranged from 4 to 26 grams. It should be noted that the plants that did not flower arose mainly from small trunks weighing up to 10 g. Also 57 plants out of 98 had emerged from trunks weighing more than 15 grams. It was found that there is no statistically significant correlation between trunk weight and stigma length and thickness. This was also confirmed by the correlation coefficient calculated. Finally, no flower with different characteristics was observed.

**Keywords :** crocus, corms, stigma, morphological characteristics.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Shosteck (1974), το φυτικό βασίλειο αποτελείται από τουλάχιστον 350.000 μεμονωμένα είδη. Από αυτά, υπολογίζεται ότι περίπου 18.000 είδη ταξινομούνται ως αρωματικά φυτά, φυτά τα οποία σύμφωνα με τον Callery (1994) διαθέτουν αρωματικές ιδιότητες. Από την άλλη πλευρά, οι Kowalchik και Hylton (1987) υπολογίζουν ότι περίπου 60.000 είδη φυτών ταξινομούνται ως φαρμακευτικά φυτά λόγω των ισχυρών δραστικών ενώσεων τους. Ωστόσο, πολλά φυτά παρουσιάζουν τόσο αρωματικές όσο και φαρμακευτικές ιδιότητες, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να ξεχωρίσουμε σε ποια από τις δυο κατηγορίες ανήκουν (FAOSTAT 1999). Τα φυτά που θεωρούνται αρωματικά παράγουν αρωματικές ουσίες λόγω των πτητικών τους ενώσεων, ενώ τα φαρμακευτικά φυτά παράγουν δραστικές ενώσεις που μπορούν να ανακουφίσουν, να δράσουν προληπτικά ή να θεραπεύσουν ασθένειες. Ο όρος A/P φυτά χρησιμοποιείται για να περιγράψει φυτά που διαθέτουν τόσο αρωματικές όσο και φαρμακευτικές ιδιότητες και δεν ταξινομούνται ως ξεχωριστές κατηγορίες.

Την τελευταία δεκαετία, η κατανάλωση A/F στη Δυτική Ευρώπη έχει διπλασιαστεί. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην αυξανόμενη σημασία που δίνουν οι άνθρωποι στην υγιεινή διατροφή, στη χρήση φυσικών θεραπειών που προέρχονται από φυτικές ουσίες για ιατρικούς σκοπούς, στην ενσωμάτωση φυτικών συστατικών σε καλλυντικά προϊόντα και στην ανακάλυψη πολυάριθμων νέων ουσιών και εφαρμογών μετά από εκτεταμένη έρευνα σε πολλά φυτά. Επιπλέον οι Παπαγεωργίου και Καλδής (1995) αποκάλυψαν ότι τα χημικά συντιθέμενα εναλλακτικά των αιθέριων ελαίων συχνά δεν έχουν τις ίδιες θεραπευτικές, ή αρωματικές ιδιότητες με τα φυσικά αιθέρια έλαια από αρωματικά φυτά. Οι μονάδες A/F περιλαμβάνουν φαρμακευτικές και παραφαρμακευτικές εταιρείες, εταιρείες τροφίμων και, τέλος, εταιρείες καλλυντικών. Ο Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών περιέχει μια ολοκληρωμένη λίστα από φυτά που χρησιμοποιούνται συχνά στην προετοιμασία των τροφίμων ως καρυκεύματα. Αυτά προέρχονται από μια μεγάλη ποικιλία αρωματικών φυτικών προϊόντων και προστίθενται για να ενισχύσουν τη γεύση και τις αισθητηριακές ιδιότητες των τροφίμων. Πιπέρι, κανέλα, ρίγανη, γαρύφαλλο, βανίλια, κάρυ, σαφράν, μοσχοκάρυδο, μπαχάρι, τσίλι, κάρδαμο, κόλιανδρος, κύμινο και δάφνη είναι μερικά από τα πιο γνωστά μπαχαρικά. Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλά από τα αρωματικά φυτά που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή φαγητού θεωρούνται και μπαχαρικά.

Η ελληνική γλωρίδα αποτελείται από περισσότερα από 6.000 είδη ανώτερων φυτών, με 500-600 περίπου να χαρακτηρίζονται ως φαρμακευτικά-αρωματικά φυτά που ανήκουν σε διάφορες οικογένειες (Σκουμπής 1998). Η επιστημονική μελέτη των φυτών άρχισε να ανθίζει με τη συμβολή του Σουηδού φυσιολόγου Charles Linnaeus, ο οποίος είναι ευρέως αναγνωρισμένος ως ο ιδρυτής της συστηματικής βοτανικής.

Ένα από τα πιο διάσημα καλλιεργούμενα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά στην Ελλάδα, το φυτό σαφράν, ονομάστηκε *Crocus sativus* από τον Linnaeus το 1762. Ο κρόκος είναι μέλος της οικογένειας Iridaceae και αναφέρεται σε έργα λογοτεχνίας και θρησκείας από την αρχαιότητα. Μεταξύ άλλων αναφέρεται από τον Όμηρο, τον Σοφοκλή, τον Θεόφραστο, τον Αισχύλο, τον Πίνδαρο, τον Ησίοδο και τον Αριστοφάνη, και ως μύρο και ως άνθος στην Παλαιά Διαθήκη.

Ο όρος «σαφράν» χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα, ακόμη και στο έργο του Ιπποκράτη, του Ασκληπιού και άλλων αρχαίων γιατρών και αναφέρεται σε φαρμακευτικά βότανα και θεραπευτικά φυτά. Αναφορές στη χρήση του μπορούν επίσης να βρεθούν σε κείμενα Ρωμαίων συγγραφέων όπως οι Plinius, Largus και Celsus, οι οποίοι σημείωσαν τη χρήση του σε τρόφιμα, αρώματα και ως βαφή (Gresta et al. 2008). Παρά το γεγονός ότι το σαφράν είναι γνωστό σε άλλους αρχαίους πολιτισμούς, συμπεριλαμβανομένων των Αιγυπτίων και των Ρωμαίων, το σαφράν έχει διατηρήσει την ελληνική του προέλευση καθώς η ετυμολογία του προέρχεται από την ελληνική λέξη «Κρόκι», που αναφέρεται στο νήμα που υφαίνεται στο στημόνι με τη σαΐτα. Το φυτό είναι ακόμα και σήμερα γνωστό στη βοτανική ορολογία ως *Crocus*, ενώ το προϊόν του, αναφέρεται στην παγκόσμια αγορά με διάφορα ονόματα όπως Safran, Saffron, ή Zafferano. Η ίδια η λέξη "σαφράν" προέρχεται από τον γαλλικό όρο "safran", ο οποίος έχει τις ρίζες του στη λατινική λέξη "safranum". Ο όρος σαφράν πιθανόν όμως να προέρχεται από την αραβική λέξη asfar, που σημαίνει κίτρινο (Kumar et al. 2009). Αυτό το όνομα, σαφράν, έχει υιοθετηθεί από σχεδόν όλες τις ευρωπαϊκές αλλά και πολλές μη ευρωπαϊκές γλώσσες (Kumar et al. 2009).

Η ακριβής προέλευση του *Crocus sativus* L. δεν είναι απολύτως σαφής, με διάφορες θεωρίες να διατυπώνονται από ερευνητές. Ο Vavilov (1951) προτείνει ότι η Μέση Ανατολή είναι η πιθανή γενέτειρα του φυτού, ενώ άλλοι προτείνουν τη Μικρά Ασία ή τα νοτιοδυτικά ελληνικά νησιά ως πιθανές περιοχές προέλευσης του (Tammaro 1990). Ο κρόκος έχει ανακαλυφθεί σε αρχαιολογικές μελέτες που έγιναν στην Κρήτη,

τις Κυκλάδες και την ηπειρωτική Ελλάδα. Κατά τη Μινωική εποχή, οι τοιχογραφίες έχουν απεικονίσει νεαρές γυναίκες να φορούν φυτικά λουλούδια στις φούστες και τις ζώνες τους, καθώς και σε μικρά αγάλματα και άλλα αντικείμενα που βρέθηκαν (Chirassi 1968). Πρόσθετες έρευνες δείχνουν ότι η Θήρα, η σημερινή Σαντορίνη, είναι η κύρια προέλευση του κρόκου (Douskos 1980, Marinatos 1984, Amogues 1988, Wugent 2009). Εικάζεται, ότι ο κρόκος καλλιεργήθηκε αρχικά κατά τη Μεσομινωική περίοδο στην Ελλάδα και στη συνέχεια μεταφέρθηκε σε άλλες περιοχές όπως η Μέση Ανατολή, η Περσία, η Ινδία και η Κίνα. Τοιχογραφίες του 17ου αιώνα παρέχουν στοιχεία για την ύπαρξη λουλουδιών σαφράν στη Συρία-Παλαιστίνη, υποδηλώνοντας ότι η Ανατολή μπορεί να είναι ο τόπος προέλευσής του (Niemeier and Niemeier 2000). Σύμφωνα με την άποψη αυτή η καλλιέργεια του κρόκου εισήχθη από τους Άραβες και στη συνέχεια εξαπλώθηκε σε άλλες χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ισπανίας. Το όνομα "Saffron" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Gerarde το 1597 όταν δημοσίευσε την πρώτη του έκδοση του "The Herbalor General Histories of Plants". Το έργο του Gerarde περιγράφει τόσο το καλλιεργούμενο σαφράν *C. sativus* όσο και άλλα άγρια είδη όπως το *C. flavus*, το *C. versicolor* και το *C. nudiflorum*. Η σύγχρονη ιστορία της καλλιέργειας του κρόκου ην Ελλάδα ανάγεται στον 17ο αιώνα, όταν Κοζανίτες έμποροι τον απέκτησαν από την Αυστρία και άρχισαν να τον καλλιεργούν στην περιοχή της Κοζάνης. Έκτοτε καλλιεργείται συνεχώς στα εύφορα εδάφη της Δυτικής Μακεδονίας, περιοχή της οποίας το κλίμα είναι ιδιαίτερα ευνοϊκό για την ανάπτυξη αυτής της καλλιέργειας. Ο κρόκος σε αυτή την περιοχή αρχίζει να ανθίζει στα μέσα Οκτωβρίου και συνεχίζει για περίπου είκοσι ημέρες. Η τριπλοειδής φύση του φυτού, που φέρει 24 χρωμοσώματα, είναι ο κύριος λόγος για τη στειρότητά του, καθώς τα χρωμοσώματα δεν μπορούν να ζευγαρώσουν κατά τη διάρκεια της μείωσης, καθιστώντας έτσι το φυτό ανίκανο να παράγει σπόρους. Το άνθος του φυτού αποτελείται από έξι μωβ πέταλα μήκους 4-5 cm και πλάτους 1-1,5 cm, με στενή, τρίλοβη ωοθήκη. Το στίγμα του λουλουδιού, που έχει εμπορική σημασία, αποτελείται από τρεις φωτεινές κόκκινες κλωστές και είναι μοναδικό στη δομή του και στο κέντρο του λουλουδιού, υπάρχουν τρεις κίτρινοι στήμονες.

Το γεγονός ότι ορισμένα φυτά εμφανίζουν κατά καιρούς ποικιλομορφία όσον αφορά τη μορφολογία του άνθους, πυροδότησε ελπίδες για πιθανή βελτίωση. Αυτά τα άνθη είναι μεγαλύτερα και έχουν περισσότερα πέταλα, καθώς και περισσότερα στίγματα

που είναι το μέρος του φυτού με εμπορική αξία. Το εμπόριο του κρόκου δίνει μεγάλη σημασία στα μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως το μήκος και το πάχος των νημάτων, καθώς και η παρουσία διπλών στιγμάτων (Μητσοπούλου και Τσιμίδου 2004). Σε διάφορες χώρες όπου καλλιεργείται το φυτό, έχει αναφερθεί σημαντικός πολυμορφισμός όσον αφορά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά (Nemati et al. 2014). Στην Κοζάνη όπου καλλιεργείται ο Κρόκος έχουν επίσης παρατηρηθεί διαφοροποιήσεις όσον αφορά τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά του φυτού, μεταξύ των οποίων διαφορές στο μήκος των φύλλων, το πάχος, την προσαρμοστικότητα, την αναπαραγωγή και την επαγωγή των ανθέων, που επηρεάζουν τον ρυθμό ανθοφορίας του φυτού.

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν η αξιολόγηση του υπάρχοντος γενετικού υλικού του κρόκου, στην περιοχή της Κοζάνης με τη βοήθεια μορφολογικών και ανατομικών χαρακτηριστικών και η διερεύνηση ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ του βάρους του κόρμου και μορφολογικών χαρακτηριστικών του άνθους του ενδημικού είδους *Crocus sativus* L.

## 1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 1.1 Είδη του Γένους *Crocus* που Ευδοκούν στην Ελλάδα

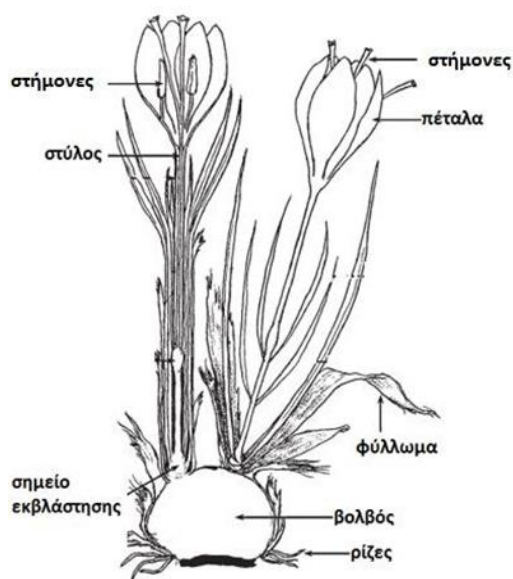
Η καλλιέργεια και η οικονομική δυνατότητα του αρωματικού φαρμακευτικού φυτού, του κρόκου, έχει προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον στην Ελλάδα. Ο *Crocus sativus*, που συνήθως αναφέρεται ως σαφράν, καλλιεργείται στη Δυτική Μακεδονία σε τρία συγκεκριμένα χωριά: τον Κρόκο, την Άνω Κώμη και την Καρυδίτσα. Το φυτό είναι γνωστό και με άλλα ονόματα. Η διεθνής ονομασία του είναι Greek Red Saffron, και αναγνωρίζεται ως τέτοιο από το Διεθνές Πρότυπο ISO 3632-1:1993.

Υπάρχουν περισσότερα από 85 στελέχη αυτού του γένους που έχουν εντοπιστεί στη Δυτική Ασία και τη Μεσόγειο. Αυτά τα φυτά είναι συνήθως κατάλληλα για περιοχές που χαρακτηρίζονται από κρύους χειμώνες και ζεστά, άνυδρα καλοκαίρια. Ως επί το πλείστον το φυτό θεωρείται ότι δεν έχει συγκεκριμένες ανάγκες ή απαιτήσεις.

Ο κρόκος, (*Crocus sativus*), είναι ένα φυτό γνωστό για τις θεραπευτικές, αρωματικές και φαρμακευτικές του ιδιότητες (Saxena 2010). Το σαφράν έχει τονωτικές και θεραπευτικές ιδιότητες που το καθιστούν χρήσιμο για ιατρικούς σκοπούς (Bhargava 2011). Επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι ουσίες που υπάρχουν στον κρόκο έχουν αντιοξειδωτικές και αντιθρομβωτικές ιδιότητες, καθώς και την ικανότητα να εμποδίζουν την εξάπλωση των καρκινικών κυττάρων. Θεωρείται ένα από τα πιο ακριβά μπαχαρικά παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται για φυσική βαφή τροφίμων και στο μαγείρεμα για να προσθέσει ένα ευχάριστο άρωμα, γεύση και χρώμα στα φαγητά. Για όλους τους παραπάνω λόγους, το σαφράν εκτιμήθηκε πολύ από την αρχαιότητα και από πολλούς διαφορετικούς πολιτισμούς.

Σύμφωνα με τον Βαρδαβάκη (1993), υπάρχουν 70 διαφορετικά είδη στο γένος *Crocus*, 19 από τα οποία είναι αυτοφυή στην Ελλάδα. Το *Crocus sativus* L. (εικόνα 1) είναι ένα πολυετές φυτό με στρογγυλεμένο βολβό, ελαφρώς συμπιεσμένο και σαρκώδη, με καστανωπό δικτυωτό έλυτρο διαμέτρου περίπου 3-5 cm. Ο βλαστός του φυτού είναι λεπτός και κοντός και προέρχεται από το πάνω μέρος του βολβού, από όπου φύονται και τα φύλλα και τα άνθη. Τα φύλλα, που είναι αιχμηρά, βγαίνουν 4-10 από κάθε βολβό και έχουν ένα ριγέ, μακρόστενο σχήμα σε βαθύ πράσινο χρώμα. Τα μοναχικά, ακτινοειδή άνθη του φυτού, 1-3 ανά στέλεχος, εμφανίζονται τον

Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο. Αυτά τα άνθη είναι μεγάλα και αποτελούνται από έξι λευκά ωοειδή πέταλα. Στο κέντρο του άνθους υπάρχουν 3 κίτρινοι στήμονες, η ωοθήκη είναι τρίχωρη και στενή και ο στύλος καταλήγει σε τρισχιδές στίγμα. Τα στίγματα που αποτελούν το εμπορικό προϊόν, έχουν κόκκινο προς πορτοκαλί χρώμα και είναι μήκους 40-50 mm μαζί με το μέρος του στύλου. Στο άνω άκρο τους είναι οδοντωτά και πολλές φορές εξέχουν από το περιάνθιο (www.safran.gr). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο *Crocus sativus* L., ή ήμερος κρόκος, είναι ένα τριπλοειδές φυτό που είναι στειρό και δεν καρποφορεί.



**Εικόνα 1:** Απεικόνιση του *Crocus sativus* L. (Alonso et al. 2012)

**Πηγή:** <http://www.blog.illustraciencia.info/2016/02/crocus-sativus-l-raffaella-di-vaio.html> (Ανακτήθηκε 14-04-2023)

Κατά τη διάρκεια πολλών χιλιετιών, ο πολλαπλασιασμός και η εξάπλωση του *Crocus sativus* L. ήταν δυνατή λόγω των χαμηλών απαιτήσεών του σε κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Η χρήση του επεκτείνεται σε διάφορους τομείς και χρησιμοποιείται εκτενώς από διαφορετικές βιομηχανίες σε πολύ ανεπτυγμένες χώρες, ειδικά στην Ευρώπη. Η ζήτηση για σαφράν αυξάνεται ραγδαία λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων του κρόκου, ο οποίος παρουσιάζει πολλές ευκαιρίες για ανάπτυξη προϊόντων. Ο ελληνικός κρόκος αναγνωρίζεται πλέον ως ένας από τους καλύτερους σε ποιότητα παγκοσμίως. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη σύσταση του Αναγκαστικού Συνεταιρισμού Κροκοπαραγωγών Κοζάνης. Ο συνεταιρισμός έχει

μετατρέψει την καλλιέργεια κρόκου σε μια ακμάζουσα βιομηχανία στην περιοχή, αναλαμβάνοντας την ευθύνη συλλογής, επεξεργασίας, τυποποίησης και διανομής του προϊόντος.

Σε διάφορα μέρη της Ελλάδας, κυρίως νησιά, συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης, της Θήρας, της Σύρου και άλλων, έχουν καλλιεργηθεί πολλαπλά στελέχη σαφράν. Ο Πίνακας 1 παραθέτει πάνω από 18 γνωστά είδη κρόκου που έχουν αναφερθεί στην ελληνική επικράτεια.

**Πίνακας 1: Στελέχη του κρόκου και περιοχές καλλιέργειας**

Στέλεχος Κρόκου	Περιοχή καλλιέργειας/αυτοφύησης
<i>Crocus chrysanthus</i> Herb.	Ημιορεινές περιοχές της Ελλάδας
<i>C. olivieri</i> Day	Ορεινές περιοχές της Ελλάδας
<i>C. biflorus</i> Mill.	Βόρεια Ελλάδα και των Ιόνια Νησιά
<i>C. crewii</i> Hook	Ορεινές περιοχές της Ελλάδας
<i>C. veluchensis</i> Herb., <i>C. sieberi</i> Day	Ορεινές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας Κρήτη, Ταΰγετος
<i>C. nivalis</i> Bory & Chaub	Αλπικές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας
<i>C. atticus</i> Orph.	Αλπικές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας
<i>C. pulchellus</i> Herb.	Βορειοδυτική Ελλάδα και Θεσσαλία
<i>C. tournefortii</i> Gay/ <i>C. boryi</i> var. <i>tournefortii</i> Baker/ <i>C. orphanidis</i> Hook	Κυκλάδες
<i>C. veneris</i> Tappein.	Κρήτη
<i>C. boryi</i> Cay	Θεσσαλία, Πελοπόννησος, Κρήτη
<i>C. sativus</i> L.	Κοζάνη
<i>C. cartwrightianus</i> Herb.	Αττική, Νησιά Αιγαίου, Κρήτη
<i>C. hadriaticus</i> Herb.	Ορεινές περιοχές της Ελλάδας
<i>C. peloponnesiacus</i> Orph	Λακωνία
<i>C. cancellatus</i> Herb.,	Ορεινές περιοχές της Ελλάδας

Το γόνιμο και διπλοειδές είδος *Crocus cartwrightianus*, που εντοπίζεται στις νότιες περιοχές της Ελλάδας, στις Κυκλάδες και στα βουνά της Κρήτης, θεωρείται πιθανός πρόδρομος του τριπλοειδούς *Crocus sativus*. Τα πιο σημαντικά είδη που ανακαλύφθηκαν παγκοσμίως και στην Ελλάδα είναι τα ακόλουθα:



### *Crocus sieberi -nivalis*

Ένα φυτό ιθαγενές στις ορεινές και αλπικές περιοχές, καθώς και στην Κρήτη, αναφέρεται ως ενδημικό φυτό. Ανήκει στην οικογένεια *Iridaceae* και είναι πολυετές φυτό με βολβό. Το φυτό έχει 3-6 γραμμικά φύλλα που περιέχουν μια λευκή κεντρική λωρίδα,. Ανθίζει από τον Φεβρουάριο έως τον Ιούνιο. Ο *Crocus nivalis* αναδύεται σε λιβάδια μεγάλου υψομέτρου λίγο μετά το λιώσιμο του χιονιού. Το είδος *sieberi* είναι ευρέως διαδεδομένο στις ορεινές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας. (Bory και Chaub 1832, Mathew 1982).



**Εικόνα 2:***Crocus sieberi*

Πηγή:<https://www.ververexport.com/product/crocus-sieberi-tricolor-14020/>

(Ανακτήθηκε 14-04-2023)

### *Κρόκος ο Αδριατικός - Crocus hadriaticus*

Ο Κρόκος ο αδριατικός είναι πολυετές φυτό που ανήκει στην οικογένεια των *Iridaceae*. Φέρει 5-9 φύλλα παρόντα κατά την άνθηση. Τα άνθη είναι λευκά με κίτρινο λαιμό και τα στίγματα κόκκινα με στύλο που χωρίζεται στα τρία με πορτοκαλί πεπλατυσμένες απολήξεις, ενώ οι ανθήρες είναι κίτρινοι. Ο κρόκος ανθίζει την περίοδο του φθινοπώρου και είναι ενδημικός στη Δυτική, Νότια Ελλάδα και τις Κυκλάδες, με τα νησιά του Ιονίου και την Πελοπόννησο να είναι οι κύριοι φυσικοί του βιότοποι (Herbert 1847).



Εικόνα3: *Crocus hadriaticus*

Πηγή : <https://www.greekflora.gr/el/flowers/0981/Crocus-hadriaticus>

### *Crocus olivieri*

Ανήκει στην οικογένεια των Iridaceae. Αποτελείται από έναν βολβό, ο οποίος περικλείεται από λεπτές θήκες και 4-8 γραμμικά φύλλα. Τα άνθη αυτού του φυτού εμφανίζονται μεταξύ των μηνών Φεβρουαρίου και Απριλίου. Διαθέτουν μια υπόγεια ωοθήκη και έναν περιάνθο που αποτελείται από έξι κίτρινα τμήματα που ενώνονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν μια μακρά δομή σαν σωλήνα, η οποία έχει μήκος 5 έως 20 cm. Επιπλέον, υπάρχουν τρεις στήμονες με κίτρινους ανθήρες και ένας κίτρινος ή πορτοκαλί ύπερος που διακλαδίζεται σε έξι λεπτά μέρη στην κορυφή. Αυτό το φυτό απαντάται σε λιβάδια, ανοιχτά δάση και θαμνώδεις εκτάσεις σε μέτρια και σχετικά χαμηλά υψόμετρα. Εξαπλώνεται σε όλα τα Βαλκάνια και την Τουρκία.



Εικόνα 4: *Crocus olivieri*

Πηγή: <https://www.ververexport.com/product/crocus-sieberi-tricolor-14020/>

(Ανακτήθηκε 14-04-2023)

### **Κρόκος ο Αττικός – *Crocus Atticus Orph***

Το εν λόγω φυτό ευδοκίμει στις αλπικές ζώνες της ηπειρωτικής Ελλάδας. Το περιάνθιο είναι ρόδινο-μοβ με λεπτές σκούρες νευρώσεις στην εξωτερική πλευρά των τριών πετάλων, ενώ τα στίγματα είναι πορτοκαλί, ακέραια με πλατειά κορυφή. Οι ανθήρες είναι κίτρινοι, τα φύλλα 3-5, με ανοιχτόχρωμη ρίγα στο μέσον. Η άνθιση παρατηρείται από τον Δεκέμβριο έως τον Απρίλιο σε υψόμετρα 400-1.300 μ. (Mathew 1999).



Εικόνα 5: *Crocus atticus*

Πηγή: <https://www.ververexport.com/product/crocus-sieberi-tricolor-14020/>

(Ανακτήθηκε 16-04-2023)

### **Κρόκος ο εσαρωτός – *Crocus cancellatus Herb***

Τα άνθη του είναι λευκά, με πορφυρές γραμμώσεις και αποχρώσεις, έχουν κίτρινους ανθήρες και άλικο στίγμα (στον ύπερο). Έχουν σχήμα σφαιρικό, φτάνουν τα 8-12 εκατοστά σε ύψος και εμφανίζονται κατά τον Σεπτέμβριο Οκτώβριο, πριν αναπτυχθούν τα φύλλα. Τα πιο απολαυστικά βρώσιμα κοτσάνια παράγονται από αυτό το φυτό, το οποίο φύεται στα Ιόνια Νησιά, την Εύβοια και την Πελοπόννησο.



**Εικόνα 6: *Crocus cancellatus* Herb**

Πηγή: <https://www.ververexport.com/product/crocus-sieberi-tricolor-14020/>

(Ανακτήθηκε 16-04-2023)

***Crocus tournefortii* J.Gay**

Το είδος αυτό φύεται αποκλειστικά στα νησιά των Κυκλάδων, συμπεριλαμβανομένης της Σύρου, της Τήνου, της Μυκόνου και της Δήλου. Τα διακριτικά του χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν έναν λευκό ανθήρα και την άκρη του στίγματος η οποία χαρακτηρίζεται από μια συλλογή από λεπτά κομμάτια που μοιάζουν με κλωστή. Τα στίγματα αυτού του φυτού χρησιμοποιούνται ως φυσική βαφή, καθώς και για αρωματικούς σκοπούς στην παρασκευή φαγητών και αφεψημάτων.



**Εικόνα 7: *Crocus tournefortii* J. Gay**

Πηγή: <https://www.ververexport.com/product/crocus-sieberi-tricolor-14020/>

(Ανακτήθηκε 16-04-2023)

## 1.2 Ιστορία του Φυτού

Ο κρόκος έχει ίσως τις ρίζες του στην Ανατολή, με την αραβική λέξη «zafaran», που σημαίνει κίτρινο, να είναι η πηγή του ονόματος του φυτού. Ο όρος χρονολογείται περίπου στο 2300 π.Χ., επί Ασσυριακής Αυτοκρατορίας, και προέρχεται από το όνομα της πόλης Azurirano. Οι αναφορές για τον κρόκο εντοπίζονται στη Μικρά Ασία και στην Αρχαία Αίγυπτο, όπου ανακαλύφθηκαν μικρά θραύσματα κασσίτερου που περιείχε σαφράν σε μούμιες. Το ταξίδι του ξεκίνησε πριν από χιλιάδες χρόνια, ταξιδεύοντας από το Κασμίρ και την Αρχαία Μεσοποταμία στην Ιωνία, την Αίγυπτο, τις Κυκλάδες και την Κρήτη. Για αιώνες, ο κρόκος ήταν μια πολυπόθητη πολυτέλεια στην Περσία και ένα βασικό εμπορικό προϊόν στις ασιατικές χώρες. Οι Φοίνικες πρόσφεραν ακόμη και πίτες από σαφράν στη θεά Αστάρτη. Η μυθολογία μιλά και για τον κρόκο, έναν θανάσιμο φίλο του Ερμή, ο οποίος τραυματίστηκε θανάσιμα ενώ ασκούσε δισκοβολία. Ο Ερμής, λυπημένος για τον χαμό του φίλου του, χάρισε στον Κρόκο την αθανασία μεταμορφώνοντάς τον σε ένα εκπληκτικό μωβ λουλούδι. Στην καρδιά του λουλουδιού, τρεις κόκκινες κηλίδες αντιπροσωπεύουν το αίμα του κρόκου.

Σύμφωνα με ιστορικά αρχεία, ο κρόκος είναι ένα δημοφιλές αρωματικό συστατικό και φαρμακευτικό βότανο εδώ και χιλιάδες χρόνια, με τη χρήση του να χρονολογείται από την αρχαία Ελλάδα και άλλους αρχαίους πολιτισμούς. Χρησιμοποιήθηκε ως άρωμα από τη βασίλισσα Κλεοπάτρα και άλλους Φαραώ, οι οποίοι θεωρούσαν ότι ήταν μια αρωματική και σαγηνευτική ουσία. Το σαφράν χρησιμοποιήθηκε επίσης συχνά σε ναούς και σε άλλες ιερές τοποθεσίες ως αρωματικό υλικό.

Υπάρχει κάποια συζήτηση σχετικά με την προέλευση του φυτού, με μερικούς να υποδηλώνουν ότι ο κρόκος είναι αυτοφυές φυτό της Ανατολής και καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά εκεί. Άλλοι πιστεύουν ότι πρώτο καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα κατά τη Μεσομινωική περίοδο, όπως αποδεικνύεται από τοιχογραφίες που ανακαλύφθηκαν κατά τις ανασκαφές στα Μινωικά Ανάκτορα που απεικονίζουν λουλούδια κρόκου. Συγκεκριμένα ανακαλύφθηκε μια τοιχογραφία εκείνης της εποχής (1600 π.Χ.) που ονομάζεται «Ο συλλέκτης του κρόκου», η οποία απεικονίζει έναν νεαρό άνδρα ή γυναίκα - ορισμένοι πιστεύουν ότι είναι μαϊμού - να μαζεύει κρόκο. Τόσο στη Μινωική όσο και στην Κλασική Ελληνική περίοδο, ο κρόκος ήταν ένα κοινό συστατικό που χρησιμοποιήθηκε όχι μόνο ως αρωματικό, αλλά και ως χρωστική ουσία. Κατά την αρχαιότητα, οι Έλληνες φέρεται να ασχολούνταν με την καλλιέργεια

του κρόκου, επειδή γνώριζαν τις φαρμακευτικές του ιδιότητες του κρόκου, τις οποίες χρησιμοποιούσαν για να ανακουφίσουν την αϋπνία και τις αρνητικές επιπτώσεις της κατανάλωσης αλκοόλ. Επιπλέον, ο κρόκος χρησιμοποιήθηκε ως άρωμα στα λουτρά και ως αφροδισιακό.

Η καλλιέργεια του κρόκου πιστεύεται ότι συνεχίστηκε τόσο κατά τη βυζαντινή όσο και τη μακεδονική εποχή και με τις κατακτήσεις του Μ. Αλεξάνδρου, εξαπλώθηκε και στις ανατολικές περιοχές. Σήμερα, μπορεί κανείς ακόμα να δει ανθρώπους να μαζεύουν λουλούδια κρόκου και να τα βάζουν σε καλάθια, πιθανότατα με σκοπό την εξαγωγή σαφράν. Η ιστορία της εξέλιξης και εξάπλωσης αυτού του φυτού είναι ελάχιστη γνωστή, εκτός από το γεγονός ότι οι Άραβες το εισήγαγαν στην Ισπανία το 960 μ.Χ., όπου όχι μόνο συστηματοποίησαν την καλλιέργειά του, αλλά το χρησιμοποίησαν και ως μπαχαρικό και ως φάρμακο, προτού το περάσουν τελικά στο άλλες ευρωπαϊκές χώρες είτε άμεσα είτε έμμεσα. Τελικά στην βόρειο Ευρώπη μεταφέρθηκε από τους Σταυροφόρους κατά τον 13ο αιώνα μ.Χ. Το μπαχαρικό αυτό χρησίμευσε ως κρίσιμο συστατικό της βενετικής αυτοκρατορίας, καθώς ήταν ένα πολύτιμο αγαθό για το εμπόριο. Στη σύγχρονη εποχή, ο κρόκος συνεχίζει να χρησιμοποιείται παγκοσμίως σε μια ποικιλία μαγειρικών εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της ζαχαροπλαστικής και της αρτοποιίας, καθώς και στη δημιουργία διάσημων πιάτων όπως η ισπανική παέγια.

Η έναρξη της παρουσίας του κρόκου στη Δυτική Μακεδονία και συγκεκριμένα στην πόλη «Κρόκος», εντοπίζεται στον 17ο αιώνα. Από τότε, κάθε φθινόπωρο, η γη της Κοζάνης καλύπτεται από ένα μωβ χαλί από λουλούδια κρόκου και το λεπτό τους άρωμα πλημμυρίζει τον αέρα. Το φυτό μεταφέρθηκε στην περιοχή από ντόπιους εμπόρους που το είχαν αποκτήσει από την Αυστρία. Το 1971, ιδρύθηκε ο Αναγκαστικός Συνεταιρισμός Κροκοπαραγωγών. Ως αποτέλεσμα της ίδρυσης αυτού του συνεταιρισμού, η καλλιέργεια κρόκου έγινε η πιο ακμάζουσα καλλιέργεια στην περιοχή. Ο συνεταιρισμός αυτός ήταν επίσης το πρωτότυπο για τη δημιουργία ενός μεγαλύτερου οργανισμού που θα αναλάμβανε την ευθύνη της συλλογής, επεξεργασίας, τυποποίησης και διανομής του προϊόντος κρόκου. Το μέτρο αυτό εφαρμόστηκε για να διασφαλιστεί η ποιότητα του προϊόντος και να αποφευχθεί η νοθεία του, η οποία είχε προκαλέσει στο παρελθόν υποβάθμιση της φήμης του.

Το προϊόν διατίθεται προς το παρόν σε δύο μορφές: ως ολόκληρα νήματα ή ως σκόνη. Η εξαγωγική πολιτική του Saffron οδήγησε στη διανομή του σε διάφορες αγορές, όπως η Ισπανία, η Γαλλία, η Ιταλία, η Γερμανία, η Ελβετία, η Σουηδία, η Κίνα και η Ιαπωνία. Ο ιρακινός κρόκος είναι ανταγωνιστής, αλλά παρόλα αυτά, οι εξαγωγές κρόκου συνεχίζουν να αυξάνονται ετησίως.

### 1.3 Γενετική προέλευση του *Crocus sativus* L.

Προσπάθειες να βρεθεί αντιστοιχία μεταξύ της γεωγραφικής προέλευσης διαφορετικών δειγμάτων κρόκου και των μορφολογικών χαρακτηριστικών και των χρωστικών τους δεν έχουν γίνει (Siracusa, Gresta 2012). Η εύρεση αντιστοιχίας μεταξύ της γεωγραφικής προέλευσης του κρόκου και της σύνθεσης των σιγμάτων του έχει αποτελέσει πρόσφατα αντικείμενο πολλών ερευνητικών εργασιών. Οι χρωστικές του σαφράν, αποτελούν την πλειονότητα των μεταβολιτών που βρίσκονται στα στίγματα του και η μέτρηση τους με φασματοφωτομετρία εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως επίσημη μέθοδος για τον προσδιορισμό της ποιότητας του μπαχαρικού ως προς τη χρωστική του ικανότητα.

Το σαφράν είναι ένα τριπλοειδές φυτό το οποίο ίσως να προήλθε από αυτοτριπλοειδία, δηλαδή από άγριο κρόκο, πιθανώς με γονιμοποίηση ενός διπλοειδούς ωαρίου που δεν υπέστη μείωση ή ενός απλοειδούς ωαρίου με δυο απλοειδείς γυρεοκόκκους (Chicchiricco 1984, Grilli Caiola 2004,2005). Μία άλλη εκδοχή είναι ότι προήλθε από αλλοπολυπλοειδία δηλ. μέσω υβριδισμού των *C. cartwrightianus* και *C. hadriaticus*(Castillo κ. ά. 2005). Ακόμη, έχει παρατηρηθεί στενή σχέση του *C. sativus* με το άγριο είδος *C. Cartwrightianus* που πιθανόν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του *Crocus sativus* L. επιφέροντας αλλαγές στο επίπεδο πλοειδίας του που είχαν ως αποτέλεσμα την (πιθανή) αυτοτριπλοειδία του *Crocus sativus* L. (Brighton 1977, Mathew 1982). Πιθανοί πρόγονοι του *C. sativus* θεωρούνται οι *C. Cartwrightianus* Herb., *C. thomasii* Ten. ή *C. Hadriaticus* Herb. (Grilli Caiola 2005, Grilli Caiola et al. 2004, Castillo et al. 2005, Matthew 1982, Brandizzi and Grilli Caiola 1998, Zubor et al. 2004).

#### 1.4 Εκτεταμένη ανάλυση της γενετικής βάσης του γενετικού υλικού του *Crocus sativus* L.

Σε μοριακό επίπεδο, πολλές μελέτες έχουν υπογραμμίσει τη χαμηλή γενετική ποικιλομορφία του κρόκου που οφείλεται κυρίως στη φύση του αγενούς πολλαπλασιασμού. Η χρήση μοριακών δεικτών οι οποίοι ανιχνεύουν πολυμορφικές θέσεις στο επίπεδο του DNA και δεν επηρεάζονται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, έχει βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση. Οι Rubio-Moraga κ.α. (2009) χρησιμοποίησαν 30 εκκινητές με τη μέθοδο RAPD (RandomAmplifiedPolymorphicDNA), 48 εκκινητές με τη μέθοδο ISSR (InterSimpleSequenceRepeats) και 15 εκκινητές με τη μέθοδο SSR (SimpleSequenceRepeats) για την ανάλυση του DNA του κρόκου, από 11 διαφορετικές χώρες, και καμία από αυτές τις προσεγγίσεις δεν έδειξε πολυμορφισμό στους υπό μελέτη πληθυσμούς. Οι Fluch κ.α. (2010) χρησιμοποίησαν δείκτες χλωροπλάστη και μικροδορυφόρους, για την μοριακή μελέτη της γενετικής πολυμορφικότητας 28 δειγμάτων κρόκου που προέρχονταν από 10 περιοχές/χώρες. Επειδή οι δείκτες αυτοί δεν αποκάλυψαν γενετική διαφορά στις ελεγχόμενες περιοχές, αναζητήθηκαν μεμονωμένες μεταλλάξεις για τον προσδιορισμό της αλληλουχίας πέντε λειτουργικών γονιδίων αυτού του είδους, αλλά δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ούτε σε αυτές τις αλληλουχίες. Αντίθετα, οι Nemati κ. ά. (2019) ανίχνευσαν ένα σημαντικό επίπεδο πολυμορφισμών με 12 εκκινητές SSR, εντός 50 μεμονωμένων ατόμων *C. sativus* στο Ιράν. Οι Siracus κ.α. ανίχνευσαν γενετικές διαφορές μεταξύ δειγμάτων από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές (Ευρώπη και Ασία) χρησιμοποιώντας δείκτες AFLP, χωρίς να παρατηρηθούν σημαντικές φαινοτυπικές παραλλαγές. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι οι ίδιοι ερευνητές τόνισαν την παρουσία ενδοποικιλιακής μεταβλητότητας αναλύοντας 4 φυτά κρόκου για κάθε βιότυπο. Αυτό δείχνει ότι η κατάσταση είναι ακόμα ασαφής, έχοντας δείξει μη ύπαρξη μεταβλητότητας, χαμηλή μεταβλητότητα και μεταβλητότητα στο φυτό *Crocus sativus* L.

Σε μια προσπάθεια να αποκαλύψουν αποκλίσεις στα φυσιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά και να διακρίνουν γενετικές ανομοιότητες μεταξύ των διαφόρων γεωγραφιών του φυτού, ο Torricelli και οι συνεργάτες του (2019) ανέλαβαν μια μελέτη στελεχών σαφράν από το Ιράν, την Ισπανία και την Ιταλία. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, εξετάστηκαν δεκαπέντε κόρμοι από κάθε προέλευση. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους υποστήριξαν μόνο εν μέρει προηγούμενα



συμπεράσματα. Ενώ τα αρχεία καταγραφής από διαφορετικές προελεύσεις εμφάνισαν μορφολογικές διαφορές, η χρήση μοριακών δεικτών AFLP αποκάλυψε μόνο μικρές γενετικές παραλλαγές στα δείγματα.

Για τη διερεύνηση γενετικών και επιγενετικών παραλλαγών, διεξήχθη μια μελέτη σε 112 δείγματα από την παγκόσμια συλλογή κρόκου, τα οποία είχαν αναπτυχθεί στις ίδιες εδαφικές και κλιματικές συνθήκες για τουλάχιστον τρία χρόνια. Μοριακοί δείκτες, δηλαδή Ενισχυμένος Πολυμορφισμός Μήκους Θραύσματος (AFLP) και MethylSensitive AFLP, χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ενώ υπήρχε χαμηλή γενετική μεταβλητότητα, η επιγενετική μεταβλητότητα ήταν υψηλή για πολυμορφισμούς μονονουκλεοτιδίου. Τυχαίες μεταλλάξεις σε μεμονωμένες βάσεις είναι πιο πιθανό να συμβούν και δεν είναι ανιχνεύσιμες από δείκτες όπως οι SSR και RAPD. Είναι πιθανό οι πολυμορφισμοί που εντοπίστηκαν να είναι αποτέλεσμα αυθόρμητων μεταλλάξεων που προέκυψαν τυχαία σε διαφορετικά δείγματα κατά τη διάρκεια των 3-5 ετών της ζωής του *C. sativus*. Οι επιγενετικές παραλλαγές, σε αντίθεση με τις γενετικές, είναι επιρρεπείς σε επιρροές από το περιβάλλον, ενεργοποιώντας μηχανισμούς που συμβάλλουν σε αλλαγές στον φαινότυπο. Το στείρο είδος *C. sativus*, το οποίο αναπαράγεται μόνο μέσω της δημιουργίας νέων κόρμων, μπορεί να έχει μια πολύ σταθερή επιγενετική δομή που μπορεί να μεταδοθεί στην επόμενη γενιά. Επιπλέον, οι Busconi et al. (2018) απέδειξαν ότι η επιγενετική δομή στο φυτό κρόκος μπορεί να παραμείνει σταθερή με την πάροδο του χρόνου, υποδεικνύοντας τον πιθανό ρόλο της επιγενετικής στον εντοπισμό διαφορετικών φαινοτύπων του κρόκου. Ωστόσο, η παρατηρούμενη αστάθεια ορισμένων εναλλακτικών φαινοτύπων στο *C. sativus* μπορεί να εξηγηθεί από την παρουσία μιας αναστρέψιμης επιγενετικής βάσης. Η γενετική μεταβλητότητα στο *C. sativus* είναι πιθανότατα συνέπεια αυθόρμητων μεταλλάξεων και όλες οι προσχωρήσεις είχαν μια παρόμοια γενετική σύνθεση.

Το *Crocus sativus*, κοινώς γνωστός ως καλλιεργημένος κρόκος, είναι ένα φυτό που είναι στείρο και τριπλοειδές. Το φυτό πολλαπλασιάζεται μέσω μοσχευμάτων ή σχάσης, κάτι που είναι πλεονέκτημα για τη διατήρηση των γενετικών χαρακτηριστικών του φυτού. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος αποτελεί πρόκληση για τη βελτίωση της γενετικής σύνθεσης του είδους. Η τριπλοειδής κατάσταση του φυτού προκαλεί ανωμαλίες στο ζευγάριωμα και την κατανομή των χρωμοσωμάτων κατά τη διάρκεια της μείωσης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία στειρών γαμετών.

Παρατηρήθηκε ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό γύρης είναι βιώσιμο λόγω μη φυσιολογικής συμπεριφοράς των χρωμοσωμάτων κατά τη διάρκεια της μείωσης, ενώ περίπου το 70% των ωοθηκών του φυτού περιέχουν έναν φυσιολογικό εμβρυϊκό σάκο στο στάδιο του Polygonum. Αυτά τα ευρήματα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι το φυτό σαφράν είναι αυτόστειρο. Υπήρξε μόνο μία καταγεγραμμένη περίπτωση αυτογονιμοποίησης στο *C. sativus* (Piccioli 1932). Μελέτες που έγιναν σε μικροανατομικό, κυτταρολογικό και μοριακό επίπεδο επιβεβαίωσαν ότι η στειρότητα αυτού του είδους σχετίζεται με το αρσενικό γαμετόφυτο του. Ωστόσο, η ωοθήκη του *C. sativus* μπορεί να γονιμοποιηθεί με γύρη από διπλοειδή είδη κρόκου όπως το *C. cartwrightianus* ή το *C. thomasi*, και οι προκύπτοντες σπόροι είναι βιώσιμοι και ικανοί να βλαστήσουν, παράγοντας έτσι ένα φυτό από το οποίο μπορούν να προκύψουν νέοι βολβοί. Αντίθετα, η επικονίαση άλλων ειδών κρόκου με γύρη του *C. sativus* L δεν είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή σπόρων (Grilli Caiola 2005).

Αν και το φυτό έχει σημαντική οικονομική αξία, λίγες μόνο μελέτες έχουν διεξαχθεί για το θέμα που αφορά το γονιδίωμα και τα χρωμοσώματά του κρόκου, (Karasawa 1933, Brighton 1977, Chichiricco 1984, Ghaffari 1986, Agayev 2002,). Επί του παρόντος, η γνώση για τα χρωμοσώματα του κρόκου περιορίζεται στη μορφολογία τους, η οποία χωρίζεται σε τρεις ομάδες, την ανίχνευση της ετεροχρωματίνης μέσω C-banding και την υποτιθέμενη θέση του κεντρομερούς (Karasawa 1943, Agayev et al. 2010). Το φυτό, το οποίο έχει οκτώ σεί τριπλών χρωμοσωμάτων ( $2n=3x=24$ ), έχει μέγεθος γονιδιώματος  $1C=3,45$  Gbp (Brandizzi and Grilli Caiola 1998).

### 1.5 Μορφολογικοί Δείκτες

Ο εντοπισμός και η παρακολούθηση της κληρονομικότητας με αυτούς τους δείκτες απαιτεί τη χρήση εμπειρικών τεχνικών, όπως βασικές παρατηρήσεις και μετρήσεις. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά μπορεί να λειτουργήσουν ως γενετικοί δείκτες, καθώς η έκφρασή τους παραμένει σχετικά σταθερή σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλόντων. Ωστόσο, η ποσότητα τέτοιων μορφολογικών δεικτών είναι περιορισμένη και τα αλληλόμορφα τους είναι τυπικά κυρίαρχα, καθιστώντας δύσκολη τη διαφοροποίηση μεταξύ ετεροζυγώτων και ομοζυγώτων φυτών. Μορφολογικοί δείκτες ήταν μεταξύ των αρχικών δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν στη διαχείριση του γενετικού υλικού. Αποτελούν μια οικονομικά αποδοτική προσέγγιση, δεδομένου ότι

δεν απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό ή αναλώσιμα, και μπορούν ακόμα και σήμερα να χρησιμοποιηθούν ως γενική μέθοδος για την αξιολόγηση της γενετικής ποικιλότητας. Παρουσιάζουν όμως και έναν αριθμό μειονεκτημάτων, συμπεριλαμβανομένων των χαμηλών πολυμορφισμών, της χαμηλής κληρονομικότητας, της αργής έκφρασης, και της επιρροής από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος.

Το φυτό κρόκος αναπαράγεται αποκλειστικά μέσω των στελεχών, με αποτέλεσμα να αποτελεί μια αποικία κλώνων με μικρή έως καθόλου γενετική ποικιλότητα, όπως σημειώνεται από τους Fluch et al. (2010). Παρόλα αυτά, εμφανίστηκαν ορατές διαφορές στο φυτό, όπως μεγαλύτερες ανθοφορίες, μεγαλύτερες ποσότητες κηλίδων και περισσότερα πέταλα, τα οποία παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά και αναφέρθηκαν λεπτομερώς από τον Riccioli το 1932. Αυτό πυροδότησε μια εξερεύνηση της πιθανής γενετικής μεταβλητότητας του *Crocus sativus* L. Περαιτέρω διακρίσεις στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού αναγνωρίστηκαν από τους καλλιεργητές κρόκου κατά τη συγκομιδή, ιδιαίτερα όσον αφορά το μέγεθος ορισμένων λουλουδιών *C. sativus* L. και την ποσότητα των στιγμάτων τους. Αυτές οι διαφορές αποδίδονταν στην πιθανή γενετική μεταβλητότητα του φυτού και δημιούργησαν ελπίδες τόσο για την απόδοση όσο και για τη γενετική του εξέλιξη.

Οι Sheikh et al. (2014) εξέτασαν πενήντα κλώνους και τους αξιολόγησαν με βάση έντεκα φυσιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιελάμβαναν το ύψος φυτού (σε εκατοστά), τον αριθμό φύλλων ανά φυτό, τη συχνότητα και το μέγεθος των στομάτων, την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη (σε ποσοστό), τον αριθμό λουλουδιών ανά βολβό, το βάρος φρέσκου στίγματος ανά στέλεχος (σε χιλιοστόγραμμα), το μήκος του στίγματος (σε εκατοστά), τον αριθμό των θυγατρικών κόρμων ανά μητρικό κόρμο και το μέσο βάρος θυγατρικών κόρμων ανά μητρικό κόρμο (σε γραμμάρια). Η ομάδα κατέγραψε τις παρατηρήσεις της επιλέγοντας και σημειώνοντας δέκα φυτά τυχαία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ένα ευρύ φάσμα διακύμανσης στον αριθμό των λουλουδιών ανά στέλεχος, στο φρέσκο βάρος του στελέχους, στο ύψος του φυτού, στον αριθμό των θυγατρικών στελεχών ανά μητρικό στέλεχος και στο μέσο βάρος θυγατρικού στελέχους ανά μητρικό στέλεχος. Επιπλέον, η μελέτη αποκάλυψε ότι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είχαν επίδραση στην έκφραση αυτών των χαρακτηριστικών. Οι ερευνητές κατέγραψαν υψηλές τιμές κληρονομικότητας για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν (Sheikh et al., 2014).

Προκειμένου να εξεταστούν τα ποικίλα χαρακτηριστικά των στελεχών του κρόκου ως προς τη μορφολογία τους, οι Souktrat et al. (2019) διεξήγαγαν μια μελέτη σε 969 κόρμους κρόκου που προέρχονται από δεκατρείς διακριτές περιοχές του Μαρόκου. Η έρευνά τους επαλήθευσε ένα ευρύ φάσμα φαινοτυπικής ποικιλότητας εντός και μεταξύ των πληθυσμών. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρέασαν την απόδοση του κρόκου ήταν ο αριθμός των λουλουδιών και ο αριθμός των θυγατρικών στελεχών που ζύγιζαν τουλάχιστον 7 γραμμάρια ανά φυτό. Το μήκος του στίγματος, ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα απόδοσης, έδειξε αξιοσημείωτη διακύμανση μεταξύ των κόρμων διαφορετικών προελεύσεων. Η έρευνα έδειξε επίσης μια αξιοσημείωτη συσχέτιση μεταξύ της προέλευσης των κόρμων και της απόδοσης του κρόκου, η οποία μπορεί να αποδοθεί στο γενοτυπικό προφίλ ή στις επιγενετικές επιδράσεις των διαφορετικών πηγών.

Οι Buskoni et al (2021) πραγματοποίησαν την πρώτη επιγονιδιωματική μελέτη στον κρόκο. Πέντε προσαρτήσεις κρόκου, που παρουσιάζουν διαφορές στη χρώση του κρόκου, την απόδοση του κρόκου και τον χρόνο ανθοφορίας, αναλύθηκαν σε επιγενετικό επίπεδο με την εφαρμογή μιας προσέγγισης προσδιορισμού αλληλουχίας περιοριστικών ενζύμων ευαίσθητων στη μεθυλίωση (MRE-seq). Οι συναρμολογημένες ακολουθίες σχολιάστηκαν σε σχέση με υπάρχουσες διαδικτυακές βάσεις δεδομένων. Ελλείπει του γονιδιώματος του Κρόκου, το γονιδίωμα του ρυζιού χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως αναφορά, καθώς είναι το καλύτερο σχολιασμένο γονιδίωμα μεταξύ των μονοκοτυλήδων φυτών. Η σύγκριση των υπομεθυλωμάτων αποκάλυψε πολλές διαφορεικά μεθυλιωμένες περιοχές, επιβεβαιώνοντας την υψηλή επιγενετική μεταβλητότητα που υπάρχει μεταξύ των προσαρτημάτων κρόκου, συμπεριλαμβανομένων αλληλουχιών που κωδικοποιούν πρωτεΐνες που θα μπορούσαν να εξηγήσουν τους εναλλακτικούς φαινοτύπους των προσαρτημάτων. Συγκεκριμένα, ανιχνεύθηκαν μεταγραφικοί παράγοντες που εμπλέκονται στη διαδικασία ανθοφορίας (MADS-box και TFL) και στην παραγωγή χρωστικών (MYB). Τέλος, συγκρίνοντας τις δημιουργούμενες αλληλουχίες των διαφορετικών προσαρτήσεων, ανιχνεύθηκε ένας μεγάλος αριθμός SNPs, που πιθανότατα προέκυψαν ως συνέπεια του παρατεταμένου βλαστικού πολλαπλασιασμού, επιδεικνύοντας εκπληκτικά υψηλή γενετική μεταβλητότητα. Η οντολογία γονιδίων (GO) διεξήχθη για να χαρτογραφήσει και να απεικονίσει τους πολυμορφισμούς αλληλουχίας που βρίσκονται εντός των GO και να συγκρίνουν τις κατανομές τους μεταξύ διαφορετικών προσχωρήσεων. Εκτός

από την πιθανή ύπαρξη εναλλακτικών φαινοτύπων με γενετική βάση, υπάρχει σαφής διαφορά στην πολυμορφική οντολογία γονιδίων μεταξύ των προσχωρήσεων με βάση τη γεωγραφική τους προέλευση.

Οι Vogdopoulos και Lazaridou (2022) με σκοπό την μελέτη της παραλλακτικότητας του κρόκου όσον αφορά μορφολογικά-αγροκομικά χαρακτηριστικά και την επίδραση του μικροκλίματος σε αυτήν εξέτασαν 250 φυτά κρόκου σε τρεις διαφορετικές περιοχές της Κοζάνης (Κρόκος, Πρωτοχώρι, Άνω Κώμη). Προς τον σκοπό αυτό, μετρήθηκαν ο αριθμός των φύλλων, το μήκος του φύλλου, ο αριθμός των λουλουδιών ανά βλαστό, ο αριθμός των πετάλων, το μήκος των πετάλων, ο αριθμός των στίγματων, το μήκος και το πάχος του στίγματος, ο αριθμός των στημόνων και το μήκος των στημόνων. Παράλληλα, καταγράφηκε η παραλλακτικότητα των φυτών ως προς τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά. Από το πείραμα έγινε αντιληπτό ότι ο κρόκος παρουσιάζει ιδιαίτερη ευαισθησία στο μικροκλίμα της περιοχής όπου καλλιεργείται. Από τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών περιοχών μόνο ως προς το μήκος των φύλλων και το πάχος του στίγματος. Το σημαντικά μεγαλύτερο μήκος φύλλου παρατηρήθηκε στην περιοχή του Κρόκου και το σημαντικά μεγαλύτερο πάχος του στίγματος στην περιοχή της Άνω Κώμης. Επιπλέον βρέθηκε μεγάλο ποσοστό φυτών με περισσότερα στίγματα στην περιοχή του Κρόκου. Είναι αξιοσημείωτο ότι διαφορές στον φαινότυπο του κρόκου παρατηρήθηκαν όχι μόνο μεταξύ των τριών περιοχών με περισσότερο ή λιγότερο διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, αλλά και στην ίδια περιοχή, σε πανομοιότυπες δηλ. εδαφικές συνθήκες. Επιπλέον το ποσοστό παραλλακτικότητας των λουλουδιών που εμφανίστηκε στην περιοχή του Κρόκου ήταν αρκετά υψηλό και ασυνήθιστο.

Ερευνητές από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης διεξήγαγαν έρευνα που επικεντρώθηκε στη μελέτη συγκεκριμένων φυτών που διαθέτουν μοναδικά χαρακτηριστικά με στόχο την ενίσχυση της απόδοσης διαφόρων λουλουδιών. Οι ερευνητές εμβάθυναν στη συμπεριφορά των γονιδίων που διέπουν την ανάπτυξη των τεσσάρων διακριτών οργάνων των λουλουδιών. Για την απομόνωση των εν λόγω γονιδίων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος RCA-RACE (Rolling Cycle Amplification RACE), όπως περιγράφεται από τους Polidoros et al. (2006) και Τσαφτάρης et al (2007), η οποία οδήγησε στην απομόνωση του πλήρους μήκους cDNA και των γονιδιωματικών αλληλουχιών γονιδίων που επηρεάζουν σημαντικά τον σχηματισμό

λουλουδιών. Αυτό επέτρεψε την αναγνώριση του γονιδίου που είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή του αρσενικού μέρους του λουλουδιού σε θηλυκό. Διαπιστώθηκε ότι τα γονίδια που εμπλέκονται στην άνθηση του κρόκου έχουν πολλές ομοιότητες με τα γονίδια ανθοφορίας του φυτού *Arabidopsis thaliana*. Η διαδικασία ανθοφορίας του κρόκου ακολουθεί το γενικό μοντέλο ανθοφορίας των ανώτερων φυτών, όπως έχει δείξει η έρευνα. Τα γονίδια τύπου A είναι απαραίτητα για τη δημιουργία του εξωτερικού τμήματος του άνθους, ενώ η συνεργασία των γονιδίων τύπου A και B είναι απαραίτητη για τη δημιουργία πετάλων. Η συνεργασία γονιδίων B και Γ απαιτείται για το αρσενικό μέρος, ενώ μόνο το γονίδιο C απαιτείται για το θηλυκό μέρος. Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά από χρόνια καλλιέργειας, σημειώθηκε μια αλλαγή στο άνθος του κρόκου, κατά την οποία επεκτάθηκε η δράση του γονιδίου B, μετατρέποντας τα σέπαλα σε πέταλα. Η έρευνα που διεξήχθη διαπίστωσε ότι η δράση του γονιδίου B στον κρόκο έχει μια χωροχρονική μετατόπιση, η οποία είναι παρόμοια με αυτή που συμβαίνει σε άλλα είδη φυτών. Αυτά τα ευρήματα δημιούργησαν ελπίδες για αυξημένες αποδόσεις. Οι ερευνητές εστίασαν στη μελέτη της σταθερότητας των συγκεκριμένων φυτών με στόχο την προώθηση της καλλιέργειάς τους στα χωράφια (Τσαυτάρης et al 2007).

Στη μελέτη της γενετικής εξέλιξης των φυτών, οι Estilai (1978), Piccioli (1932) και Gresta et al. ερεύνησαν την παρουσία ανώμαλων λουλουδιών. Διαπίστωσαν ότι αυτές οι διαφορές δεν επανεμφανίστηκαν το επόμενο έτος, με αποτέλεσμα να αποδίδουν τις μορφολογικές παραλλαγές στα άνθη σε μη κληρονομικές διακυμάνσεις. Οι ερευνητές με σκοπό να διαπιστώσουν εάν υπήρχε γενετική βάση στην ποικιλομορφία των τύπων λουλουδιών, διεξήγαγαν μετρήσεις χρωμοσωμάτων σε ριζώματα του βολβού και μεριστωματικά κύτταρα νεαρών φύλλων των ανώμαλων λουλουδιών. Διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε διαφορά στον αριθμό των χρωμοσωμάτων για τα διαφορετικά άνθη, καθώς όλα τα κύτταρα είχαν  $2n=24$  χρωμοσώματα. Ως εκ τούτου, ο Estilai (1978) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αυτή η μεταβλητότητα ήταν ασταθής και δεν προσδιορίστηκε γενετικά.

## 1.6 Βοτανική Ταξινόμηση

Ο κρόκος είναι ένα είδος πολυετούς φυτού που αναπτύσσεται από βολβό. Ο ίδιος ο βολβός είναι στρογγυλός και ελαφρώς πεπλατυσμένος, με διάμετρο περίπου 2-4 cm. Τα φύλλα και τα άνθη του φυτού προέρχονται από ένα λεπτό, κοντό μίσχο που βρίσκεται στην κορυφή του βολβού. Κάθε βολβός συνοδεύεται από 4-10 φύλλα τα οποία είναι παράρριζα. Τα φύλλα είναι επιμήκη, ριγέ με βαθύ πράσινο χρώμα. Εμφανίζονται ταυτόχρονα με τα άνθη (σύνανθα) ή μετά από αυτά (υστέρανθα), αναπτύσσονται όλο το χειμώνα και φτάνουν σε ύψος τα 40-50 εκατοστά στα τέλη της άνοιξης. Τα άνθη του φυτού αναδύονται από τον Οκτώβριο έως τον Νοέμβριο και η ποσότητα τους ανά βολβό επηρεάζεται από το μικροκλίμα της περιοχής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, το μέγεθος του βολβού, τις βροχοπτώσεις κατά την περίοδο ανάπτυξης και τις συνθήκες του εδάφους. Τα άνθη είναι μεγάλα, μονά και έχουν έξι μωβ πέταλα που έχουν σχήμα ακτίνων. Στο κέντρο του άνθους υπάρχουν 3 κίτρινοι στήμονες προσαρτημένοι στο χείλος του περιανθικού σωλήνα, τρίχωρη ωθηθήκη στενή και ο στύλος που καταλήγει σε τρισχιδές στίγμα. Τα στίγματα που αποτελούν το εμπορικό προϊόν, έχουν κόκκινο προς πορτοκαλί χρώμα και είναι μήκους 40-50 mm μαζί με το μέρος του στύλου. Στο άνω άκρο τους είναι οδοντωτά και πολλές φορές εξέρχουν από το περιάνθιο ([www.safran.gr](http://www.safran.gr)).

Ο Christen C. Raunkiaer, ένας Δανός βοτανολόγος, δημιούργησε το σύστημα Raunkiaer το 1904, το οποίο αργότερα επεκτάθηκε και τροποποιήθηκε από άλλους μελετητές όπως ο Braum-Blanquet και ο Ellenberg το 1954. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, τα διάφρα είδη κρόκου ταξινομούνται ως γεώφυτα λόγω της παρουσίας του υπόγειου βολβού τους, που χρησιμεύει ως όργανο επιβίωσής τους.

## 1.7 Η Επίδραση του Κλίματος στην Ανάπτυξη του Κρόκου

Ο κρόκος (*Crocus sativus*), είναι ικανός να επιβιώσει στις πιο σκληρές καιρικές συνθήκες. Σύμφωνα με τα ευρήματα του Mollafilabi από το 2004, το φυτό μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες έως και -18°C. Ωστόσο, για βέλτιστη ανθοφορία, το φυτό απαιτεί ένα ζεστό υποτροπικό ή εύκρατο κλίμα με ξηροθερμικές συνθήκες. Η προσαρμοστικότητα του φυτού σε διάφορα περιβάλλοντα είναι εμφανής από την ευρεία ανάπτυξή του σε πολλές περιοχές παγκοσμίως. Παρόλα αυτά, η διαδικασία καλλιέργειας ποικίλλει από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τις παραδόσεις, τις εξειδικευμένες γνώσεις, το έδαφος και τις κλιματικές συνθήκες. Αυτές οι παραλλαγές

έχουν ως αποτέλεσμα διαφορές στις αποδόσεις ανθοφορίας και στην αναπαραγωγή των βολβών.

Η διαδικασία της επαγωγής λουλουδιών παραμένει ένα μυστήριο, με περιορισμένες διαθέσιμες γνώσεις για το θέμα. Σύμφωνα με τους Molina et al. (2004), η άνθηση των φυτών φαίνεται να επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από εξωτερικούς παράγοντες. Αυτό το εύρημα ευθυγραμμίζεται με την έρευνα που διεξήχθη από τον Halevy (1990), ο οποίος κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, στα φυτά του κρόκου και στα περισσότερα γεώφυτα, ο εποχιακός και ο καθημερινός θερμοπεριοδισμός διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό του χρόνου εμφάνισης της ανθοφορίας. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι το φυτό ανταποκρίνεται σε απότομες αλλαγές στις καιρικές συνθήκες, ωστόσο διατηρεί μια αξιοσημείωτη προσαρμοστικότητα σε τέτοιες αλλαγές.

Η ανάπτυξη του κρόκου εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, που απαιτούν ζεστό και ξηρό καιρό το καλοκαίρι και ψυχρότερες καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Ο κρόκος μπορεί να αντέξει την ξηρασία, τις υψηλές θερμοκρασίες, καθώς και τις χαμηλές θερμοκρασίες, αν και δεν μπορεί να ανεχθεί θερμοκρασίες που πέφτουν κάτω από  $-12^{\circ}\text{C}$  έως  $-15^{\circ}\text{C}$ . Κατά την περίοδο της ανθοφορίας του, ο κρόκος είναι επιλεκτικός ως προς το κλίμα, με τις βέλτιστες συνθήκες να καθορίζονται από ένα ξηρό και συννεφιασμένο περιβάλλον με θερμοκρασίες μεταξύ  $12^{\circ}\text{C}$  και  $17^{\circ}\text{C}$  και εύρος σχετικής υγρασίας 55-65%. Όταν οι θερμοκρασίες ξεπεράσουν τους  $20^{\circ}\text{C}$ , τα λουλούδια θα μαραθούν και δεν θα ανακάμψουν ακόμη και αν πέσει η θερμοκρασία, ενώ οι θερμοκρασίες μεταξύ  $0^{\circ}\text{C}$ - $4^{\circ}\text{C}$  θα προκαλέσουν το κλείσιμο των λουλουδιών τα οποία θα ξανανοίξουν μόλις αυξηθεί η θερμοκρασία (Δοδόπουλος 1977, Παπανικολάου 1971, Ταχμαζίδης 1980).

Το *Crocus sativus* L. είναι ένα φυτό φυσικά άνυδρο και δεν χρειάζεται συχνό πότισμα, εκτός από περιπτώσεις παρατεταμένων ξηρών περιόδων. Η υπερβολική βροχόπτωση, από την άλλη πλευρά, μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην απόδοση του φυτού. Ωστόσο, σε ορισμένες χρονικές περιόδους, το νερό γίνεται απαραίτητο και χρησιμεύει ως καταλύτης τόσο για την ποιότητα όσο και για την ποσότητα της παραγωγής. Για βέλτιστη ανάπτυξη, ικανοποιητική ανθοφορία και εξαιρετική ποιότητα τελικού προϊόντος, το φυτό απαιτεί τουλάχιστον 400 χιλιοστά ετήσια βροχόπτωση. Κατά την άνοιξη, μία ή δύο βροχές (κατά προτίμηση στο τέλος της



άνοιξης) αρκούν για να ενισχύσουν τον κόρμμο του φυτού και να ενεργοποιήσουν τη γενετική πληροφορία που σχετίζεται με τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών. Το επόμενο κρίσιμο στάδιο που το φυτό Κρόκος χρειάζεται νερό είναι πριν και αμέσως μετά την περίοδο της ανθοφορίας του. Ο μήνας Σεπτέμβριος έχει ιδιαίτερη σημασία για τα φυτά καθώς περιμένουν με ανυπομονησία την άφιξη του νερού για να εδραιώσουν το ριζικό τους σύστημα στο έδαφος. Μόλις επιτευχθεί αυτό, τα φυτά μπορούν να ενεργοποιήσουν τη γενετική πληροφορία που έχουν συσσωρεύσει μέσω της δραστηριότητάς τους. Στην καλλιέργεια του κρόκου, το χιόνι έχει βρεθεί ότι έχει θετικό αντίκτυπο. Χρησιμεύει ως μονωτικό, προστατεύοντας το φυτό από το κρύο, ενώ παράλληλα επιβραδύνει τον ρυθμό απορροής του νερού, δημιουργώντας έτσι ευνοϊκές συνθήκες για καλλιέργεια (Παπαδοπούλου 2007).

### 1.8 Επίδραση της Ημερομηνίας Σποράς της Πυκνότητας Φύτευσης και της Ποιότητας του Βολβού στην Απόδοση της Καλλιέργειας

Διάφορες έρευνες έχουν δείξει σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των οικοτύπων κρόκου ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους όταν μελετώνται σε συνδυασμό με διαφορετικές ημερομηνίες φύτευσης. Ως εκ τούτου, όπως υπογράμμισαν οι Mehdi Rahimi και Mehdi Ramezani το 2016 είναι ζωτικής σημασίας να επιλεγεί με ακρίβεια ο βέλτιστος χρόνος φύτευσης και ο βέλτιστος βιότοπος κρόκου σε κάθε αντίστοιχη περιοχή. Το γενικό αποτέλεσμα των αξιολογήσεων κληρονομικότητας έδειξε ότι ένα μεγάλο μέρος των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών εμφάνισε χαμηλή γενετική κληρονομικότητα, επιβεβαιώνοντας ότι αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάστηκαν σημαντικά από εξωτερικούς παράγοντες. Η ποικιλομορφία των χαρακτηριστικών του κρόκου φάνηκε να είναι αρκετά χαμηλή, πράγμα που σημαίνει ότι οι προσπάθειες για ενίσχυση της απόδοσής του μέσω επιλεκτικής αναπαραγωγής στην επόμενη γενιά δεν απέφεραν σημαντικά αποτελέσματα. Κατά συνέπεια, η καλύτερη μέθοδος για την αύξηση της απόδοσης του κρόκου είναι μέσω της βελτίωσης της διαχείρισης της εκμετάλλευσης, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής ανώτερης ποιότητας και μεγαλύτερων βολβών, της σωστής λίπανσης και της χρήσης κατάλληλης πυκνότητας και ημερομηνιών σποράς. Επιπλέον, οι Mehdi Rahimi και Mehdi Ramezani το 2016 μετά από μια μελέτη που διεξήγαγαν κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι την υψηλότερη συσχέτιση με

την απόδοση του κρόκου είχε το βάρος των φρέσκων λουλουδιών και το ξηρό βάρος του.

### 1.9 Ο Ετήσιος Κύκλος του Φυτού

Ο *Crocus sativus* έχει μια μοναδική περίοδο ανθοφορίας το φθινόπωρο, που διευκολύνεται από τον καλοκαιρινό λήθαργο των υπόγειων βλαστών του. Ο βιολογικός κύκλος αυτού του φυτού ξεκινά με την υπέργεια ανάπτυξη, η οποία υποκινείται από τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, που οδηγούν στην ταυτόχρονη εμφάνιση φύλλων και λουλουδιών. Ο κύκλος ολοκληρώνεται περίπου 220 ημέρες αργότερα, με το σχηματισμό φρέσκων κόρμων (όπως απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα). Σε αντίθεση με άλλα είδη κρόκου που ανθίζουν την άνοιξη, αυτό το είδος αρχίζει να ανθίζει γύρω στα μέσα Οκτωβρίου και συνεχίζει μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου, επηρεασμένο από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Τυπικά, η διαδικασία ανθοφορίας ξεκινά 60-90 ημέρες μετά τη φύτευση του κόρμου, ανάλογα με την εποχή της φύτευσης και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν (Gresta et al. 2008).

Η βολβογένεση, η διαδικασία σχηματισμού βολβών, συνήθως ξεκινά μερικές εβδομάδες μετά την περίοδο ανθοφορίας του φθινοπώρου κατά τη διάρκεια της δροσερής περιόδου. Κατά τη θερινή περίοδο, πραγματοποιείται διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών (Benschop 1993). Ο σχηματισμός οφθαλμών απαιτεί θερμοκρασίες 23°C-27°C, ενώ η επαγωγή ανθέων απαιτεί θερμοκρασίες 17°C κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου (Molina et al. 2004). Ο κόρμος του κρόκου έχει διάρκεια ζωής ενός έτους και ο μητρικός κόρμος δημιουργεί νέους κόρμους, οι οποίοι παρέχουν τη δυνατότητα για παραγωγή λουλουδιών και κλωνική αναπαραγωγή για τον επερχόμενο ετήσιο κύκλο (Rees 1988). Το φυτό είναι κατάλληλο για ανάπτυξη και σχηματισμό κόρμου κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης όταν το έδαφος περιέχει επαρκή υγρασία. Επιπλέον, οι νεαροί κόρμοι παρουσιάζουν μια περίοδο ληθάργου που επιτρέπει στο φυτό να αντέξει τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού του αλλά και σε περιόδους ξηρασίας. (Gresta et al. 2008). Για να συμβεί η αναγέννηση και η έναρξη ενός νέου κύκλου, η βροχόπτωση είναι απαραίτητη προς τα τέλη Αυγούστου και τις αρχές Σεπτεμβρίου, όπως αναφέρεται από τους Negbi et al. (1989) και Gresta et al. (2009). Τα δύο πιο σημαντικά αγρονομικά χαρακτηριστικά των κρόκων είναι η ποσότητα των παραγόμενων λουλουδιών και ο αριθμός των

μεγάλων στελεχών, όπως περιγράφεται από τους Agayev et al. το 2009. Το μέγεθος του μητρικού κόρμου είναι υψίστης σημασίας για την παραγωγή κρόκου, καθώς πρέπει να μπορεί να παράγει άνθη. Σύμφωνα με τον Benschop το 1993, ο κόρμος πρέπει να έχει διάμετρο πάνω από 1 cm (ή 1,1 g) για να ανθίσει, ενώ αν είναι μικρότερος, δεν θα βγάλει άνθη.

Οι ερευνητές βρήκαν ότι η ανθοφορία απαιτεί κόρμους μεγαλύτερους από 3,2 g (Negbi et al. 1989). Ακόμη, άλλοι ερευνητές βρήκαν ότι χρειάζονται κόρμοι μεγαλύτεροι από 2,5 g (Plessner et al. 1989, Tammaro 1999). Αντίθετα, οι McGimpsey et al. (1997) ανακάλυψαν ότι οι κόρμοι που ζύγιζαν λιγότερο από 6,9 g δεν άνθιζαν. Μελέτες έχουν δείξει ότι η αύξηση του μεγέθους των στελεχών οδηγεί σε αύξηση της παραγωγής λουλουδιών (DeMastro και Ruta 1993). Επιπλέον, οι DeJuan et al. (2009) βρήκαν ότι κόρμοι με διάμετρο 2,25-3 cm και βάρος 5-11 g παρήγαγαν περισσότερα λουλούδια σε σύγκριση με μικρότερους κόρμους (3 cm) και ότι το μέγεθος του κόρμου μειώνεται όσο αυξάνεται η πυκνότητα των κόρμων (DeJuan et al. 2003). Τέλος, οι Khan et al. (2011) συνέκριναν 16 διαφορετικά μεγέθη κόρμων (που κυμαίνονται από 1g έως 16g) και διαπίστωσαν ότι οι μεγαλύτεροι κόρμοι παρήγαγαν περισσότερους νέους. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες αναφέρονται σε ετήσια ή διετή πειράματα και δεν υπάρχουν μελέτες που να συνεχίζονται για όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, καθώς επίσης και σε διαφορετικές πυκνότητες φύτευσης.

### 1.10 Κυτταρομετρητής ροής

Η κυτταρομετρία ροής είναι μια μέθοδος με την οποία μπορούμε να μετρήσουμε την ποσότητα D.N.A στον πυρήνα των κυττάρων. Ο ακριβής καθορισμός του ποσού του DNA του πυρήνα είναι πολύ σημαντικός για να κατανοήσουμε τα κληρονομικά συστατικά ενός οργανισμού. Ο κυτταρομετρητής ροής, αρχικά αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει τις ιατρικές επιστήμες, τώρα όμως αποτελεί ένα εύκολο, γρήγορο, ακριβή και πρακτικό εργαλείο για τον υπολογισμό του μεγέθους του γενώματος των φυτών, του επιπέδου πλοειδίας, της περιεκτικότητας σε DNA και την ανάλυση του κύκλου του κυττάρου (Dolezel et al., 1989,; Dolezel, 1991, Awoleye et al., 1994, Bharathan et al., 1994, Baranyi and Greilhuber 1995, 1996, Greilhuber, 1998, Winkelmann et al., 1998). Πολλές πληροφορίες επίσης για την περιεκτικότητα του

πυρήνα σε DNA έχουν δημοσιευτεί πολλούς ερευνητές (Bennett and Leitch, 1995, 1997, 2001, Bennett et al., 1998, Bennett et al., 2000, Hanson et al., 2001). Το 1996 δημιουργήθηκε ο πρώτος εμπορικός κυτταρομετρητής ροής που χρησιμοποιείται αποκλειστικά με την ανάλυση δομών DNA, κάνοντας την γρηγορότερη, ακριβέστερη και περισσότερο οικονομική, αφού απαιτεί ελάχιστο εργατικό δυναμικό. Επίσης εκτός από τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των πυρήνων σε DNA, ο κυτταρομετρητής ροής χρησιμοποιείται και για τη μελέτη των πρωτοπλαστών των φυτών (μέγεθος, σύνθεση κυτταρικού τοιχώματος, περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, αλκαλοειδή, πρωτεΐνες και RNA, αλληλεπίδραση πρωτοπλαστών-μικροβίων) και των χρωμοσωμάτων (μέγεθος, κεντρομερές, ταξινόμηση πολλών χρωμοσωμάτων για την απομόνωση και χαρτογράφηση γονιδίων) (Dolezel et al., 1999). Αρκετά πρωτόκολλα έχουν αναπτυχθεί για τον σκοπό αυτό και αφορούν την προετοιμασία των διαλυμάτων και των δειγμάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του DNA του πυρήνα.

### 1.11 Ασθένειες της Καλλιέργειας του Κρόκου

Η σήψη ριζών που προκαλείται από τον μύκητα *Rhizoctonia crocorum*, είναι η πιο σημαντική ασθένεια που ταλαιπωρεί τα φυτά κρόκου. Αυτός ο μύκητας αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά το 1728 από τον Duhameldu Monceau, και τώρα είναι ένα από τα πιο γνωστά παράσιτα φυτών στον τομέα της παθολογίας των φυτών. Το *Rhizoctonia crocorum* ευδοκίμει σε ζεστές, υγρές συνθήκες και είναι ένα παράσιτο εδάφους. Προκαλεί εστίες και οδηγεί σε σήψη του κόρμου καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, με την εξάπλωση της νόσου να αυξάνεται τον τρίτο χρόνο μετά τη φύτευση. Οι πληγείσες περιοχές των φυτών εμφανίζουν έναν κόκκινο αποχρωματισμό, που προκαλείται από την μωβ επιφανειακή ανάπτυξη του μύκητα που αποτελείται από πυκνά συσσωματώματα υφών που μοιάζουν με σκληρώτια. Ο μύκητας προσβάλλει ένα ευρύ φάσμα φυτών. Η αντιμετώπιση της νόσου είναι πολύ δύσκολη. Η διαδικασία μεταφοράς βολβών σε διαφορετική καλλιεργούμενη περιοχή είναι μια κοινή τακτική που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του ριζοκτόνιας στη βιολογική καλλιέργεια του κρόκου. Ωστόσο, αυτή η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί και στη συμβατική καλλιέργεια ως προληπτικό μέτρο. Μια τέτοια προφύλαξη περιλαμβάνει την επεξεργασία των βολβών με μυκητοκτόνα πριν από τη φύτευση. Η σήψη ριζών είναι μια εξαιρετικά μεταδοτική ασθένεια που απαιτεί

αυστηρά προληπτικά μέτρα για τον έλεγχο της εξάπλωσής της. Το πιο αποτελεσματικό προληπτικό μέτρο είναι η ενδεδειγμένη απολύμανση τόσο των βολβών όσο και του χωραφιού πριν από τη φύτευση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μετά τη θεραπεία της νόσου, η προσβεβλημένη περιοχή δεν πρέπει να επαναφυτεύεται για πολλά χρόνια. Δυστυχώς, η προέλευση της νόσου και οι συνθήκες που συμβάλλουν στην ανάπτυξή της παραμένουν άγνωστες.

Η ξηρή γάγγραινα (*Gagrena Seca*) είναι μια ασθένεια που προσβάλλει το βλαστό και προκαλείται από τον μύκητα *Sclerotinia bulborum*. Τα συνιστώμενα μέτρα για την αντιμετώπιση αυτής της ασθένειας είναι τα ίδια με εκείνα συστήνονται για τη σήψη ριζών. Οι παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας μπορεί να επιδεινώσουν την ξηρή γάγγραινα αφού επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των κόρμων. Ωστόσο, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται τεχνική άρδευση, καθώς οδηγεί σε γρήγορη ανάπτυξη των φύλλων, καθιστώντας τη συγκομιδή πιο δύσκολη. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την καταπολέμηση της ξηρής γάγγραινας είναι η άμεση αφαίρεσή τους από το χωράφι και η απολύμανση του με λαμπτήρες χωραφιού.

Οι κόρμοι καταστρέφονται επίσης από τυφλοπόντικες, που είναι εχθροί της καλλιέργειας του κρόκου. Οι κοινοί αρουραίοι καταναλώνουν το φύλλωμα, ενώ οι λαγοί τα άνθη του φυτού. Οι τακτικές επιτόπιες επισκέψεις και επιθεωρήσεις είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος.

Απαγορεύεται η χρήση χωραφιών με σαφράν ως βοσκοτόπια καθώς αυτό θα προκαλούσε την καταστροφή των λουλουδιών του φυτού. Επιπλέον, ο παγετός και οι απροσδόκητες βροχοπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την υγεία του φυτού. Το στάδιο της ανθοφορίας του φυτού απαιτεί συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένου και του εύρους θερμοκρασιών (14-18°C) και ενός επιπέδου υγρασίας 55-65%.

Ασθένειες που έχουν αναφερθεί επίσης σε καλλιέργειες του κρόκου (*Crocus sativus* L.) είναι οι εξής:

- 1) Το κίτρινο μωσαϊκό του φασολιού που μεταδίδεται από την αφίδα *Myzus persicae*
- 2) Σήψεις από τρία είδη μυκήτων του γένους *Penicillium*

➤ *P. Corymbiferum*

- *P. cyclospium*
- *P. Crocicola* Yamamoto

### 3) Προσβολές από τον μύκητα *Fusarium oxysporum* και *F. spgladioli*

Οι μυκητιακές προσβολές μπορούν να προκαλέσουν μείωση της παραγωγής και της βλάστησης και μπορούν εύκολα να εξαπλωθούν σε ένα σημαντικό τμήμα της καλλιέργειας. Στην Ιταλία, παρατηρήθηκε προσβολή της καλλιέργειας από μύκητες, με προσβεβλημένους περίπου το 40-50% των βολβών. Τα συμπτώματα αυτής της προσβολής περιελάμβαναν καθολική σήψη ή μερική σήψη στη βάση του στελέχους, με αποτέλεσμα την απώλεια της βλαστικής ανάπτυξης.

Η πιο συχνή και σημαντική ασθένεια που προσβάλλει τον κρόκο στην περιοχή της Κοζάνης είναι ο μύκητας *Rhizoctonia crocorum*. Εμφανίζεται συνήθως το δεύτερο ή τρίτο έτος μετά την εγκατάσταση της φυτείας και είναι άμεσα εμφανές λόγω των κενών στην καλλιεργούμενη γη. Οι καλλιεργητές σπάνια χρησιμοποιούν μυκητοκτόνα, είτε για την καταπολέμηση του μύκητα είτε ως προληπτικό μέτρο.

Άλλες ασθένειες που αναφέρθηκαν σε διάφορα είδη του γένους *Crocus* είναι:

- Ο ιός του μωσαϊκού του αγγουριού
- Ο ιός Y της πατάτας
- Ο ιός του κροταλισμού του καπνού
- Προσβολή από *Pythium* sp.
- Προσβολή από *Stromatinia [Sclerotinia] glandioli*
- Προσβολή από *Botrytis croci*
- Προσβολή από *Urocystis gladiolicola*
- Προσβολή από *Puccinia croci* στο *C. nemus*
- Προσβολή από *Puccinia croci-palasi* στο *C. palasii*
- Προσβολή από *Sclerotium tuliparum*
- Προσβολή από *Phomacrocophylla*

Εν τέλει, στους εχθρούς του τελικού μεταποιημένου προϊόντος έχει αναφερθεί το έντομο *Laciodermasaricom* που συχνά εντοπίζεται σε αποθηκευτικούς χώρους. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 αναφέρθηκε ο εντοπισμός νυμφών και προνυμφών του εντόμου σε συσκευασμένο προϊόν.

Σε όλο το νομό Κοζάνης υπάρχουν 37 διακριτές κοινότητες που καλλιεργούν κρόκο. Την τελευταία δεκαετία, η μέση συνολική έκταση γης που καλλιεργείται με κρόκο είναι περίπου 3.032 στρέμματα, σύμφωνα με στοιχεία του Συνεταιρισμού Κροκοπαραγωγών Κοζάνης το 2017. Η κύρια τοποθεσία για την καλλιέργεια κρόκου είναι το χωριό Κρόκος, που βρίσκεται στο δήμο Κοζάνης της Περιφερειακής Ενότητας Κοζάνης της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. Το χωριό Κρόκος Κοζάνης βρίσκεται σε υψόμετρο 602 μέτρων. Η περιοχή της Κοζάνης είναι η μοναδική περιοχή της χώρας μας όπου καλλιεργείται κρόκος. Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει τα χωριά του Δήμου Ελιμείας, όπως ο Κρόκος, η Καρυδίτσα και η Άνω Κώμη. Ο κρόκος καλλιεργείται και σε άλλες πόλεις όπως η Αγία Παρασκευή, η Αιανή, το Καπνοχώρι και η Κοιλιάδα. Τα 37 χωριά της Κοζάνης που καλλιεργούν αποκλειστικά το φυτό κρόκου παράγουν ετήσια απόδοση 5-8 τόνους κατά μέσο όρο.

Ο Αναγκαστικός Συνεταιρισμός Κροκοπαραγωγών Κοζάνης ιδρύθηκε το 1971, οδηγώντας σε μια ακμάζουσα καλλιέργεια κρόκου. Ο Κανονισμός Λειτουργίας του Συνεταιρισμού οριοθετεί τους κανονισμούς και τις παραμέτρους για την καλλιέργεια, τη συγκομιδή και την εμπορευματοποίηση του κρόκου. Η Κοζάνη είναι πλέον ο κύριος παραγωγός κρόκου στην Ελλάδα και η εξαιρετική ποιότητα της καλλιέργειας της έχει κερδίσει την ονομασία προστατευόμενης προέλευσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Προέλευση φυτικού υλικού

Στη συγκεκριμένη έρευνα το φυτικό υλικό του *Crocus sativus* L. συλλέχτηκε από καλλιέργεια που βρισκόταν στην περιοχή της Άνω Κόμης Κοζάνης, από όπου συλλέχτηκαν 200 βολβοί.



**Εικόνα 8 :** Πολλαπλασιαστικό υλικό *Crocus sativus* L.

### 2.2 Εγκατάσταση πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε αγροτεμάχιο στην περιοχή του Κρόκου Κοζάνης. Τον Ιούνιο του 2021 σε φυτεία έκτασης 7,5 τ.μ. φυτεύτηκαν 200 βολβοί κρόκου. Το βάθος φύτευσης ήταν 15 cm, η απόσταση των φυτών πάνω στη γραμμή ήταν 15 cm και η απόσταση των φυτών μεταξύ των γραμμών ήταν 25 cm. Το έδαφος στην έκταση που πραγματοποιήθηκε το πείραμα ήταν αργιλοπηλώδες. Τον Μάιο του 2021 (προ της εγκατάστασης), πάρθηκαν οι μετρήσεις των φαινοτυπικών χαρακτηριστικών των βολβών που αφορούσαν στη διάμετρο και στο βάρος των κόρμων.

Λόγω του ότι η καλλιέργεια του κρόκου είναι μία ξερική καλλιέργεια δεν έγινε καμία άρδευση . Αντίθετα, οι ανάγκες του φυτού σε νερό καλύφθηκαν από τις βροχές κατά τη διάρκεια του έτους. Οι καλλιεργητικές φροντίδες που απαιτούνται όπως, ξεβοτάνισμα και επεξεργασία εδάφους, έγιναν χειρονακτικά. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν καθημερινές επισκέψεις στον πειραματικό αγρό με σκοπό την λήψη παρατηρήσεων. Οι μετρήσεις που πάρθηκαν είχαν να κάνουν με



τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν όταν τα διάφορα φυτικά όργανα του φυτού έφτασαν στην τελική τους μορφή. Οι καταγραφές που έγιναν αφορούσαν το βάρος του βολβού, και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ανθέων. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν το μήκος και ο αριθμός των πετάλων, το μήκος, το πάχος και ο αριθμός των στιγμάτων, το μήκος, το πάχος και ο αριθμός των στημόνων ανά άνθος. Επιπρόσθετα, επισημάνθηκε και καταγράφηκε οποιαδήποτε απόκλιση από τον γνώριμο φαινότυπο του *Crocus sativus* L.



**Εικόνα 9 :** Πειραματικό τεμάχιο



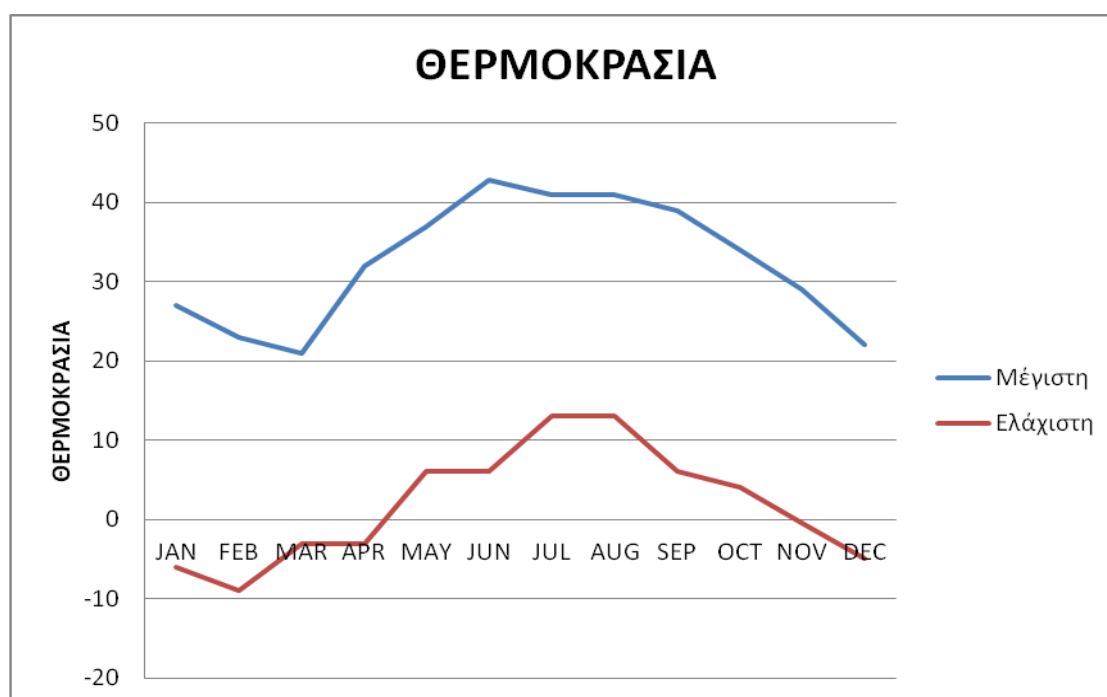
**Εικόνα 10 :** Φυτό κρόκου



**Εικόνα 11 :** Φυτό κρόκου

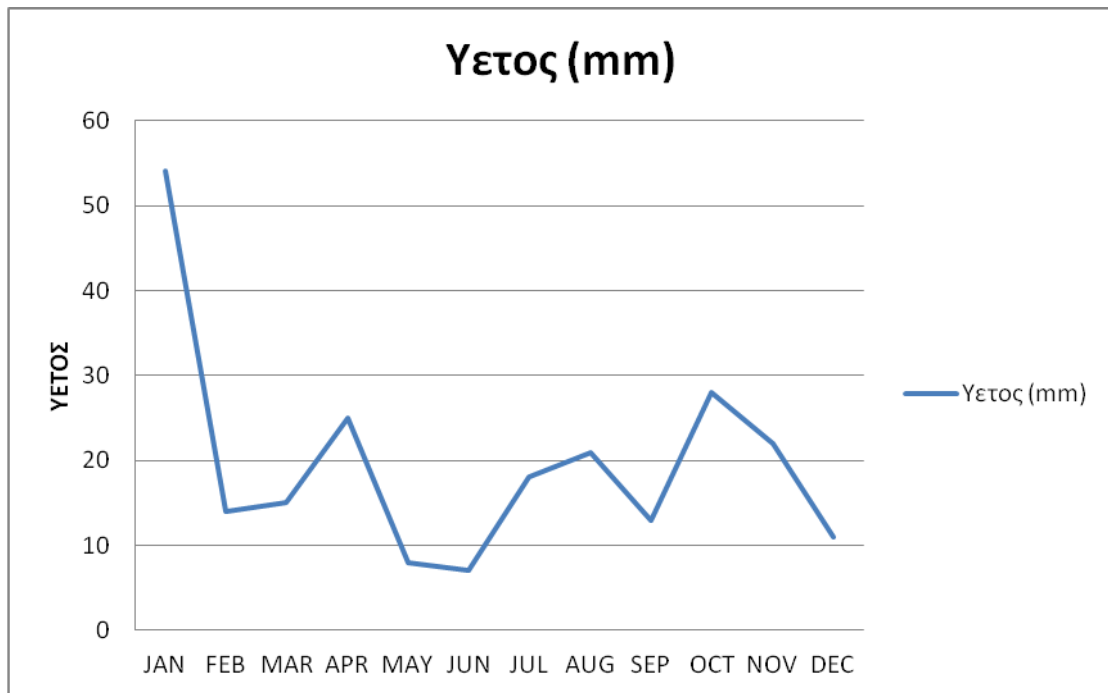
### 2.3 Θερμοκρασία και υετός στην περιοχή της Κοζάνης

Το χρονικό διάστημα πραγματοποίησης του πειράματος οι κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις), που επικράτησαν στην περιοχή της Κοζάνης, καταγράφονται στα παρακάτω διαγράμματα. Τα στοιχεία προήλθαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.



**Διάγραμμα 1.** Θερμοκρασίες (μέγιστη-ελάχιστη) της χρονικής περιόδου Ιανουαρίου – Δεκεμβρίου 2021.

Από το διάγραμμα 1 φαίνεται ότι την περίοδο Ιουνίου - Ιουλίου η μέγιστη θερμοκρασία ξεπέρασε τους 40°C, ενώ η ελάχιστη κυμάνθηκε από 6-13°C



**Διάγραμμα 2.** Υετός (σε mm βροχής) της χρονικής περιόδου Ιανουαρίου – Δεκεμβρίου 2021

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 2 την περίοδο Ιουνίου - Ιουλίου οι βροχοπτώσεις ήταν σε χαμηλά επίπεδα, ενώ την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου παρατηρήθηκε αυξημένη βροχόπτωση με 29 mm βροχής τον μήνα Οκτώβριο.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η άνθιση ξεκίνησε στις 31 Οκτωβρίου και συνεχίστηκε μέχρι και τις 10 Νοεμβρίου με μέγιστη ανθοφορία στις 8 Νοεμβρίου. Η χρονιά χαρακτηρίστηκε από χαμηλή ανθοφορία γενικά σε όλη την περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας. Παράλληλα επισημάνθηκε και η φθίνουσα πορεία που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια.

#### 3.1 Μορφολογική περιγραφή των φυτών του *Crocus sativus* L. στην περιοχή του Κρόκου.

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, των φυτών του κρόκου στην περιοχή του Κρόκου Κοζάνης: Παρουσιάζεται ο αριθμός των πετάλων, το μήκος των πετάλων, ο αριθμός των στημόνων, το μήκος των στημόνων, το πάχος των στημόνων, ο αριθμός των στιγμάτων, το μήκος των στιγμάτων, το πάχος των στιγμάτων και τέλος το βάρος του βολβού.

Πίνακας 1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά φυτών κρόκου στην περιοχή του Κρόκου.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΕΤΑΛΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΠΕΤΑΛΩΝ (cm)/ Μ.Ο.	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΗΜΟΝΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΣΤΗΜΟΝΩΝ (cm)/ Μ.Ο.	ΠΑΧΟΣ ΣΤΗΜΟΝΩΝ (mm)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ (cm)/Μ.Ο.	ΠΑΧΟΣ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ (mm)	ΒΑΡΟΣ ΒΟΛΒΟΥ (gr)
1	6	4,5-5/4,75	3	3-3,2/3,1	3	3	4,5-5/4,75	3	10
2	-	-	-	-	-	-	-	-	6
3	-	-	-	-	-	-	-	-	6
4	-	-	-	-	-	-	-	-	8
5	6	4-4,7/4,35	3	3,3-3,6/3,45	3	3	4,6-5,2/4,9	3	12
6	-	-	-	-	-	-	-	-	7
7	6	4,2-4,8/4,5	3	3,2	3	3	4,4-4,8/4,6	2	10
8	-	-	-	-	-	-	-	-	7
9	-	-	-	-	-	-	-	-	5
10	6	4,5-5/4,75	3	3-3,1/3	3	3	4,5-5/4,75	3	12
11	-	-	-	-	-	-	-	-	6
12	-	-	-	-	-	-	-	-	7
13	-	-	-	-	-	-	-	-	5

14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
15	6	3,5-4,2/3,85	3	2-2,4/2,2	2	3	2,6-3/2,8	3	11	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
18	6	4,4-5,1/4,75	3	3,2	2	3	4,4-4,7/4,5	3	10	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
20	6	4,2-4,8/4,5	3	3-3,2/3,1	2	3	4,3-4,4/4,35	3	6	
21	6	3,5-4,5/4	3	2,3-2,5/2,4	2	3	3,3-4,3/3,8	3	12	
22	6	4-4,5/4,25	3	1,7-1,9/1,8	2	3	3,2-3,6/3,4	2	10	
23	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
24	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
25	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
26	6	3,5-4/3,75	3	2,3-2,4/2,35	2	3	3-3,5/3,25	2	11	
27	6	4,4-5,1/4,75	3	3,2	2	3	4,4-4,7/4,55	3	11	
28	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
29	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
30	6	3,5-4,2/3,85	3	2-2,4/2,2	2	3	2,6-3/2,8	3	12	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
32	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
33	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
34	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
35	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
36	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
37	6	3,5-4,5/4	3	2,3-2,5/2,4	2	3	3,3-4,3/3,8	3	12	
38	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
39	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
40	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
41	6	3,4-3,7/3,55	3	1,9-2,1/2	2	3	3,3-4,2/3,75	3	12	
42	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
43	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
44	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
45	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
46	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	
47	6	5,5-5,8/5,65	3	3-3,2/3,1	2	3	4,1-5/4,55	3	14	
48	6	3,5-4,5/4	3	2,3-2,5/2,4	2	3	3,3-4,3/3,8	3	12	
49	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
50	6	4-4,5/4,25	3	1,7-1,9/1,8	2	3	3,2-3,6/3,4	2	7	
51	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	
52	6	3,5-4,4/3,95	3	1,6-1,9/1,75	1	3	4-4,4/4,2	2	7	
53	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	
54	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
55	-	-	-	-	-	-	-	-	4	

56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
62	6	5,4-6/5,7	3	2,3-2,5/2,4	2	3	3,8-4,1/3,95	3	16	
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5
64	6	3,5-4/3,55	3	2,3-2,4/2,35	2	3	3-3,5/3,25	2	8	
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5
66	6	3,4-3,7/3,55	3	1,9-2,1/2	2	3	3,3-4,2/3,75	3	7	
67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
68	6	3,4-4/3,7	3	2,3-2,4/2,35	2	3	2,6-3,1/2,85	2	8	
69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5
73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
78	6	3,9-4,5/4,2	3	2,2-2,4/2,3	2	3	3,1-4/3,55	2	12	
79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5
81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
82	6	3,8-4,5/4,15	3	2,3-2,4/2,35	2	3	3,1-4/3,55	2	12,5	
83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,5
84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
85	6	3-3,9/3,45	3	2-2,1/2,05	2	3	3,9-4,2/4,05	3	11	
86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5
93	6	4,9-5,9/5,4	3	2-2,1/2,05	3	3	4,5-4,8/4,65	3	15	
94	6	5,5-5,8/5,65	3	3-3,2/3,1	2	3	4,1-5/4,55	3	14	
95	6	4,9-5,8/5,35	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-4,9/4,7	3	15	
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8



98	6	5,5-5,9/5,7	3	3-3,2/3,1	2	3	4,1-5,1/4,6	6	14
99	-	-	-	-	-	-	-	-	4
100	-	-	-	-	-	-	-	-	10
101	6	5,4-6/5,7	3	2,3-2,5/2,4	2	3	3,8- 4,1/3,95	3	20
102	-	-	-	-	-	-	-	-	9
103	6	3,2-4/3,6	3	2-2,1/2,05	2	3	2,8-3/2,9	2	15
104	6	5,5-6,2/5,85	3	3,5-4/3,75	3	3	4,5-5/4,75	3	5
105	6	3,2-3,9/3,55	3	2-2,2/2,1	2	3	2,9-3/2,95	2	14,5
106	6	5,4-6/5,7	3	2,3-2,5/2,4	2	3	3,8- 4,1/3,95	3	16
106	6	3,2-4/3,6	3	2-2,1/2,05	2	3	2,8-3/2,9	2	16
107	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5
108	6	3,3-4,3/3,8	3	2,1-2,3/2,2	2	3	3,9-4,3/4,1	2	12,5
109	-	-	-	-	-	-	-	-	5
110	6	3,5-4,2/3,85	3	3,3-3,6/3,45	2	3	4,2- 4,7/4,45	3	24
111	6	3,2-4,2/3,7	3	2-2,3/2,15	3	3	4,3-4,5/4,4	3	10
112	6	3,2-4,2/3,7	3	2,5-2,9/2,7	3	3	4,1-5/4,55	3	6
113	6	4,2 - 5,2/4,7	3	2,7	3	3	4,4- 4,7/4,55	4	25
114	6	3,5-4,2/3,85	3	3,3-3,6/3,45	2	3	4,2- 4,7/4,45	3	20
114	6	3,5-4/3,75	3	2,3-2,5/2,4	3	3	3,1- 3,4/3,25	3	20
115	-	-	-	-	-	-	-	-	10
116	6	4,3-5/4,65	3	2,8-3/2,9	2	3	4-4,7/4,35	2	22
116	6	3,5-4/3,75	3	2,1-2,6/2,35	2	3	3,1-4/3,55	3	22
117	6	4,2 - 5,2/4,7	3	2,7	3	3	4,4- 4,7/4,55	4	17
117	6	3,6-4,2/3,9	3	2-2,3/2,15	2	3	3,2-4,2/3,7	2	17
118	6	3,5-4,2/3,85	3	2,1-2,2/2,15	2	3	3,1-3,5/3,3	2	13
118	6	3,9-4,4/4,15	3	2,5-2,6/2,55	3	3	4,4-5/4,7	2	13
119	-	-	-	-	-	-	-	-	10
120	6	4,9-5,8/5,35	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-4,9/4,7	3	15
121	6	4,8-5,8/5,3	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-5/4,75	3	15
122	6	5,1-5,7/5,4	3	3,5-3,6/3,55	2	3	4,8-5,4/5,1	3	20
122	6	3-4/ 3,5	3	2,5-2,6/2,55	3	3	3,3-4/3,65	3	20
123	6	4,6-5,1/4,85	3	3-3,2/3,1	2	3	4,4-5/4,7	3	8
124	6	3,5-4,2/3,85	3	2,1-2,6/2,35	2	3	4,4-4,6/4,5	3	23
125	-	-	-	-	-	-	-	-	7
126	6	3,5-4,4/3,95	3	1,8-1,9/1,85	2	3	3,5-4/3,75	3	18
127	6	3,7-4,2/3,95	3	2-2,1/2,05	2	3	3,9- 4,4/4,15	3	22
127	6	3,5-4,8/3,65	3	2,1-2,3/2,2	2	3	2,9-3,1/3	2	22
127	6	3,4-4,1/3,75	3	2-2,5/2,25	2	3	4-4,2/4,1	2	22
128	-	-	-	-	-	-	-	-	3
129	-	-	-	-	-	-	-	-	9
130	6	4,9-5,8/5,35	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-4,9/4,7	3	17

131	6	3,3-4,3/3,8	3	2,1-2,3/2,2	2	3	3,9-4,3/4,1	2	23
132	-	-	-	-	-	-	-	-	13
133	-	-	-	-	-	-	-	-	10
134	6	5-5,4/5,2	3	3-3,1/3,05	3	3	4,7-5,1/4,9	3	18
135	6	4,2 - 3,5/3,85	3	2,3 - 2,5/2,4	3	3	3,8 - 4/3,9	2	22
135	6	3,5-4/3,75	3	2-2,1/2,05	2	3	2,5-3/2,75	1	22
136	-	-	-	-	-	-	-	-	8
137	6	4,9-5,8/5,35	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-4,9/4,7	3	13
138	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5
139	-	-	-	-	-	-	-	-	3
140	6	4,2 - 3,5/3,85	3	2,3 - 2,5/2,4	3	3	3,8 - 4/3,9	2	12
141	6	4,9-5,8/5,35	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-4,9/4,7	3	15
142	-	-	-	-	-	-	-	-	4
143	6	3,6-4,1/3,85	3	2,9-3/2,95	2	3	4,2-4,4/4,3	3	19
144	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5
145	-	-	-	-	-	-	-	-	5
146	6	4,7-5,4/5,05	3	3,3-3,5/3,4	3	3	4,5-5/4,75	3	15
147	-	-	-	-	-	-	-	-	6
148	-	-	-	-	-	-	-	-	4
149	-	-	-	-	-	-	-	-	6
150	-	-	-	-	-	-	-	-	5
151	-	-	-	-	-	-	-	-	5
152	-	-	-	-	-	-	-	-	4
153	6	5-5,4/5,2	3	3-3,1/3,05	3	3	4,7-5,1/4,9	3	23
154	6	4,2 - 3,5/3,85	3	2,3 - 2,5/2,4	3	3	3,8 - 4/3,9	2	15,5
155	-	-	-	-	-	-	-	-	5
156	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5
157	6	3,3-3,9/3,6	3	3,5-3,7/3,6	2	3	4,3-4,5/4,4	3	14
158	-	-	-	-	-	-	-	-	9
159	-	-	-	-	-	-	-	-	6
160	-	-	-	-	-	-	-	-	5
161	-	-	-	-	-	-	-	-	10
162	6	3-4,1/3,55	3	2,6-2,9/2,75	2	3	4-4,5/4,25	3	22
163	-	-	-	-	-	-	-	-	4
164	-	-	-	-	-	-	-	-	9
165	-	-	-	-	-	-	-	-	17
166	6	3,5-4,2/3,85	3	2,1-2,3/2,2	2	3	3,6-4/3,8	3	22
166	6	3,3-3,9/2,1	3	3,5-3,7/3,6	2	3	4,3-4,5/4,4	3	22
167	6	4,8-5,5/5,15	3	2,4-3/2,7	2	3	4,5-4,7/4,6	3	23
167	6	3,4-4/3,7	3	2,8-3/2,9	2	3	4-4,5/4,25	3	23
167	6	3-4,1/3,55	3	2,6-2,9/2,75	2	3	4-4,5/4,25	3	23
168	6	3,5-4,6/4,05	3	2,4-2,6/2,5	1	3	3,5- 3,8/3,65	3	8

169	6	3,7-4,5/4,1	3	2,5-3/2,75	2	3	4,1-4,4/4,25	2	26
170	-	-	-	-	-	-	-	-	7
171	6	3,2-3,8/3,5	3	2,6-2,8/2,7	2	3	4,3-5/4,15	3	17
172	6	4,9-5,4/5,15	3	3,5-3,7/3,6	2	3	4,3-5/4,65	4	6
173	-	-	-	-	-	-	-	-	15
174	6	3,8-4,4/4,1	3	2,5-2,6/2,55	2	3	3-4,2/3,6	2	4
175	6	3,3-3,9/3,6	3	2,1-2,3/2,2	2	3	2,4-2,9/2,65	2	15
176	6	5-4,5/4,75	3	3	2	3	3,5-4/3,75	3	18
177	6	3,8-4,5/4,15	3	2,3	3	3	4-4,6/4,3	3	16
178	-	-	-	-	-	-	-	-	5
179	-	-	-	-	-	-	-	-	3
180	-	-	-	-	-	-	-	-	5
181	-	-	-	-	-	-	-	-	7
182	6	3,2-3,8/3,5	3	2,6-2,8/2,7	2	3	4,3-5/4,65	3	16
183	-	-	-	-	-	-	-	-	8
184	6	4,6-5,4/5	3	3,3-3,5/3,4	3	3	4,7-4,9/4,8	2	22
184	6	3,6-4,3/3,95	3	2,8-2,9/2,85	2	3	2,5-3/2,75	2	22
185	6	5-4,5/4,75	3	3	2	3	3,5-4/3,75	3	23
185	6	3,8-4,5/4,15	3	2,3	3	3	4-4,6/4,3	3	23
186	6	4,2-3,5/3,85	3	2,3-2,5/2,4	3	3	3,8-4/3,9	2	23
187	6	4,9-5,8/5,35	3	2-2,2/2,1	3	3	4,5-4,9/4,7	3	17,5
188	-	-	-	-	-	-	-	-	4
189	6	4,6-5,4/5	3	3,3-3,5/3,4	3	3	4,7-4,9/4,8	2	20,5
190	6	3,6-4,3/3,95	3	2,8-2,9/2,85	2	3	2,5-3/2,75	2	17
191	-	-	-	-	-	-	-	-	4
192	6	3,7-4,5/4,1	3	2-2,2/2,1	2	3	4,1-4,4/4,25	2	18
192	6	3,5-4,1/3,8	3	2,2-2,4/2,3	2	3	3,2-4/2,6	3	18
193	6	3,8-4,2/4	3	2,7-2,9/2,8	2	3	4,2-4,7/4,45	3	17
194	-	-	-	-	-	-	-	-	5
195	-	-	-	-	-	-	-	-	5
196	6	3,5-4,1/3,8	3	2,2-2,4/2,3	2	3	3,2-4/3,6	3	11,5
197	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5
198	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5
199	-	-	-	-	-	-	-	-	6
200	-	-	-	-	-	-	-	-	4
M. O.	6	4,288776	3	2,57449	2,295918	3	4,04949	2,693878	10,3907

Συνολικά από τα 200 φυτά που μετρήθηκαν (πίνακας 1) το 51,0% δηλ. 102 φυτά δεν άνθισαν. Από τους 98 κόρμους που άνθισαν, οι 85 (δηλ. ποσοστό 87%) έφεραν 1 μόνο άνθος, οι 11(το 11%) έφεραν 2 άνθη και οι 2(το 2%) έφεραν 3 άνθη.

Από τα 98 φυτά που άνθισαν όλα (το 100%) έφεραν άνθη με 6 πέταλα, 3 στήμονες και 3 στίγματα. Ως προς τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν (μήκος πετάλων, μήκος στημόνων, μήκος στίγματος) παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα. Το μήκος των πετάλων κυμάνθηκε από 3 έως 6,0 cm. Το μήκος των πετάλων στο 24% των φυτών (23 φυτά) ήταν 5-6 cm, το 28% των φυτών (28 φυτά) ήταν 4-5 cm, το 47% των φυτών (46 φυτά) ήταν 3-4 cm και το υπόλοιπο 1% (1 φυτό) ήταν 2-3 cm. Το μήκος των στημόνων κυμάνθηκε από 1,5 έως 3,7cm. Στο 25% (25 φυτά) των φυτών το μήκος των στημόνων ήταν 3-3,5 cm, στο 20% (19 φυτά) 2,5-3 cm, στο 51% ( 50 φυτά) 2-2,5 cm και σε ένα 4% (4 φυτά) το μήκος των στημόνων ήταν 1,5-2 cm. Το πάχος των στημόνων στο 32% (31 φυτά) ήταν 3 mm, στο 66% (65 φυτά) ήταν 2 mm και σε ένα 2% (2φυτά) ήταν 1 mm.

Το μήκος του στίγματος κυμάνθηκε από 2,4 έως 5,4 cm. Στο 34% (33 φυτά) το μήκος του στίγματος ήταν 4,5-5 cm, στο 24% (24 φυτά) ήταν 4-4,5 cm, στο 24% (23 φυτά) ήταν 3,5-4 cm, στο 7% (7 φυτά) ήταν 3-3,5 cm και στο 11% (11 φυτά) ήταν 2,5-3 cm. Το πάχος του στίγματος κυμάνθηκε από 1-4 mm. Συγκεκριμένα ένα 3% των φυτών (4 φυτά) είχε στίγμα πάχους 4 mm, ένα 61% (60 φυτά) είχε στίγμα πάχους 3 mm, το 33% (32 φυτά) των φυτών εμφάνισε στίγμα πάχους 2 mm και το υπόλοιπο 1% ( 2 φυτά) είχε λεπτότερα στίγματα πάχους 1 mm.

Όσον αφορά το βάρος του κόρμου, αυτό κυμάνθηκε από 4 έως 26 γραμμάρια. Στο 23% (22 φυτά) το βάρος του βολβού ήταν 4-11gr, το 46% (45 φυτά) ήταν 12-18 gr και το 31% (31 φυτά) ήταν 19-26 gr. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα φυτά που δεν άνθισαν προέκυψαν κατά κύριο λόγο από μικρούς κόρμους βάρους έως 10 gr. Εξάιρεση αποτέλεσε ένας κόρμος 17 γραμμαρίων που έδωσε φυτό που δεν άνθισε. Επιπροσθέτως υπήρξαν 12 κόρμοι μικρότερου βάρους (4 έως 8 γραμμαρίων) που έδωσαν φυτά που έφεραν άνθη.

Τέλος δεν παρατηρήθηκε κάποιο άνθος με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

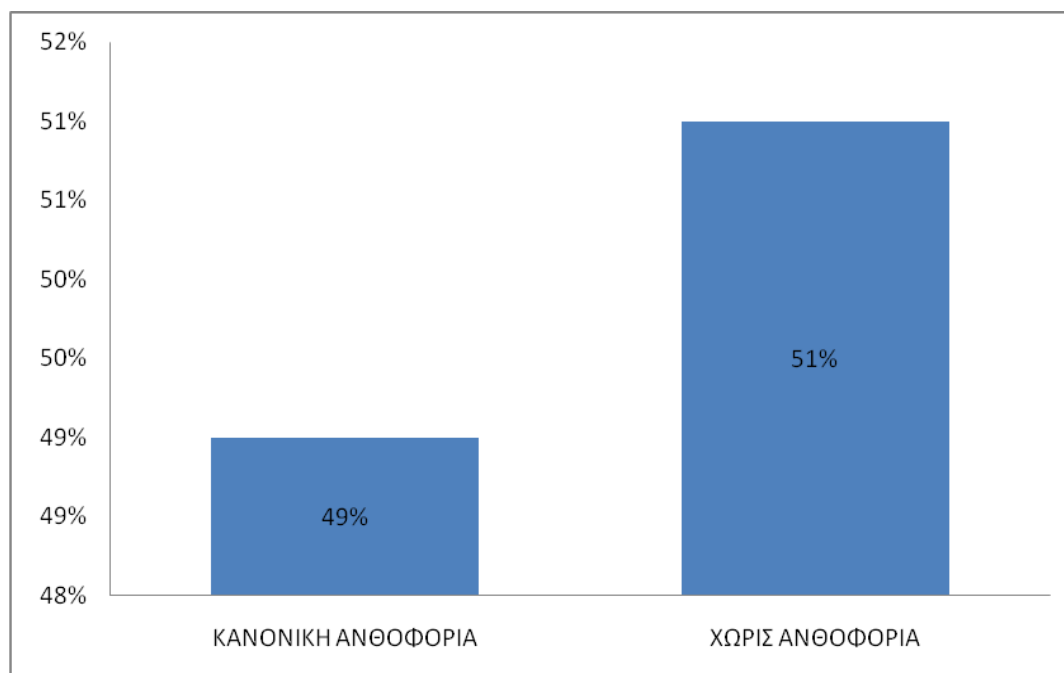
**Πίνακας 2.** Μορφολογικά χαρακτηριστικά φυτών κρόκου με βάρος κόρμου >15gr.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΕΤΑΛΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΠΕΤΑΛΩΝ (cm)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΗΜΟΝΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΣΤΗΜΟΝΩΝ (cm)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΗΜΟΝΩΝ (mm)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ (cm)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΙΓΜΑΤΩΝ (mm)	ΒΑΡΟΣ ΒΟΛΒΟΥ (gr)
62	6	5,4-6	3	2,3-2,5	2	3	3,8-4,1	3	16
93	6	4,9-5,9	3	2-2,1	3	3	4,5-4,8	3	15
95	6	4,9-5,8	3	2-2,2	3	3	4,5-4,9	3	15
101	6	5,4-6	3	2,3-2,5	2	3	3,8-4,1	3	20
103	6	3,2-4	3	2-2,1	2	3	2,8-3	2	15
106	6	5,4-6	3	2,3-2,5	2	3	3,8-4,1	3	16
106	6	3,2-4	3	2-2,1	2	3	2,8-3	2	16
110	6	3,5-4,2	3	3,3-3,6	2	3	4,2-4,7	3	24
113	6	4,2 - 5,2	3	2,7	3	3	4,4 - 4,7	4	25
114	6	3,5-4,2	3	3,3-3,6	2	3	4,2-4,7	3	20
114	6	3,5-4	3	2,3-2,5	3	3	3,1-3,4	3	20
116	6	4,3-5	3	2,8-3	2	3	4-4,7	2	22
116	6	3,5-4	3	2,1-2,6	2	3	3,1-4	3	22
117	6	4,2 - 5,2	3	2,7	3	3	4,4 - 4,7	4	17
117	6	3,6-4,2	3	2-2,3	2	3	3,2-4,2	2	17
120	6	4,9-5,8	3	2-2,2	3	3	4,5-4,9	3	15
121	6	4,8-5,8	3	2-2,2	3	3	4,5-5	3	15
122	6	5,1-5,7	3	3,5-3,6	2	3	4,8-5,4	3	20
122	6	3-4 .	3	2,5-2,6	3	3	3,3-4	3	20
124	6	3,5-4,2	3	2,1-2,6	2	3	4,4-4,6	3	23
126	6	3,5-4,4	3	1,8-1,9	2	3	3,5-4	3	18
127	6	3,7-4,2	3	2-2,1	2	3	3,9-4,4	3	22
127	6	3,5-4,8	3	2,1-2,3	2	3	2,9-3,1	2	22
127	6	3,4-4,1	3	2-2,5	2	3	4-4,2	2	22
130	6	4,9-5,8	3	2-2,2	3	3	4,5-4,9	3	17
131	6	3,3-4,3	3	2,1-2,3	2	3	3,9-4,3	2	23
134	6	5-5,4	3	3-3,1	3	3	4,7-5,1	3	18
135	6	4,2 - 3,5	3	2,3 - 2,5	3	3	3,8 - 4	2	22
135	6	3,5-4	3	2-2,1	2	3	2,5-3	1	22
141	6	4,9-5,8	3	2-2,2	3	3	4,5-4,9	3	15
143	6	3,6-4,1	3	2,9-3	2	3	4,2-4,4	3	19
146	6	4,7-5,4	3	3,3-3,5	3	3	4,5-5	3	15
153	6	5-5,4	3	3-3,1	3	3	4,7-5,1	3	23
154	6	4,2 - 3,5	3	2,3 - 2,5	3	3	3,8 - 4	2	15,5
162	6	3-4,1	3	2,6-2,9	2	3	4-4,5	3	22
166	6	3,5-4,2	3	2,1-2,3	2	3	3,6-4	3	22
166	6	3,3-3,9	3	3,5-3,7	2	3	4,3-4,5	3	22
167	6	4,8-5,5	3	2,4-3	2	3	4,5-4,7	3	23
167	6	3,4-4	3	2,8-3	2	3	4-4,5	3	23
167	6	3-4,1	3	2,6-2,9	2	3	4-4,5	3	23
169	6	3,7-4,5	3	2,5-3	2	3	4,1-4,4	2	26

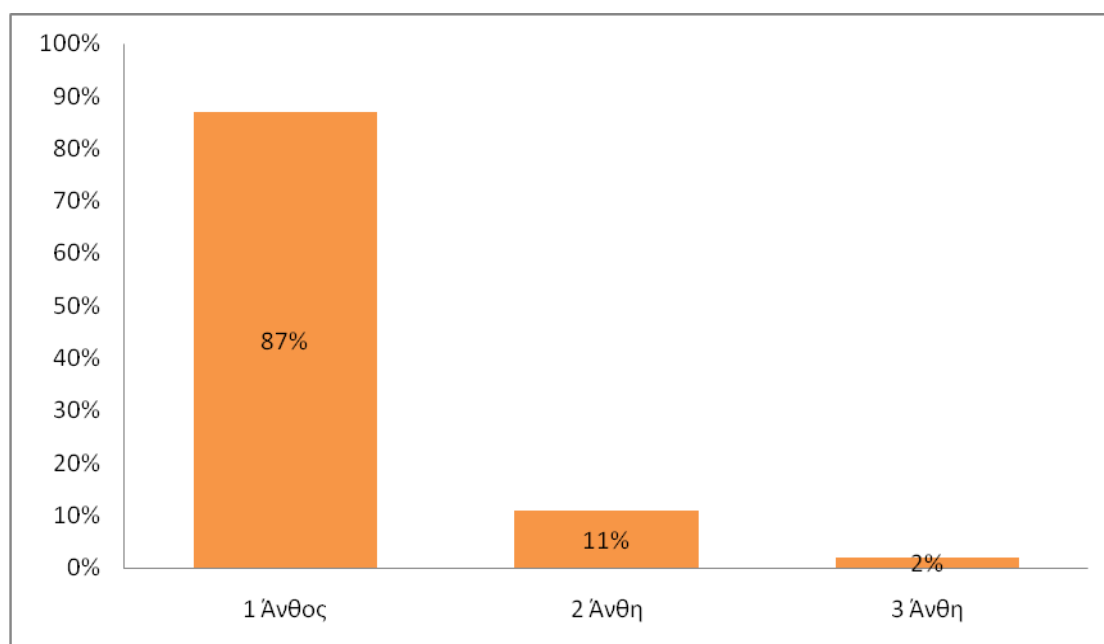
171	6	3,2-3,8	3	2,6-2,8	2	3	4,3-5	3	17
175	6	3,3-3,9	3	2,1-2,3	2	3	2,4-2,9	2	15
176	6	5-4,5	3	3	2	3	3,5-4	3	18
177	6	3,8 - 4,5	3	2,3	3	3	4 - 4,6	3	16
182	6	3,2-3,8	3	2,6-2,8	2	3	4,3-5	3	16
184	6	4,6-5,4	3	3,3-3,5	3	3	4,7-4,9	2	22
184	6	3,6-4,3	3	2,8-2,9	2	3	2,5-3	2	22
185	6	5-4,5	3	3	2	3	3,5-4	3	23
185	6	3,8 - 4,5	3	2,3	3	3	4 - 4,6	3	23
186	6	4,2 - 3,5	3	2,3 - 2,5	3	3	3,8 - 4	2	23
187	6	4,9-5,8	3	2-2,2	3	3	4,5-4,9	3	17,5
189	6	4,6-5,4	3	3,3-3,5	3	3	4,7-4,9	2	20,5
190	6	3,6-4,3	3	2,8-2,9	2	3	2,5-3	2	17
192	6	3,7-4,5	3	2-2,2	2	3	4,1-4,4	2	18
192	6	3,5-4,1	3	2,2-2,4	2	3	3,2-4	3	18
193	6	3,8-4,2	3	2,7-2,9	2	3	4,2-4,7	3	17

Από τους πίνακες 1 και 2 φαίνεται ότι 57 φυτά από τα 98 είχαν προκύψει από κόρμους με βάρος μεγαλύτερο των 15 γραμμαρίων. Από τα 57 φυτά, τα 27 προέκυψαν από κόρμους βάρους 15-19 γραμμάρια. Σε αυτά τα 27 φυτά το μήκος των στιγμάτων κυμάνθηκε από 2,4 έως 5,1 cm και το πάχος των στιγμάτων κυμάνθηκε από 2-3 mm. Από τα 30 φυτά που προέκυψαν από κόρμους βάρους 20- 26 gr το μήκος των στιγμάτων κυμάνθηκε από 2,5 έως 5,1 cm και το πάχος των στιγμάτων κυμάνθηκε από 2-3 mm. Από αυτό γίνεται κατανοητό ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ του βάρους του κόρμου και του μήκους και πάχους των στιγμάτων. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από τον συντελεστή συσχέτισης που υπολογίστηκε.

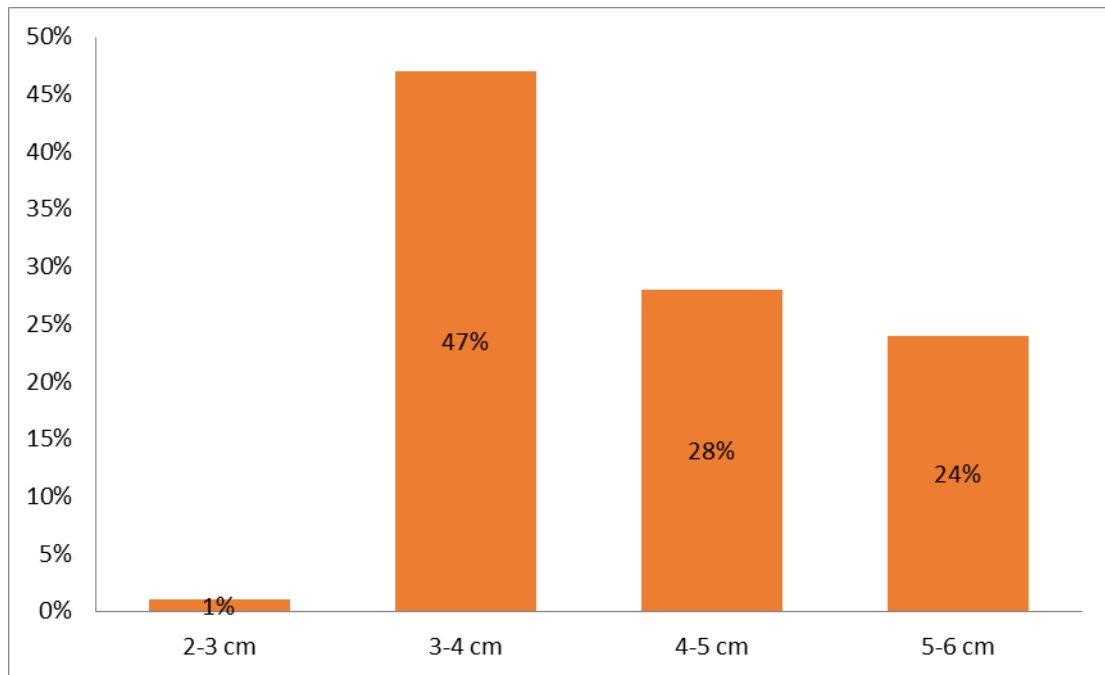
### 3.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα φυτικών οργάνων στην περιοχή του Κρόκου.



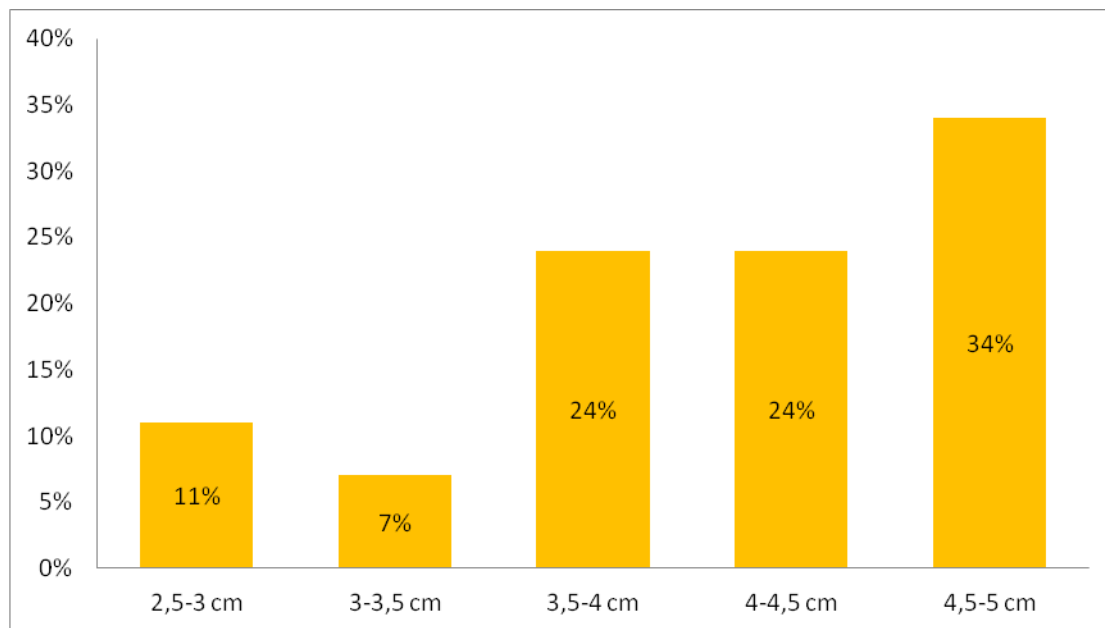
Εικόνα 12 : Απεικόνιση της ανθοφορίας στην περιοχή του Κρόκου.



Εικόνα 13 : Απεικόνιση του αριθμού των ανθέων από κάθε κόρμιο στην περιοχή του Κρόκου.

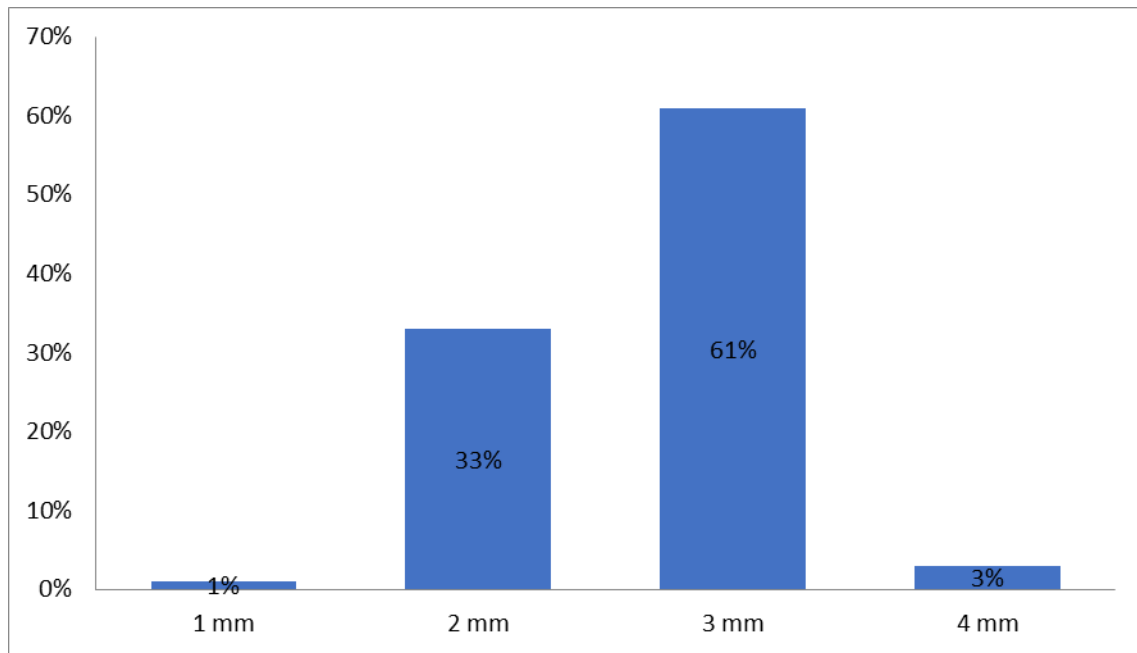


Εικόνα 14 : Απεικόνιση του μήκους πετάλων στην περιοχή του Κρόκου.

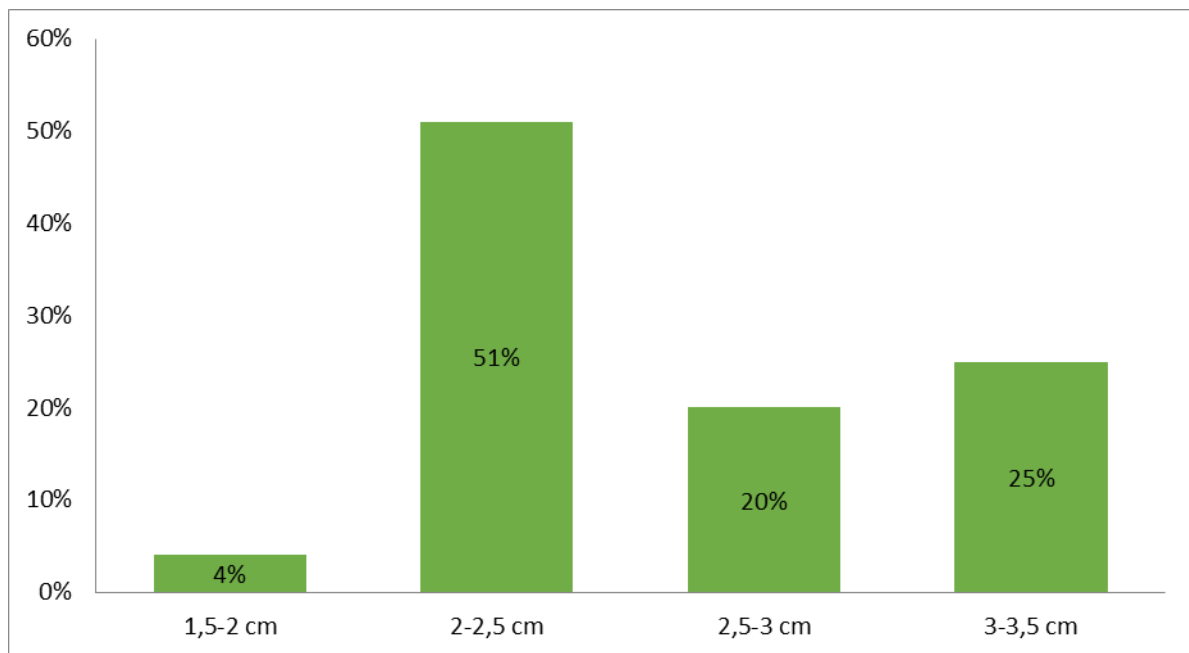


Εικόνα 15 : Απεικόνιση του μήκους στίγματος στην περιοχή του Κρόκου.

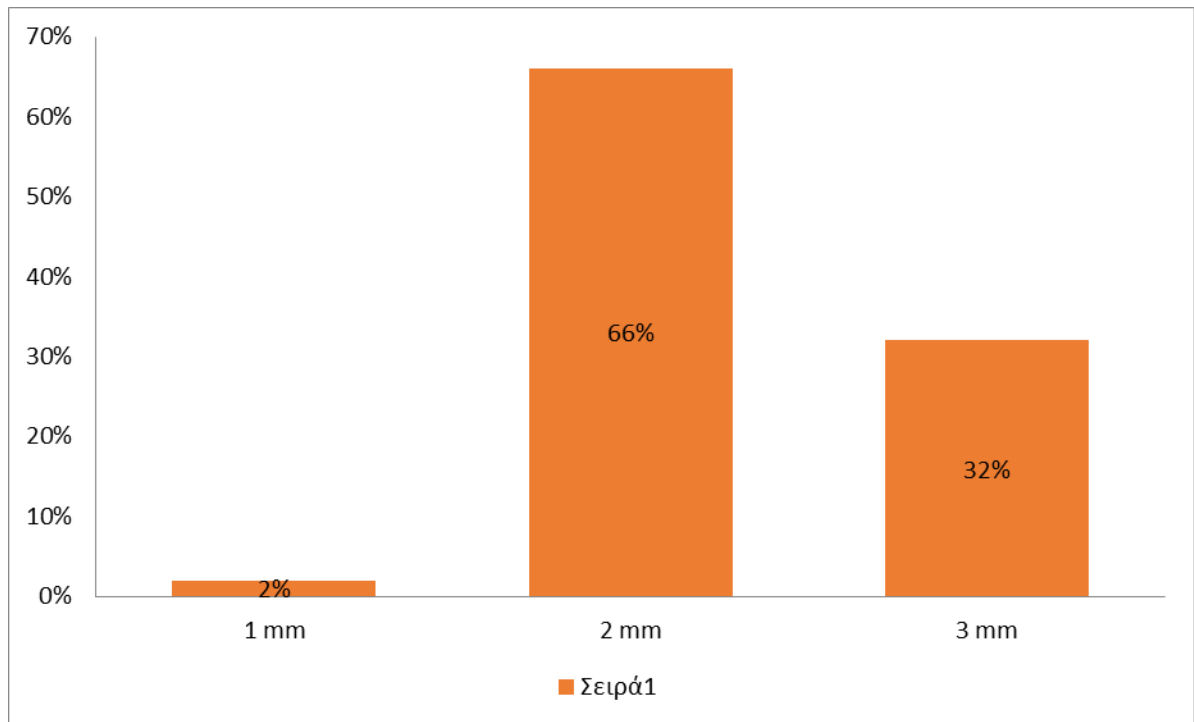




Εικόνα 16 : Απεικόνιση του πάχους στίγματος στην περιοχή του Κρόκου.



Εικόνα 17 : Απεικόνιση του μήκους στημόνων στην περιοχή του Κρόκου.



Εικόνα 18 : Απεικόνιση του πάχους στημόνων στην περιοχή του Κρόκου.

### 3.3 Στατιστική ανάλυση των σημαντικότερων αγρονομικών χαρακτηριστικών του *C. sativus* L.

Πίνακας 3. Συσχέτιση μήκους στίγματος, πάχους στίγματος, μήκους στημόνων, και πάχους στιγμάτων με το βάρος του κόρμου.

R	Πάχος Στημόνων	Μήκος Στημόνων	Πάχος Στιγμάτων	Μήκος Στιγμάτων
Βάρος κόρμου	0,0063	0,0047	0,0016	0,0031

Από τον πίνακα 3 γίνεται αντιληπτό ότι δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ του βάρους του κόρμου και του πάχους των στημόνων, του μήκους των στημόνων, του πάχους των στιγμάτων και του μήκους των στιγμάτων.

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία είχε ως σκοπό τη διερεύνηση του εγχώριου γενετικού υλικού καλλιεργούμενου κρόκου, αξιολογώντας τυχόν φαινοτυπικές διαφορές. Ερμηνεύοντας τα μοτίβα και σκιαγραφώντας το εύρος της επίδρασης παρατηρήθηκε σαφής τάση προς ένα συγκεκριμένο φαινότυπο στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού. Παρατηρήθηκαν μικρές αποκλίσεις στη συμπεριφορά του φυτού που πιθανόν οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως, το μικροκλίμα της περιοχής (θερμοκρασία, υγρασία, βροχοπτώσεις) που μπορεί να επηρεάσει τη μορφολογία του φυτού, οι εδαφικές συνθήκες (σύσταση, θρεπτικά συστατικά, οργανική ουσία, pH) οι οποίες επίσης παίζουν σημαντικό ρόλο και τέλος παθογόνα και εχθροί που μπορούν να δράσουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη και να επηρεάσουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Εκτός από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, η διαφορετικότητα στα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά μπορεί να οφείλεται και σε γενετικούς παράγοντες. Η ύπαρξη άγνωστων γενετικών παραγόντων αποτελεί ένα ενδιαφέρον ερευνητικό πεδίο. Η μελέτη των Sheikh et al (2014) συμφωνεί με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, όσον αφορά την υψηλή φαινοτυπική διακύμανση. Η εργασία τους υπογραμμίζει την επίδραση του περιβάλλοντος στην μορφολογία του φυτού, η οποία κατά την άποψη τους είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη γενοτυπική. Όσον αφορά την ανθοφορία του φυτού, αποτελεί ένα ερευνητικό πεδίο με ελλιπή γνώση. Οι πληροφορίες για την επαγωγή και τον αριθμό ανθέων ανά κόρμιο είναι περιορισμένες. Σύμφωνα με τους Agayev et al (2009), ο αριθμός και η ποιότητα των οφθαλμών εξαρτώνται από περιβαλλοντικές πληροφορίες. Ο μητρικός κόρμιος συλλέγει αυτές τις πληροφορίες κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Η περιβαλλοντική επίδραση στην ανάπτυξη των οφθαλμών μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικό αριθμό και ποιότητα ανθέων. Η παραμονή των κόρμιων για πάνω από 10 χρόνια στο ίδιο χωράφι, σύμφωνα με τους Grilli Caiola et al (2005), μειώνει το μέγεθός τους και, άρα, την παραγωγή ανθέων. Ο Tammao (1987, 1990) υπογραμμίζει ότι η ηλικία του βολβού αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό των ανθέων. Η μείωση του μεγέθους των κόρμιων με την πάροδο του χρόνου ίσως οφείλεται σε γήρανση ή σε συσσώρευση ασθενειών. Η παραμονή στο ίδιο χωράφι ίσως να οδηγήσει σε εξάντληση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους, επηρεάζοντας αρνητικά την ανάπτυξη των κόρμιων. Η αλληλεπίδραση ηλικίας κόρμιων και περιβάλλοντος ίσως να

παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ανθέων. Ο Benschop (1993) θεωρεί ότι διάμετρος κόρμων μεγαλύτερη από 1 cm (ή 1,1 g) είναι απαραίτητη για την παραγωγή ανθέων. Βολβοί μικρότερου μεγέθους δεν θα παράγουν άνθη. Οι Negbi et al. (1989) βρήκαν ότι για ανθοφορία απαιτείται οι κόρμοι να έχουν βάρος μεγαλύτερο από 3,2 g, ενώ άλλοι ερευνητές βρήκαν ότι χρειάζονται κόρμοι μεγαλύτεροι από 2,5 g (Plessner et al. 1989, Tammaro 1999). Αντίθετα, οι McGimpsey et al. (1997) ανακάλυψαν ότι οι κόρμοι που ζύγιζαν λιγότερο από 6,9 g δεν άνθιζαν. Στην παρούσα εργασία τα φυτά που δεν άνθισαν προέκυψαν κατά κύριο λόγο από μικρούς κόρμους βάρους έως 10 gr, με εξαίρεση έναν κόρμο 17 γραμμαρίων που έδωσε φυτό που δεν άνθισε. Και επιπλέον 12 κόρμοι μικρότερου βάρους (4 έως 8 γραμμαρίων) έδωσαν φυτά που έφεραν άνθη. Μελέτες των DeMastro και Ruta (1993) έχουν δείξει ότι η αύξηση του μεγέθους των στελεχών οδηγεί σε αύξηση της παραγωγής λουλουδιών. Επιπλέον, οι DeJuan et al. (2009) βρήκαν ότι κόρμοι με διάμετρο 2,25-3 cm και βάρος 5-11 g παρήγαγαν περισσότερα άνθη από μικρότερους βολβούς (διάμετρος < 3 cm) και πως το μέγεθος του βολβού μειώνεται όσο αυξάνεται η πυκνότητα φύτευσης. Τέλος, οι Khan et al. (2011) συνέκριναν 16 διαφορετικά μεγέθη κόρμων (που κυμαίνονταν από 1g έως 16g) και διαπίστωσαν ότι οι μεγαλύτεροι κόρμοι (16 g) παρήγαγαν περισσότερους νέους κόρμους σε σύγκριση με μικρότερους κόρμους (1 g). Οι περισσότερες μελέτες που εξετάζουν την επίδραση του μεγέθους, της ηλικίας και της πυκνότητας φύτευσης στην ανθοφορία και στους νέους βολβούς βασίζονται σε βραχυπρόθεσμα πειράματα. Υπάρχει μία έλλειψη μακροπρόθεσμης παρατήρησης. Δεν γνωρίζουμε πώς οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν την ανάπτυξη και την παραγωγή σε βάθος χρόνου. Και μία απουσία δεδομένων για διαφορετικές πυκνότητες φύτευσης. Η πλειοψηφία των μελετών εστιάζει σε μια μόνο πυκνότητα φύτευσης, αγνοώντας την πιθανή αλληλεπίδραση με το μέγεθος και την ηλικία του βολβού. Στην παρούσα εργασία που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Κρόκου Κοζάνης παρατηρήθηκε μικρή ανθοφορία με πολύ υψηλό ποσοστό κόρμων χωρίς ανθοφορία, κόρμων με ένα μόνο άνθος, ενώ τρία άνθη παρήγαγε ένας μικρός αριθμός κόρμων. Ο Halevy (1990) διαπίστωσε ότι ο χρόνος εμφάνισης της ανθοφορίας σε διάφορα είδη φυτών και στον κρόκο, επηρεάζεται από το μήκος της ημέρας (φωτοπερίοδος) και τη θερμοκρασία. Ο Κατά τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου του, ο κρόκος δέχεται ερεθίσματα από το μικροκλίμα, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και οι βροχοπτώσεις. Τα ερεθίσματα αυτά επηρεάζουν βασικές φυσιολογικές λειτουργίες,

όπως, η έναρξη και η διάρκεια της ανθοφορίας που εξαρτώνται από την σωρευτική επίδραση θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων. Βέλτιστες συνθήκες για την ανάπτυξη του κρόκου αποτελεί ο ζεστός και ξηρός καιρός το καλοκαίρι και ψυχρότερες καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ την περίοδο της ανθοφορίας το ξηρό και συννεφιασμένο περιβάλλον με θερμοκρασίες μεταξύ 12°C και 17°C και εύρος σχετικής υγρασίας 55-65%. Όταν οι θερμοκρασίες ξεπεράσουν τους 20°C, τα λουλούδια θα μαραθούν (Δοδόπουλος 1977, Παπανικολάου 1971, Ταχμαζίδης 1980). Οι βροχοπτώσεις κατά τον μήνα Σεπτέμβριο έχουν ιδιαίτερη σημασία για τα φυτά του κρόκου. Μόλις επιτευχθεί αυτό, τα φυτά μπορούν να ενεργοποιήσουν τη γενετική πληροφορία που έχουν συσσωρεύσει μέσω της δραστηριότητάς τους. Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκαν μέγιστες θερμοκρασίες κοντά στους 30°C και ελάχιστες 0°C. Την κρίσιμη περίοδο του Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκε βροχόπτωση 12 mm και ακολούθησε αυξημένη βροχόπτωση (30 mm και 20 mm τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο) την περίοδο της ανθοφορίας. Αυτές οι όχι και τόσο ευνοϊκές συνθήκες που επικράτησαν πριν και κατά την ανθοφορία πιθανόν να επηρέασαν την μειωμένη ανθοφορία που καταγράφηκε στην παρούσα εργασία.

Οι Mitsoroulou και Tsimidou (2004) μελετώντας 662 δείγματα φυτών κρόκου Κοζάνης βρήκαν ότι μόνο το 8% των δειγμάτων είχε μήκος στίγματος μεγαλύτερο από 3 cm, ενώ το 87,6% των δειγμάτων είχε μήκος στίγματος 2-3 cm, και το 43,2% των δειγμάτων είχε πάχος στίγματος 1,5-2 mm, οι μετρήσεις όμως αυτές πραγματοποιήθηκαν σε ξηρά στίγματα. Σε αυτή την εργασία το μήκος του στίγματος κυμάνθηκε από 2,4 έως 5,4 cm. Στο 34% (33 φυτά) το μήκος του στίγματος ήταν 4,5-5 cm, στο 24% (24 φυτά) ήταν 4-4,5 cm, στο 24% (23 φυτά) ήταν 3,5-4 cm, στο 7% (7 φυτά) ήταν 3-3,5 cm και στο 11% (11 φυτά) ήταν 2,5-3 cm. Το πάχος του στίγματος κυμάνθηκε από 1-4 mm. Συγκεκριμένα ένα 3% των φυτών (4 φυτά) είχε στίγμα πάχους 4 mm, ένα 61% (60 φυτά) είχε στίγμα πάχους 3 mm, το 33% (32 φυτά) των φυτών εμφάνισε στίγμα πάχους 2 mm και το υπόλοιπο 1% (2 φυτά) είχε λεπτότερα στίγματα πάχους 1 mm. Τα τρία αυτά χαρακτηριστικά (μήκος, πάχος, αριθμός) είναι ουσιώδους σημασίας για την απόδοση του φυτού. Το στίγμα αποτελεί το εμπορικό μέρος της καλλιέργειας κρόκου. Η ποιότητα και η ποσότητα του στίγματος καθορίζουν την εμπορική αξία της καλλιέργειας.

Οι Fernandez και Mollafilabi (2004) προτείνουν καλά στραγγιζόμενα ασβεστολιθικά και βαθιά εδάφη, για την επίτευξη καλύτερων αποδόσεων. Στην περιοχή που έγινε το

πείραμα, στον Κρόκο Κοζάνης, τα εδάφη είναι ελαφρώς αργιλώδη, γεγονός που πιθανόν επηρέασε την ανθοφορία. Ερευνητές όπως οι Polidoros et al (2006), Tsaftaris et al. (2007) στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν την παρουσία διαφορετικών ανθέων στα φυτά του κρόκου, μελέτησαν τη συμπεριφορά των γονιδίων που ελέγχουν τα τέσσερα ανθικά όργανα. Οι ερευνητές αυτοί απομόνωσαν τα γονίδια που εμπλέκονται στην ανθοφορία του φυτού *Crocus sativus* L., και βρήκαν ότι για την δημιουργία των πετάλων και των στημόνων, των οποίων το μήκος είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό του φυτού που δείχνει ανεπηρέαστο από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, απαιτείται η συνεργασία των γονιδίων A-B και B-C αντίστοιχα. Για τον σχηματισμό των αρσενικών μερών του άνθους επιβάλλεται η ενεργοποίηση της συνεργασίας των γονιδίων B και C, ενώ για το σχηματισμό των θηλυκών μερών του άνθους απαιτείται μόνο η δράση του γονιδίου C. Φαίνεται ότι οι γενετικές πληροφορίες που μεταφέρονται μέσω της συνεργασίας των δύο γονιδίων για τη δημιουργία των πετάλων και των στημόνων είναι αυτές που προσδίδουν στο φυτό τη σταθερή συμπεριφορά αυτών των φυτικών οργάνων. Δεν έχουν βρεθεί αντίστοιχες μελέτες σχετικά με την παρατήρηση αυτή.

Ο χρόνος σποράς μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση και την επιτυχία της καλλιέργειας. Σαφείς πληροφορίες για τον κατάλληλο χρόνο σποράς του κρόκου δεν υπάρχουν. Ο κατάλληλος χρόνος σποράς μπορεί να διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας. Οι Gresta et al (2008) στη μελέτη τους έκαναν μία σύγκριση ανάμεσα στη σπορά στα τέλη Ιουνίου και στα τέλη Αυγούστου. Η σπορά στα τέλη Ιουνίου οδήγησε σε: υψηλότερη απόδοση στίγματος και καλύτερη ποιότητα στίγματος. Η μελέτη υποδεικνύει ότι η σπορά στα τέλη Ιουνίου μπορεί να είναι η βέλτιστη επιλογή για την καλλιέργεια του κρόκου. Σημαντικό βέβαια είναι να λαμβάνεται υπόψη το κλίμα και η ποικιλία του κρόκου. Επίσης από χώρα σε χώρα οι τεχνικές αλλά και η διάρκεια της καλλιέργειας είναι διαφορετικές. Στην Ισπανία η διάρκεια καλλιέργειας σε έναν αγρό είναι 3-4 χρόνια, 6-8 στην Ινδία και στην Ελλάδα και έως 12 χρόνια στο Μαρόκο (Oubahou και EL-Otmani 1999). Σύμφωνα με τους Bayat et al. (2016), η βελτίωση της διαχείρισης της καλλιέργειας αποτελεί τον βέλτιστο τρόπο για την αύξηση της απόδοσης κρόκου. Πιο συγκεκριμένα, οι βέλτιστες πρακτικές περιλαμβάνουν, σωστή ημερομηνία σποράς, χρήση μεγαλύτερων κόρμων υψηλής ποιότητας, οι οποίοι πιθανόν να αποφέρουν περισσότερα και ποιοτικότερα άνθη, εφαρμογή ισορροπημένης λίπανσης, λαμβάνοντας βέβαια υπόψη

τις θρεπτικές ουσίες του εδάφους. Η ιδανική πυκνότητα εξαρτάται από την ποικιλία και το έδαφος ενώ ο κατάλληλος χρόνος σποράς μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με την περιοχή και την ποικιλία. Τέλος η σπορά στα τέλη Ιουνίου φέρεται να οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση και ποιότητα στίγματος (Gresta et al., 2008). Στην παρούσα εργασία η σπορά έγινε τον Ιούνιο του 2021 σε φυτεία έκτασης 7,5 τ.μ. όπου φυτεύτηκαν 200 βολβοί κρόκου. Το βάθος φύτευσης ήταν 15 cm, η απόσταση των φυτών πάνω στη γραμμή 15 cm και η απόσταση των φυτών μεταξύ των γραμμών 25 cm.

Όσον αφορά το χρόνο επανακαλλιέργειας του κρόκου που απαιτείται και την επίδραση προηγούμενης καλλιέργειας, δεν υπάρχουν εμπειριστατωμένες πληροφορίες, αλλά με βάση την παραδοσιακή γεωργία συνιστάται να περάσουν από 3-8 χρόνια. Ο σκοπός αυτού είναι η αποφυγή εξάντλησης του εδάφους, η μείωση κινδύνου ασθενειών και η διατήρηση υψηλής απόδοσης και ποιότητας. Η συνεχής καλλιέργεια κρόκου μπορεί να οδηγήσει σε μείωση θρεπτικών συστατικών, αύξηση προσβολής από ασθένειες και εχθρούς, μειωμένη απόδοση και ποιότητα. Σε ένα 10ετές πείραμα ο Caiola (2005) παρατήρησε ότι από ένα χρονικό σημείο και μετά οι κόρμοι σταμάτησαν την αναπαραγωγή τους με τελικό αποτέλεσμα τον εκφυλισμό τους.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα ερευνητική εργασία μελετήθηκαν τα μορφολογικά-αγροκομικά χαρακτηριστικά του φυτού *Crocus sativus* L.

Από τα δεδομένα που πάρθηκαν στην περιοχή που πραγματοποιήθηκε το πείραμα, στον Κρόκο Κοζάνης, δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ του βάρους του κόρμου και του μήκους και του πάχους των στημόνων, καθώς και του πάχους και του μήκους των στιγμάτων.

- Η καλλιέργεια του κρόκου παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις, καθώς το φυτό επηρεάζεται σημαντικά από το μικροκλίμα της περιοχής. Κατά τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου του, ο κρόκος δέχεται ερεθίσματα από το μικροκλίμα, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και οι βροχοπτώσεις. Τα ερεθίσματα αυτά επηρεάζουν βασικές φυσιολογικές λειτουργίες, όπως, την έναρξη και τη διάρκεια της ανθοφορίας που εξαρτώνται από την σωρευτική επίδραση θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων. Το ύψος, η διακλάδωση, το μέγεθος των φύλλων και των ανθέων επηρεάζονται από το μικροκλίμα. Ακόμη, η ποσότητα και η ποιότητα του σαφράν που παράγεται εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες του μικροκλίματος, όπως η θερμοκρασία κατά την ανθοφορία.
- Η αναπαραγωγή του κρόκου μέσω της διάσπασης των κόρμων, φαίνεται να μην επηρεάζεται από τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν την ανθοφορία. Η ανθεκτικότητα της αγενούς αναπαραγωγής στις καιρικές συνθήκες ίσως αποτελεί μια στρατηγική επιβίωσης για το είδος, εξασφαλίζοντας την διαίωσή του. Η ανθοφορία, και κατ' επέκταση η παραγωγή σαφράν, επηρεάζεται άμεσα από διάφορους παράγοντες του μικροκλίματος. Η διαφορετική ανταπόκριση στις κλιματικές συνθήκες υποδηλώνει ότι η αναπαραγωγή και η ανθοφορία του κρόκου ρυθμίζονται από διαφορετικούς μηχανισμούς.
- Τα πέταλα και οι στήμονες του κρόκου παρουσιάζουν σχετικά μικρή απόκλιση από τον τυπικό φαινότυπο (*Crocus sativus* L.), διατηρώντας σταθερό το μέγεθός



τους, σε αντίθεση με άλλα φυτικά όργανα που επηρεάζονται από τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες.

- Συνοψίζοντας τα προαναφερθέντα, γίνεται σαφές ότι η άριστη ανθοφορία του κρόκου εξαρτάται από ένα σύνολο ευνοϊκών συνθηκών και σωστών καλλιεργητικών πρακτικών, που αλληλεπιδρούν αρμονικά κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου. Η σωστή θερμοκρασία, η υγρασία, η βροχόπτωση και η ηλιοφάνεια αποτελούν βασικούς παράγοντες για την ανάπτυξη και την ανθοφορία του κρόκου. Το έδαφος οφείλει να έχει καλή στράγγιση, πλούσια θρεπτικά συστατικά και κατάλληλο pH για την ομαλή ανάπτυξη του φυτού. Η σωστή λίπανση και άλλες καλλιεργητικές πρακτικές.
- Επισημαίνεται ακόμη ότι, η καλλιέργεια του κρόκου, ίσως λόγω της συγκέντρωσής της σε μεμονωμένες περιοχές, στερείται ερευνητικού ενδιαφέροντος. Η έλλειψη σαφών πληροφοριών για τις ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας και η ανεπαρκής καθοδήγηση σε όλο το φάσμα της καλλιέργειας δημιουργούν δυσκολίες στους παραγωγούς. Απουσιάζει λεπτομερής γνώση για τις ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας (θερμοκρασία, υγρασία, έδαφος, λίπανση, άρδευση) σε κάθε στάδιο του βιολογικού κύκλου του κρόκου. Η επίδραση της αλλαγής τοποθεσίας (μεταφύτευση) στην προσαρμοστικότητα και στα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά (ανθοφορία) του κρόκου δεν έχει μελετηθεί σε βάθος. Βέλτιστες πρακτικές για την φροντίδα, την καταπολέμηση ασθενειών και ζιζανίων, την συγκομιδή και την επεξεργασία του κρόκου δεν έχουν τεκμηριωθεί πλήρως. Η εντατικοποίηση της έρευνας και η ανάπτυξη λεπτομερών οδηγιών καλλιέργειας είναι απαραίτητες για την βελτιστοποίηση της καλλιέργειας του κρόκου. Η τεκμηρίωση βέλτιστων πρακτικών και η μελέτη της επίδρασης της μεταφύτευσης μπορούν να βοηθήσουν τους παραγωγούς να αυξήσουν την παραγωγή, να βελτιώσουν την ποιότητα του σαφράν και να προσαρμόσουν το φυτό σε νέες συνθήκες.
- Η περίοδος ληθάργου του κρόκου, από τα τέλη Μαΐου έως τα τέλη Αυγούστου, αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι του ετήσιου κύκλου του φυτού, όντας άμεσα συνδεδεμένος με την μετέπειτα ανθοφορία. Η κατανόηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τον λήθαργο, όπως η διάρκεια, οι θερμοκρασίες και οι πιθανές διαταραχές, είναι απαραίτητη για την βελτιστοποίηση της καλλιέργειας. Τα

ερωτήματα είναι πόσες ώρες λήθαργου είναι απαραίτητες για την ομαλή ανάπτυξη του κρόκου; Πώς επηρεάζουν την ανθοφορία και την υγεία του φυτού τυχόν διακοπές, παρατάσεις ή ανωμαλίες στον λήθαργο. Η διεξαγωγή έρευνας για τον λήθαργο του κρόκου δύναται να ρίξει φως σε άγνωστες πτυχές της καλλιέργειας, φέρνοντας απαντήσεις στα προαναφερθέντα ερωτήματα.

- Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε βρέθηκε ότι από τα 200 φυτά που μετρήθηκαν μόνο το 49,0% άνθισε. Όλα τα φυτά έφεραν άνθη με 6 πέταλα, 3 στήμονες και 3 στίγματα. Ως προς τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν (μήκος πετάλων, μήκος στημόνων, μήκος στίγματος) παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα. Το μήκος των πετάλων κυμάνθηκε από 3 έως 6,0 cm. Το μήκος των στημόνων κυμάνθηκε από 1,5 έως 3,7cm. Το μήκος του στίγματος κυμάνθηκε από 2,4 έως 5,4 cm, ενώ το πάχος του στίγματος κυμάνθηκε από 1-4 mm.
- Πρέπει να τονιστεί πως το 51% των φυτών δεν άνθισαν και τα φυτά αυτά προέκυψαν κατά κύριο λόγο από μικρούς κόρμους βάρους έως 10 gr Παρατηρήθηκε δηλαδή μία αυξημένη ανθοφορία στους μεγαλύτερους κόρμους με βάρος πάνω από 10 gr Επισημαίνεται η έλλειψη ερευνών σχετικά με το βάρος του κόρμου του κρόκου. Η μελέτη του βάρους, σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους, δύναται να βελτιστοποιήσει την παραγωγή σαφράν και να βοηθήσει στον καθορισμό του ιδανικού βάρους κόρμου για φύτευση και στην ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών για την ενίσχυση του.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

Δοδόπουλος Σ. (1977). Καλλιέργεια και εμπορία του κρόκου, Αγροτική Τράπεζα

Ελλάδος, Αθήνα.

Παπαδοπούλου Λ. (2007). Λευκή βίβλος, ο κρόκος στην Ευρώπη. ISBN: 978-960-8092-56-3.

Παπανικολάου Α. (1971). Ένα προϊόν παγκοσμίου ενδιαφέροντος και ευρείας χρήσεως, Θεσσαλονίκη: [x.ε.].

Παπανικολάου Κωνσταντινιά ( 2005 ), Συμβατική και βιολογική καλλιέργεια του κρόκου στην Περιοχή της Κοζάνης.

Σκουμπρής Β. (1998). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Ταχμαζίδης Π. (1980). Ο κρόκος Κοζάνης, Κοζάνη: [x.ε.].

[http://www.emy.gr/emv/el/climatology/climatology\\_city?perifereia=West%20Macedonia&poli=Kozani](http://www.emy.gr/emv/el/climatology/climatology_city?perifereia=West%20Macedonia&poli=Kozani)

### **Αγγλική Βιβλιογραφία**

Agayev Y.M. (2002). New features in karyotype structure and origin of Saffron *Crocus*. DOI: 10.1508/cytologia.67.245.

Agayev Y.M., Fernandez J.A. and Jarifi E. (2009) Clonal selection of saffron (*Crocus sativus* L.): The first optimistic experimental results, *Euphytica* **169**: 81-99.

- Agayev Y. M., Jarifi E. and Fernandez J. A. (2010). A study of caryotypes in the *Crocus sativus* L. aggregate and origin of cultivated Saffron. *Acta Horticulturae* **850**: 47-54.
- Awoleye F., van Duren M., Dolezel J. and ovak F. J. (1994). Nuclear DNA content and in vitro induced somatic polyploidization cassava (*Manihot esculenta* Crantz) breeding. *Euphytica* **76**: 195-202.
- Baranyi M. and Greilhuber J. (1995). Flow cytometric and Feulgendensitometric analysis of genome size variation in *Pisum*. *Theor. Appl. Genet.* **92**: 297-307
- Bharathan G., Lambert G. and Galbraith D. W. (1994). Nuclear DNA content of monocotyledons and related taxa. *American Journal of Botany* **81**: 381-386.
- Bayat M., Rahimi M. and Ramezani M. (2016). Determining the most effective traits to improve saffron (*Crocus sativus* L.) yield. *Physiol Mol Biol Plants*. **22**: 153–161.
- Benschop M. (1993). Crocus In: De Hertog A., Le Nard M. (Eds.) *The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier Amsterdam*, (Chapter 19): 257–283.
- Brighton C. A. (1977). Cytology of *Crocus sativus* and its allies (*Iridaceae*). *Plant Systematics and Evolution* **211**, 149-154.
- Brandizzi F. and Grilli Caiola M. (1998). Flow cytometric analysis of nuclear DNA in *Crocus sativus* and allies (*Iridaceae*). *Plant Systematics and Evolution* **211**: 149–154.
- Busconi M., Soffritti G., Stagnati L., Marocco A., Martinez J. M., De Los Mozos Pascual M. and Fernandez J. A. (2018). Epigenetic stability in saffron (*Crocus sativus* L.) accessions during four consecutive years of cultivation and vegetative propagation under open field conditions. *Plant Science* **277**: 1-10.10.
- Callery E. (1994). *The Complete Book of Herbs*. Philadelphia, PA: Courage Books.
- Castillo R., JA. Fernández, L. Gomez Gomez (2005). Implications of carotenoid biosynthetic genes in apocarotenoid formation during the stigma

development of *Crocus sativus* and its closer relatives Plant Physiology 139: 674-689.

Chichiriccò G. (1984). Karyotype and meiotic behavior of the triploid *Crocus sativus* L. Caryologia 37(3):233-239.

Chichiriccò G. (1999). Sterility and perspectives for genetic improvement of *Crocus sativus* L. In: Negbi M (Ed) Saffron, *Crocus sativus* L., Harwood Academic Publishers The Netherlands, pp.

Chirassi (1968). Bronze Age Flower Power: The Minoan Use and Social Significance of Saffron and Crocus Flowers. Elementi di culture precereali e miti e riti greci, Roma.

Dolezel J., P. Binarova and S. Lucretti (1989). Analysis of Nuclear DNA content in plant cells by Flow cytometry Biologia Plantarum 31(2):113-120.

Dolezel J. (1991). Flow cytometric analysis of Nuclear DNA content in higher plants Phytochemical Analysis 2:143-154.

Dolezel J., J. Cihlikova, J. Weiserova and S. Lucretti (1999). Cell cycle synchronization in plant root meristems Methods in Cell Science 21: 95-107.

Dolezel J., J. Bartos (2005). Plant DNA flow cytometry and estimation of nuclear genome size. Annals of Botany 95: 99–110.

Dolezel J., J. Greilhuber and J. Suda (2007). Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry Nature Protocols 2(9): 2233-2244.

Douskos I. (1980). Crocus of Santorini, in: Doumas C. (ed.) Thera and the Aegean World Foundation, Vol 2. London : 141–146.

Ellenberg H. (1954). Zur Entwicklung der Vegetationssystematik in Mitteleuropa. Angew. Pflanzensoz. Festschr. Aichinger 1: 134-143. Fresco, L. F. M., 1.

Estilai A. (1978). Variability in saffron (*Crocus sativus* L.). Experientia 34: 725-727.

FAO STATS (1999). Medicinal plants for forest conservation and health care, available on web: <http://www.fao.org/3/a-w7261e.pdf>.

- Fernández J.A., Santana O., Guardiola J.L., Molina R.V., Heslop-Harrison P., Borbely G. (2011). The World Saffron and Crocus collection: Strategies for establishing, management, characterization and utilization. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58: 125–137.
- Fernández J.A. (2004). Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. *Recent Research Developments in Plant Science* 2: 127–159.
- Fluch S., K. Hohl, M. Stierschneider, D. Kopecky (2010). *Crocus sativus* L. Molecular evidence on its clonal origin. – *Acta Horticulturae* 850: 41–46. [
- Frizzi G., M. Miranda, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2007.03.024> C. Pantani and F. Tammaro (2007). Allozyme differentiation in four species of the *Crocus cartwrightianus* group and in cultivated saffron (*Crocus sativus*) *Biochemical Systematics and Ecology* 35(12):859-868.
- [Ghaffari](#) SM. (1986). Cytogenetic studies of cultivated *Crocus sativus* (*Iridaceae*) *Plant Systematics and Evolution* 153: 199-204.
- [Ghaffari](#) SM., A. [Bagheri](#) (2010). Stigma variability in saffron (*Crocus sativus* L.) *African Journal of Biotechnology* 8 (4) 8 (4): 601-604.
- Gindullis F., C. Desel, I. Galasso and T. Schmidt (2001). The Large-Scale Organization of the Centromeric Region in *Beta* Species *Genome Res.* 11: 253-265.
- Greilhuber J. (1998). Intraspecific variation in genome size: a critical reassessment. *Annals of Botany* 82: 27-35.
- Gresta F., G.M. Lombardo, L. Siracusa, G. Ruberto (2008a). Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems *Agronomy for Sustainable Development* 28 : 95–112.
- Gresta F., G.M. Lombardo, L. Siracusa, G. Ruberto (2008b). Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment, *Journal of the Science of Food and Agriculture* <https://doi.org/10.1002/jsfa.3177>.

- Gresta F., G. Avola, G.M. Lombardo, L. Siracusa, G. Ruberto (2009). [Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron \(\*Crocus sativus\* L.\) as affected by environmental conditions](#) *Scientia Horticulturae* **119**(3):320-324. doi:10.1016/j.scienta.2008.08.008.
- GrilliCaiola M., Di Somma D., Lauretti P. (2001). Comparative study on pollen and pistil of *Crocus sativus* L. (Iridaceae) and its allied species. *Ann. Bot., Roma* **1**, 93–103.
- GrilliCaiola M., P. Caputo and R. Zanier (2004). RAPD analysis in *Crocus sativus* L. accessions and related *Crocus* species *Biologia Plantarum* **48** (3): 375-380.
- GrilliCaiola M. (2004). Saffron reproductive biology. *Acta Horticulturae* **650**:25–37.
- GrilliCaiola M. (2005). Embryo origin and development in *Crocus sativus* L. (*Iridaceae*), *Plant Biosyst.* **139**, 335–343.
- GrilliCaiola M. and A. Canini (2010). Looking for Saffron's (*Crocus sativus* L.) Parents. *Functional Plant Science and Biotechnology* 1-14.
- Halevy A.H. (1990). Recent advances in control of flowering and growth habit of geophytes, *Acta Hort.* **266**, 35–42.
- Herbert W. (1847). History of the species of *Crocus*. *Journal of the Horticultural Society of London* **2**, 249-293.
- Karasawa K. (1933). On the triploidy of *Crocus sativus* L., and its high sterility. *Jap. J. Genet.*, **9**: 6-8.
- Karasawa K. (1943). Karyological studies in *Crocus*. III. *Jap. J. Bot.*, **12**: 475-503.
- Kerndorff H. (1993). Two new taxa in Turkish *Crocus* (Iridaceae). — *Herbertia* **49**(1&2) :76–86.
- Kowalchik Cl., W.H. Hylton (1987). Rodales Illustrated Encyclopedia of Herbs. In: [BooksCrafts, Hobbies & Home Gardening & Landscape Design](#) Paperback, 1998.
- Marinatos N. (1984). Art and Religion in Thera. Reconstructing a Bronze Age Society, Athens.

- Mathew B. (1982). *The Crocuses: a revision of the genus Crocus*, B.T. Batsford, London.
- Mathew B. (1999). Botany, taxonomy, and cytology of *C. sativus* L. and its allies. In: Negbi M (Ed) *Saffron*, Harwood Academic Publishers, The Netherlands, pp 19-30.
- McGimpsey J.A., M.H. Douglas, A.R. Wallace (1997). Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25 (2) : 159-168.
- Mitsopoulou M.Z., Tsimidou (2004). Morphological characteristics of greek saffron stigmas from Kozani region [Acta Hort. 650](#) : 189-193.
- Mollafilabi A. (2004). Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.), *Acta Hort. 650*, 195–200.
- Molina R.V., García-Luis A., Coll V., Ferrer C., Valero M. (2004a). Flower formation in the saffron *Crocus sativus* L., The role of temperature, *Proceedings of the First International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology*, *Acta Hort. 650*, 39–47.
- Moraga A. R., Almudena Trapero-Mozos, Lourdes Gómez-Gómez, Oussama Ahrazem (2010) Intersimple sequence repeat markers for molecular characterization of *Crocus cartwrightianus* cv. *Albus*.
- Negbi M., Dagan B., Dror A., Basker D. (1989). Growth, flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.), *Israel J. Bot.* 38, 95–113.
- Negbi M. (1999). Saffron cultivation past, present and future prospects. In: Negbi M. (Ed.), *Saffron, Crocus sativus* L. Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 1-18.
- Niemeier B. and W.D. Niemeier (2000). Aegean frescoes in Syria-Palestine: Alalakh and Tel Kabri. In *The wall paintings of Thera: Proceedings of the first international symposium*, ed. S. Sherratt, 763–97. Athens, Thera Foundation.



- Nemati Z., M. Mardi, P. Majidian, M. Zeinalabedini, SM. Pirseyedi, M. Bahadori (2014). Saffron (*Crocus sativus* L.), a monomorphic or polymorphic species, Spanish Journal of Agricultural Research 12: 753–762.
- Nemati Z., D. Harpke, A. Gemicioglu, H. Kerndorff, F.R. Blattner (2019). Saffron (*Crocus sativus* L.), is an autotriploid that evolved In Attica (Greece) from wild *Crocus cartwrightianus*, Molecular Phylogenetics and Evolution 136: 14-20.
- Oubahou A.A., M. EL-Otmani (1999). Saffron cultivation in Marocco. Cahiers Options Mediterraneennes 31: 485-493.
- Pasche E. (1993). A new *Crocus* (Iridaceae) from Turkey. — *Herbertia* 49(1&2): 67–75.
- Papageorgiou L., Kaldis E. (1995). «Marker situation and prospects for selected aromatic and medicinal plants», Department of Agricultural Economics, Athens.
- Piccioli G. (1932). La coltura dello zafferano ne L'Aquila degli Abruzzi, Cellamare, L'Aquila (Italy).
- Plessner O., M. Negbi, M. Ziv, D. Basker (1989). Effects of temperature on the flowering of the saffron crocus (*Crocus sativus* L.): induction of hysteranthly. *Israel J. Bot.*, 38: 1-7.
- Polidoros AN., K. Pasentsis, A.S. Tsaftaris (2006). Rolling circle amplification RACE: a method for simultaneous isolation of 5' and 3' cDNA ends from amplified cDNA templates. *Biotechniques* 41 (1), 35-36, 38, 40 passim.
- Rahimi M. and M. Ramezani (2016). Studies on Expression of Genes involved in Somatic Embryogenesis and Storage Protein Accumulation in Saffron *Crocus (Crocus sativus* L).
- Raunkiaer C. (1905). La géographie. Botanique. Oversight over Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, 1905, 347-438.
- Rees A. R. (1988). Saffron—an expensive plant product. *Plantsman* 9(4): 210-217.

- Rubio-Moraga A., R. Castillo-López, L. Gómez-Gómez, O. Ahrazem (2009). Saffron is a monomorphic species as revealed by RAPD, ISSR and microsatellite analyses. *BMC Research Notes* 2: 189. pmid:19772674.
- Sheikh F.A., M.I. Makhdoomi, G. Ali, F.A. Nehvi, A.A. Lone, G. Zaffar and A.M. Iqbal (2014). Genetic Variability in Saffron (*Crocus sativus* L.) clones *Medicinal Plants* 6(3): 185-188 doi: 10.5958/0975- 6892.2014.00007.0.
- Shosteck R. (1974). *Flowers and plants an international lexicon with biographical notes*, Quadrangle, New York Times Book.
- Siracusa L., Gresta F., Avola G., Albertini E., Raggi L., Marconi G. Lombardo G.M., Ruberto G (2013). Agronomic, chemical and genetic variability of saffron (*Crocus sativus* L.) of different origin by LC-UV-vis-DAD and AFLP analyses. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60: 711–721.
- Soukrat S., M.L. Metougui, F. Gabone, F. Nehvi, S. Abousalim and O. Benlahabib (2019). Study of diversity in some Moroccan population of saffron (*Crocus sativus* L.) *African Journal of Agricultural Research* 14 (16): 759-769.
- Tammaro F. (1990). *Crocus sativus* L. – cv. Piano di Navelli (L'Aquila saffron): environment, cultivation, morphometric characteristics, active principles, uses, in: Tammaro F., Marra L. (Eds.). *Proceedings of the international conference on saffron (Crocus sativus L.)*, L'Aquila, pp. 47–57.
- Tammaro F. (1999). Saffron (*Crocus sativus* L.) in Italy, in: Negbi M. (Ed.), *Saffron: Crocus sativus L.*, Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 53–62.
- Torricelli R., E. Yousefi, Javan E., Albertini R., Venanzoni Y.G. Hosseinzadeh, (2019). Morphological and Molecular characterization of Italian, Iranian and Spanish saffron (*Crocus sativus* L.) accessions *Applied Ecology and Environmental Research* 17(2):1875-1887.
- Tsaftaris A., A. Polidoros, K. Pasentsis and A. Kalivas (2007). Cloning, Structural Characterization, and Phylogenetic Analysis of Flower MADS-Box Genes from Crocus (*Crocus sativus* L.) *The Scientific World Journal* Vol.7: 1047-1062 [doi.org/10.1100/tsw.2007.175](https://doi.org/10.1100/tsw.2007.175).

Vavilov N.I. (1951). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants, The CronicaBotanica, Co., Waltham, Mass.

Vogdopoulos K., Lazaridou (2022). Morphological Description of *Crocus sativus* in the area of Kozani, Greece *Proceedings of the XIII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2022"*