



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ  
ΥΛΙΚΩΝ ΣΙΚΑΛΗΣ (*Secale Cereale* L.),  
ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ  
ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΠΛΥΘΗΣΜΟ

**ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ &  
ΔΙΑΜΑΝΤΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΤΗΣ: ΦΩΚΙΩΝ ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ**

ΦΛΩΡΙΝΑ 2024

## ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε οι συγγραφείς της παρούσας εργασίας με τίτλο «ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΙΚΑΛΗΣ (Secale Cereale L.), ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΠΛΥΘΗΣΜΟ» που συντάχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μας εργασίας και παραδόθηκε το μήνα Οκτώβριο του 2024. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στην βιβλιογραφία ενώ τυχών εξωτερική βοήθεια αναγνωρίζεται ρητά.

ΌΝΟΜΑ	ΑΜ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ	1552-3	.....
ΔΙΑΜΑΝΤΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ	1552-51	.....

Ημερομηνία:

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Πρώτα από όλα ευχαριστούμε τον υπεύθυνο καθηγητή μας Δρ. Παπαθανασίου Φωκίων για την δυνατότητα που μας έδωσε να πραγματοποιήσουμε την πτυχιακή μας εργασία, την καθοδήγηση και στήριξη του καθ'όλη την διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και τις χρήσιμες συμβουλές που μας έδωσε.

Θα θέλαμε επιπλέον να ευχαριστήσουμε θερμά, τον κ. Σιστάνη Ιωσήφ υποψήφιου διδάκτορα του Τμήματος για την καθοδήγηση, τις χρήσιμες συμβουλές και την άπλετη βοήθεια που μας πρόσφερε ώστε να ολοκληρωθεί με επιτυχία τόσο το πείραμα όσο και η συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστούμε τις οικογένειες μας για όλη την στήριξη που μας έδειξαν κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	8
1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	10
1.1. Παγκόσμια και εγχώρια κατανομή σιτηρών .....	10
1.2 Καλλιέργεια σιτηρών παγκοσμίως.....	11
1.2 Περιγραφή μορφολογικών χαρακτηριστικών χειμερινών σιτηρών .....	12
1.2.1 Ριζικό σύστημα σιτηρών .....	12
1.2.2 Ο βλαστός των σιτηρών.....	13
1.2.3 Τα φύλλα των σιτηρών.....	14
1.2.4 Ταξιανθίες και άνθη των σιτηρών .....	16
1.2.5 Ο καρπός των σιτηρών .....	17
1.3 Εκτενής περιγραφή σίκαλης.....	19
1.4 Βιωσιμότητα του σπόρου.....	20
1.5 Βιολογικός κύκλος- Αύξηση και ανάπτυξη .....	20
1.5.1 Πορεία φυτρώματος.....	20
1.5.2 Στάδια ανάπτυξης .....	22
1.5.2.1 Αδέλφωμα.....	24
1.5.2.2. Μετάβαση από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο.....	25
1.5.2.3. Επιμήκυνση του στελέχους (καλάμωμα) .....	26
1.5.2.4. Έκπτυξη ταξιανθίας (ξεστάχιασμα) – Άνθηση .....	27
1.5.3 Οικολογικές συνθήκες στην σίκαλη.....	28
1.6. Εποχή σποράς .....	28
1.7. Λίπανση.....	29
1.8. Ρόλος των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων .....	30
1.9. Άρδευση .....	30
1.10. Αμειψισπορά.....	31
1.11. Συγκομιδή .....	32
1.12. Τα βασικά ζιζάνια των χειμερινών σιτηρών .....	32
1.13. Οι κυριότερες ασθένειες των σιτηρών .....	35
1.14 Πρωτεΐνες- χημική σύσταση κόκκων σίκαλης.....	43
1.14.1 Δομή πρωτεϊνών.....	43
1.14.2 Ρόλος και κατάταξη πρωτεϊνών.....	44
1.15. Χρήση και σημασία των σιτηρών σε διάφορους τομείς .....	44
1.15.1 Αλευροποιία.....	45

1.15.2 Ζυθοποιία.....	45
1.15.3. Ανθρώπινη κατανάλωση .....	45
1.15.4 Ζωοτροφή .....	46
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	47
2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	58
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	69
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	70

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση εγχωρίου πληθυσμού σίκαλης για την παραγωγικότητα, τα φυσιολογικά και τα ποιοτικά του χαρακτηρίστηκα. Ο πληθυσμός είναι προσαρμοσμένος στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής Βεύης Φλώρινας, δηλαδή έχει μεγάλη αντοχή στο κρύο, μικρό βιολογικό κύκλο και έχει πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα σε φτωχά και αμμώδη εδάφη.

Το πειραματικό μέρος της πτυχιακής διεξήχθη στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Αρχικά έγινε προετοιμασία του σπόρου, λίπανση του αγρού και σπορά. Μετά το φύτερωμα και καθ' όλη την διάρκεια του βιολογικού κύκλου των φυτών πραγματοποιήθηκαν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες (σκάλισμα, λίπανση κτλ.). Στον αγρό έλαβαν χώρα μετρήσεις ανάλογα με το βιολογικό στάδιο των φυτών. Πιο συγκεκριμένα μετρήθηκε η απόδοση σε σπόρο, η % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και υγρασία, ο φθορισμός της χλωροφύλλης, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες, το εκατολιτρικό βάρος καθώς και το βάρος 1000 κόκκων.

Από την αξιολόγηση των υψηλό-αποδοτικών και χαμηλό-αποδοτικών επιλογών σίκαλης Βεύης σε συνθήκες πυκνής σποράς διαπιστώθηκε ότι υπάρχει ανταπόκριση στην επιλογή καθώς τόσο οι χαμηλό-αποδοτικοί όσο και οι υψηλό-αποδοτικοί γενότυποι διατήρησαν την παραγωγικότητά τους. Τα υλικά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το 100 λιτρικό βάρος, την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη στο στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου και ως προς τον φθορισμό της χλωροφύλλης. Ωστόσο τα υλικά δεν διέφεραν ως προς την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και υγρασία, ως προς το βάρος 1000 κόκκων και την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη στο στάδιο της άνθισης και του γεμίσματος του κόκκου.

***Λέξεις κλειδιά: Σίκαλη, ποιοτικά χαρακτηριστικά, φυσιολογικά χαρακτηριστικά.***

## ABSTRACT

The aim of this thesis is to evaluate the physiological and qualitative traits of selected rye selected genotypes, derived from a traditional population originating from Vevi Florina. The population is adapted to the special conditions of the Vevi Florina area, i.e. it has a high resistance to cold, a short biological cycle and is productive in poor and sandy soils.

The experimentation took place at the farm of the Agricultural University of Western Macedonia. Initially, the seed was prepared, the field was fertilized and seeded. After germination and throughout the biological cycle of the plants, all necessary cultivation care was carried out (carving, fertilizing, etc.). Measurements were taken in the field according to the biological stage of the plants. More specifically, seed yield, % protein and moisture content, chlorophyll fluorescence, the chlorophyll content on three different dates, 1000 grain weight and hectoliter weight were measured.

From the evaluation of high-yielding and low-yielding selections of Vevi rye under dense sowing conditions, it was found that there is a response to selection as both low-yielding and high-yielding genotypes maintained their productivity. The materials presented statistically significant differences in terms of hectoliter weight, leaf chlorophyll content at the stage of seed maturation and chlorophyll fluorescence. However, the materials did not differ in terms of seed protein and moisture content, 1000 grain weight and leaf chlorophyll content at flowering and grain-filling stages.

**Keywords:** *Secale cereale, physiological and qualitative traits*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή με τίτλο «Ποιοτικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά επιλεγμένων υλικών σίκαλης, προερχόμενων από παραδοσιακό πληθυσμό» εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των προϋποθέσεων για την λήψη του πτυχίου μας από το τμήμα γεωπονίας του πανεπιστημίου δυτικής Μακεδονίας, με έδρα την Φλώρινα το έτος 2023- 2024. Ως επιβλέπων ορίστηκε ο καθηγητής του τμήματος γεωπονίας Δρ. Φωκίων Παπαθανασίου.

Τα σιτηρά ανάλογα με το πότε θα γίνει η σπορά διακρίνονται σε χειμερινά και εαρινά και ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών. Στα εαρινά έχουμε το καλαμπόκι, το ρύζι, το σόργο και το κεχρί, ενώ στα χειμερινά την σίκαλη, το σιτάρι, το κριθάρι και την βρώμη. Το σιτάρι είναι από τα πρώτα που καλλιεργήθηκαν και είναι πολύ σημαντικό για τον άνθρωπο. Κατά κύριο λόγο η διατροφή του ανθρώπου βασίζεται στα σιτηρά τα όποια έχουν μεγάλη οικονομική και βιολογική σημασία. Τα σιτηρά καλλιεργούνται σχεδόν σε όλο τον κόσμο καλύπτοντας εκτάσεις περίπου 700 εκατομμυρίων εκτάρων.

Τα δημητριακά αποτελούν την βάση πολλών τροφίμων που καταναλώνει ο άνθρωπος όπως ο άρτος και τα ζυμαρικά ακόμα και στην παράγωγή των πότων όπως στην μπύρα και το ουίσκι. Ακόμα παίζει πολύ σημαντικό ρολο στην διατροφή των ζώων. Κατά κύριο λόγο όμως τα σιτηρά καλλιεργούνται για την παράγωγή συμπυκνωμένων τροφών δηλαδή καρπών και σε δεύτερη φάση για την παραγωγή χονδροειδών ζωοτροφών. Για την καλή και σωστή ανάπτυξη του ανθρώπου απαιτούνται κάποιες θερμίδες οι οποίες λαμβάνονται μέσω των καρπών οι όποιο διακατέχονται από υψηλό ποσοστό υδατανθράκων. Το σιτάρι όπως και η σίκαλη είναι φυτά τα όποια μπορούν να καλλιεργηθούν στην Ελλάδα για την παράγωγή βιοαιθανόλης. Η σύσταση των σιτηρών είναι ομοειδής δηλαδή από ποσοτική άποψη διακατέχονται από 40-70% άμυλο, 11-14% υγρασία, 8-15% πρωτεΐνες και 1-6% λίπος. Ένα από τα σημαντικότερα θετικά των σιτηρών είναι ότι σε εκτατικές συνθήκες καλλιέργειας παράγουν περισσότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών. Δηλαδή έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στις διαφορές συνθήκες του περιβάλλοντος, μπορούν αν αποθηκευτούν εύκολα διότι δεν έχουν υψηλό ποσοστό υγρασίας,



αποτελούν την κυρία πηγή τροφίμων, δεν χρειάζονται μεγάλο χώρο αποθήκευσης, με μηχανές η διαχείριση τους είναι εύκολη και το περιβάλλον δεν επιβαρύνεται με την καλλιέργει τους.

Τα χειμερινά σιτηρά προέρχονται από περιοχές με εύκρατο κλίμα, σπέρνονται το φθινόπωρο και συγκομίζονται στις αρχές του καλοκαιριού. Το ιδανικό κλίμα για τα χειμερινά σιτηρά είναι το υγρό και ψυχρό κατά την βλαστική ανάπτυξη και θερμό και ξηρό στην περίοδο που σχηματίζετε ο σπόρος. Έχουν καλύτερες αποδόσεις σε γόνιμα αργιλλοπηλώδη εδάφη. Τα χειμερινά σιτηρά σε μεγάλο ποσοστό τα συναντάμε σε ημιορεινές και όχι τόσο γόνιμες πεδινές εκτάσεις όπως και τις περισσότερες φορές είναι μη αρδευόμενες. Χάρη της χρήσης παραγωγικών ποικιλιών κατάλληλα προσαρμοσμένα στα εκάστοτε εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα, την βελτίωση της τεχνικής καλλιέργειας και την εκμηχάνιση της οι αποδόσεις έχουν αυξηθεί πολύ. Όταν υπάρχει εναλλαγή των χειμερινών σιτηρών με ψυχανθή τότε παρατηρούμε βελτίωση της εδαφικής δομής. Σπέρνονται σε γραμμές με σπαρτικές μηχανές μικρών σιτηρών ή στα πεταχτά. Τα χειμερινά σιτηρά χρειάζονται μεγάλες ποσότητες αζώτου σε σύγκριση με τις ποσότητες φώσφορου και καλίου.

# 1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η σίκαλη την συναντάμε ως συμπυκνωμένη τροφή στην διατροφή των ζώων και σε μικρότερες ποσότητες στην διατροφή του ανθρώπου. Την σίκαλη συνήθως την συναντάμε σε εδάφη και περιοχές που δεν μπορούν να αναπτυχθούν τα υπόλοιπα σιτηρά. Είναι περισσότερο ανθεκτικό στο ψύχος και την έλλειψη υγρασίας από άλλα σιτηρά.

## 1.1. Παγκόσμια και εγχώρια κατανομή σιτηρών

Μέχρι το 1980 η καλλιέργεια της σίκαλης στην Ελλάδα μειωνόταν σταθερά μιας και τα πιο αποδοτικά σιτηρά κατά κύριο λόγο το κριθάρι και το σιτάρι προτιμώνταν περισσότερο. Οι ικανοποιητικές τιμές που λαμβάνει το προϊόν οδήγησαν στις πρόσφατες αυξητικές τάσεις.

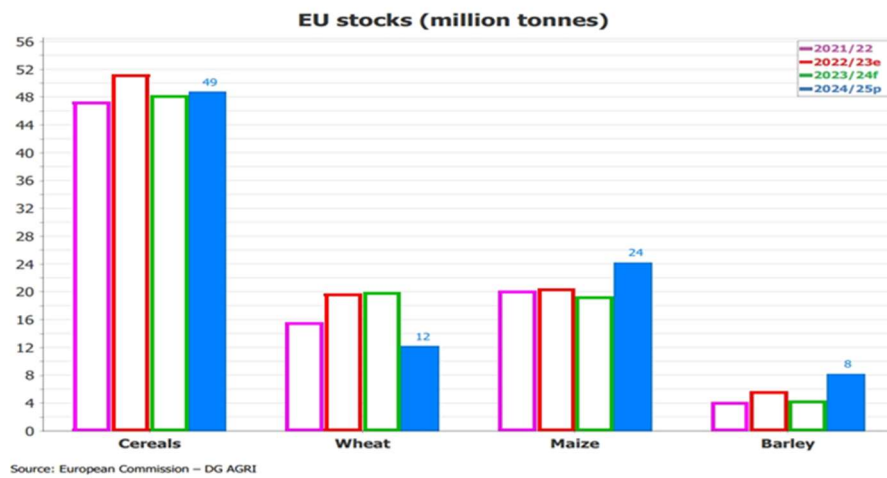
Τα τελευταία χρόνια οι μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειας σιτηρών (41%) απαντώνται κυρίως σε ορεινές περιοχές τόσο της Κεντρικής όσο και της Δυτικής Μακεδονίας (Νομοί Φλώρινας και Κοζάνης), ενώ ταυτόχρονα στην Ήπειρο συναντάμε επίσης μεγάλες εκτάσεις της καλλιέργειας περί του 29% στον Νομό Ιωαννίνων και ακολουθεί η Θράκη (κυρίως με τον νομό Ξάνθης με το 15%. Οι περιοχές με έντονους χειμώνες επιλέγονται για την καλλιέργεια.

Πριν τον παγκόσμιο πόλεμο η καλλιέργεια σμίγου, δηλαδή μίγματος σίκαλης και σιταριού καταλάμβανε 500.000 στρ. ενώ έδινε παραγωγή 32-35.000 τόνους.

Σημειώνεται ότι η άνοδος της παραγωγής στον αραβόσιτο συνδέεται με την αύξησή της σε Αργεντινή, ΕΕ και ΗΠΑ, ενώ η μείωση στο σιτάρι θα προέλθει κυρίως από την πτώση της παραγωγής σε Αυστραλία, Καναδά και Ρωσία. Ανάκαμψη αναμένεται και στην κατανάλωση σιτηρών, η οποία προβλέπεται να ανέλθει σε 2.305 εκατ. τόνους (+1,6%), κυρίως εξαιτίας της αύξησής της στον αραβόσιτο, ωθούμενη από την άνοδο της χρήσης του προϊόντος για ζωοτροφές και βιοκαύσιμα.

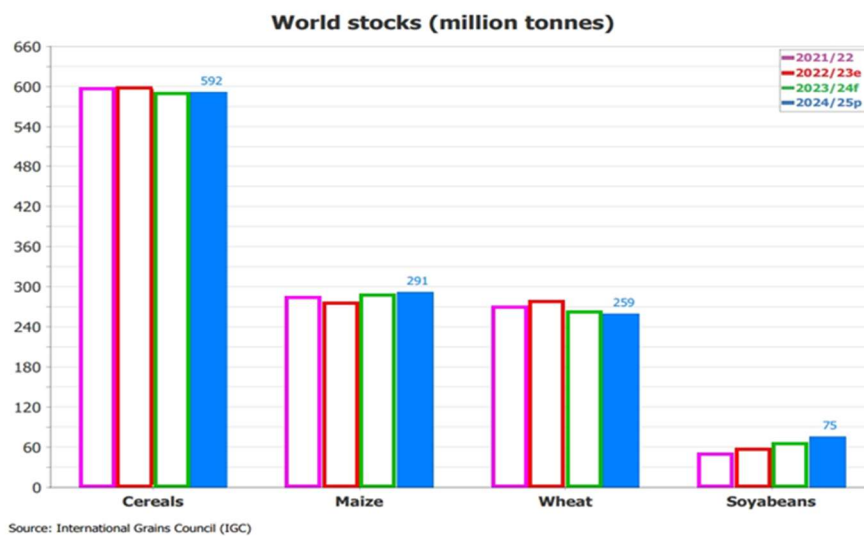
Μετά τη σημαντική μείωση του 2022 (γράφημα 1), σύμφωνα με πρόσφατες, η παγκόσμια παραγωγή σιτηρών προβλέπεται να ανακάμψει, ανερχόμενη το 2023 σε 2.292 εκατ. τόνους (+1,2%). Η θετική αυτή μεταβολή αποδίδεται κυρίως στην αισθητή άνοδο της παραγωγής στον αραβόσιτο, ενώ

αντίθετα πτώση προβλέπεται σε κριθάρι, σιτάρι και βρώμη.

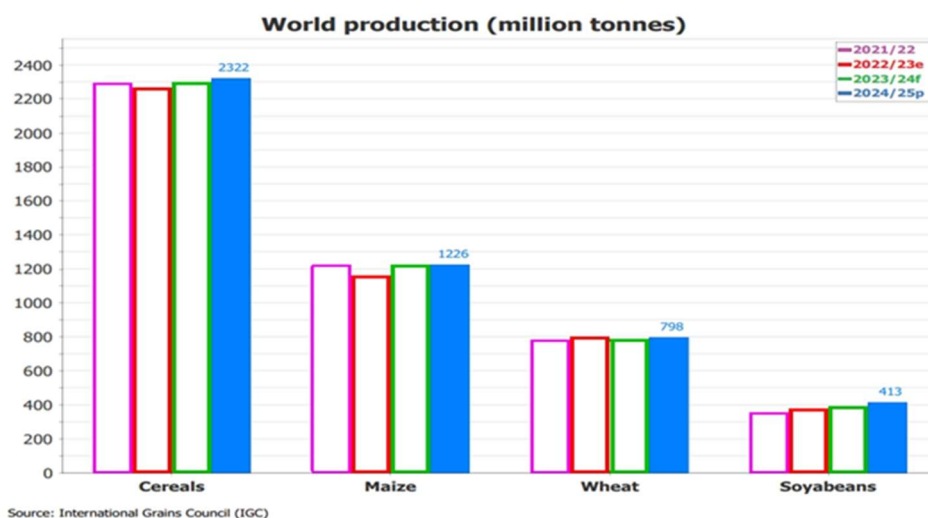


Γράφημα 1. Ευρωπαϊκά αποθέματα σιτηρών (σε εκατομμύρια τόνους)

## 1.2 Καλλιέργεια σιτηρών παγκοσμίως



Γράφημα 2. Παγκόσμια αποθέματα σιτηρών (σε εκατομμύρια τόνους)



Γράφημα 3. Παγκόσμια παραγωγή σιτηρών (σε εκατομμύρια τόνους)

## 1.2 Περιγραφή μορφολογικών χαρακτηριστικών χειμερινών σιτηρών

Τα χειμερινά σιτηρά έχουν πολλά κοινά μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Επίσης και η συνιστώμενη καλλιεργητική τεχνική παρουσιάζει πολλές ομοιότητες. Παρακάτω θα δούμε κάποια κοινά μεταξύ τους σημεία.

### 1.2.1 Ριζικό σύστημα σιτηρών

Το ριζικό σύστημα είναι θυσανώδες και αποτελείται και αποτελείται από δύο κατηγορίες ριζών α) τις εμβρυακές και β) τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Οι εμβρυακές ρίζες βγαίνουν από το σπόρο κατά το φύτεμα, ενώ οι μόνιμες που αποτελούν τον κύριο όγκο του ριζικού συστήματος σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους που βρίσκονται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το σημείο αυτό ονομάζεται σταυρός. Συνεπώς, το βάθος σποράς επηρεάζει το βάθος σχηματισμού μόνον του εμβρυακού ριζικού συστήματος. Το τμήμα του φυτού μεταξύ του σπόρου και του σταυρού λέγεται μεσοκοτύλιο, το μήκος του οποίου εξαρτάται από το βάθος σποράς και κυμαίνεται από 1-10 cm.

Οι εμβρυακές ρίζες (3-8 ανάλογα με το είδος του σιτηρού) είναι λεπτές, με ομοιόμορφη διάμετρο και άφθονες πλευρικές διακλαδώσεις. Παραμένουν

συνήθως ενεργές καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού ριζικού συστήματος. Η συνεισφορά τους στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων είναι μεγάλη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών, ενώ αργότερα με την εμφάνιση του μόνιμου ριζικού συστήματος, αυτή περιορίζεται πάρα πολύ.

Οι μόνιμες ρίζες είναι πολυάριθμες, παχύτερες και ισχυρότερες σε σχέση με τις εμβρυακές και αναπτύσσονται αρχικά σχεδόν οριζοντίως και κατόπιν στρέφονται προς τα κάτω. Η έκταση του ριζικού συστήματος και το βάθος που διεισδύουν οι ρίζες μέσα στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από τη δομή, τη γονιμότητα, τη θερμοκρασία και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, την πυκνότητα των φυτών, την ύπαρξη ζιζανίων, το είδος και την ποικιλία του σιτηρού. Οι περισσότερες ρίζες φθάνουν σε βάθος 30 έως 50 cm, μπορούν όμως να διεισδύσουν μέχρι και 2 m.

Σε βαθιά, γόνιμα, καλώς στραγγιζόμενα εδάφη παρατηρείται καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες, αναπτύσσουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα συγκρινόμενες με τις ευπαθείς. Οι χειμερινοί τύποι συνήθως εμφανίζουν περισσότερο εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Η μορφή του ριζικού συστήματος δεν σχετίζεται με το ύψος των φυτών και εξαρτάται από το γενότυπο. Το μόνιμο ριζικό σύστημα είναι περισσότερο αναπτυγμένο στη σίκαλη, ακολουθεί η βρώμη και το κριθάρι και τελευταίο έρχεται το σιτάρι. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορίζεται την περίοδο της άνθησης. Τα αδέρφια αποκτούν δικό τους μόνιμο ριζικό σύστημα, ανεξάρτητο από το μητρικό φυτό.

### 1.2.2 Ο βλαστός των σιτηρών

Ο βλαστός των χειμερινών σιτηρών συνηθέστερα ονομάζεται καλάμι. Είναι κυλινδρικός και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα, ως επί το πλείστο κενά στο εσωτερικό τους κατά την ωρίμανση και από συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Η κοίλη κυλινδρική μορφή του στελέχους προσδίδει σ' αυτό ένα βαθμό αντοχής. Ο αριθμός των μεσογονατίων εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία του σιτηρού, επηρεάζεται όμως και από τις κλιματολογικές. Το μήκος των μεσογονατίων εξαρτάται από τη θέση τους στο βλαστό και από το γενότυπο. Γενικά τα μεσογονάτια της βάσης παραμένουν κοντά, ενώ εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις, το μήκος τους αυξάνει προοδευτικά από τη βάση προς

την κορυφή. Μακρύτερο από όλα είναι το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει και την ταξιανθία. Το ύψος των χειμερινών σιτηρών και η διάμετρος των βλαστών εξαρτάται από το είδος, την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Το ύψος κυμαίνεται από 60 έως 150 cm ενώ η διάμετρος από 3 έως 10 mm. Το ύψος και η διάμετρος των βλαστών σχετίζονται με το πλάγισμα.

Στη βάση των μεσογονατίων, μέσα στον κολεό του αντίστοιχου φύλλου, υπάρχει μία μικρή ζώνη που παραμένει σε μεριστωματική κατάσταση και η οποία λιγνιτοποιείται μετά το ξεστάχιασμα. Η ζώνη αυτή του στελέχους παρέχει τη δυνατότητα σε πλαγιασμένα στελέχη να επανέρχονται στην όρθια θέση με ασύμμετρη ανάπτυξη της βάσης των μεσογονατίων. Φυσικά αυτή η επαναφορά είναι δυνατή πριν από τη λιγνιτοποίηση της μεριστωματικής αυτής ζώνης.

Στη βάση του βλαστού κατά κανόνα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, υπάρχει μία ζώνη από μεριστωματικούς ιστούς που καλείται στεφάνη ή σταυρός. Η ζώνη αυτή παράγει ρίζες και βλαστούς και είναι το πιο ευαίσθητο σημείο στα χειμερινά σιτηρά, καθόσον καταστροφή της από χαμηλές θερμοκρασίες ή ξηρασία συνεπάγεται και καταστροφή του φυτού.

Από καταβολές οφθαλμών που βρίσκονται στους κόμβους του βλαστού, ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, εκφύονται νέα στελέχη που ονομάζονται αδέρφια. Επίσης από οφθαλμούς των αδελφιών μπορούν να σχηματισθούν δευτερογενή αδέρφια και ούτω καθ' εξής. Κάτω από ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες και σε επάρκεια χώρου μπορούν να δημιουργηθούν μέχρι και 150 αδέρφια (βλαστοί) από ένα σπόρο.

### 1.2.3 Τα φύλλα των σιτηρών

Τα φύλλα των σιτηρών αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήματα του φύλλου που περιβάλλει το βλαστό (καλάμι). Ο κολεός μπορεί να φέρει τρίχες ή όχι. Στην ένωση της βάσης του κολεού με τον αντίστοιχο κόμβο υπάρχει ένας μασχαλιαίος οφθαλμός ο οποίος όταν βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να αναπτυχθεί σε καινούριο βλαστό (αδέρφι). Το έλασμα του φύλλου είναι επίμηκες και στενό, με κύριες νευρώσεις παράλληλες, χωρίς διακλαδώσεις, οι οποίες συνδέονται σταυρωτά μεταξύ τους με άλλα μικρότερα νεύρα. Και οι δύο επιφάνειες του ελάσματος καλύπτονται από προστατευτικό στρώμα κυττάρων, την επιδερμίδα και εσωτερικά υπάρχει άφθονο σπογγώδες μεσόφυλλο. Τα

στομάτια είναι διατεταγμένα σε παράλληλες σειρές και στις δύο πλευρές των φύλλων. Στο σιτάρι και τη βρώμη πιο πολλά στομάτια βρίσκονται στην πάνω επιφάνεια των φύλλων. Το έλασμα πολλές φορές στρέφεται προς τα δεξιά (σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη) ή προς τα αριστερά (βρώμη) ή μπορεί να παρουσιάζει δύο συστροφές. Επίσης μπορεί να είναι λείο ή να καλύπτεται από χνούδι.

Το μήκος, το πλάτος και ο χρωματισμός του ελάσματος των φύλλων είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας. Εν τούτοις ο χρωματισμός επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την εδαφική υγρασία και η ένταση του πράσινου χρώματος από την γονιμότητα του εδάφους και κυρίως την περιεκτικότητα σε άζωτο.

Στο σημείο που ενώνεται το έλασμα του φύλλου με τον κολεό διακρίνονται δύο εξαρτήματα, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Το γλωσσίδιο είναι μία μεμβρανώδης εκβλάστηση με όρθια έκφυση, χωρίς χρώμα. Τα ωτίδια είναι μεμβρανώδεις προεκτάσεις του ελάσματος του φύλλου, περιβάλλουν το στέλεχος ολικώς ή μερικώς και μπορεί να έχουν διάφορες αποχρώσεις, από πράσινο μέχρι ερυθρό και σε ορισμένες περιπτώσεις όταν το φυτό ωριμάζει, παίρνουν χρώμα λευκό. Τα ωτίδια μπορεί να φέρουν ή όχι χνούδι. Το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων αποτελούν χρήσιμα χαρακτηριστικά για τη διάκριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία. Έτσι π.χ. η βρώμη έχει μεγάλο γλωσσίδιο και καθόλου ωτίδια, ενώ το κριθάρι έχει πολύ μεγάλα ωτίδια που περιβάλλουν ολόκληρο το καλάμι και προεξέχουν και μέτριο γλωσσίδιο. Το σιτάρι έχει μέτρια ωτίδια και μέτριο γλωσσίδιο, ενώ η σίκαλη έχει τα μικρότερα ωτίδια από όλα τα χειμερινά σιτηρά.

Τα φύλλα είναι τοποθετημένα σε δύο σειρές η μία απέναντι από την άλλη (φυλλοταξία δίστοιχη). Ο αριθμός τους ποικίλλει συνήθως από 5-10. Το μικρότερο φύλλο συνήθως είναι το τελευταίο που λέγεται φύλλο-σημαία και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Αρχικά τα φύλλα έχουν σχεδόν κατακόρυφη διεύθυνση αλλά αργότερα σχηματίζουν γωνία με το βλαστό, το μέγεθος της οποίας είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας του σιτηρού.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κυρίως στις ποικιλίες που σπέρνονται το φθινόπωρο, τα μεσογονάτια διαστήματα είναι πολύ μικρά και τα φύλλα εμφανίζονται σαν μία τούφα πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Με τη μορφή αυτή τα φυτά περνούν τη διάρκεια του χειμώνα και τα φύλλα προστατεύουν το

αρχέφυτρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Με την αύξηση της θερμοκρασίας την άνοιξη, επιμηκύνονται τα μεσογονάτια διαστήματα και τα φυτά παίρνουν ύψος

#### 1.2.4 Ταξιανθίες και άνθη των σιτηρών

Τα άνθη είναι τοποθετημένα σε ταξιανθίες. Η ταξιανθία αποτελείται από έναν κύριο αρθρωτό άξονα, τη ράχη, ο οποίος είναι προέκταση του βλαστού. Τα άνθη κατά ομάδες που καλούνται σταχύδια, είναι τοποθετημένα με διαφορετικό τρόπο στην ταξιανθία. Εάν είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο, η ταξιανθία λέγεται στάχυς. Εάν από τον κύριο άξονα σχηματίζονται διακλαδώσεις και υποδιακλαδώσεις πάνω στις οποίες βρίσκονται τα σταχύδια, η ταξιανθία λέγεται φόβη. Η ράχη της φόβης έχει περί- που πέντε κόμπους, από τον καθένα δε βγαίνουν εναλλάξ δύο έως έξι διακλαδώσεις. Ταξιανθία στάχυ έχουν το σιτάρι, το κριθάρι, η σίκαλη και το τριτικάλε, ενώ φόβη έχει η βρώμη. Η πυκνότητα των σταχυδίων στο στάχυ ποικίλει σημαντικά. Ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των κόμβων της ράχης η ταξιανθία χαρακτηρίζεται σαν πυκνή, ενδιάμεση, χαλαρή. Το μήκος της ταξιανθίας κυμαίνεται από 5 έως 15 cm.

Ο αριθμός των σταχυδίων σε κάθε άρθρωση και ο αριθμός των άγονων και γόνιμων ανθέων σε κάθε σταχύδιο εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία, τις συνθήκες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και από τον εφοδιασμό του στάχους με προϊόντα φωτοσύνθεσης.

Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο λέπυρα που λέγονται εξωτερικά λέπυρα για να διακρίνονται από τα άλλα δύο που περιβάλλουν κάθε άνθος και λέγονται εσωτερικά. Τα εξωτερικά λέπυρα καταλήγουν σε μία μύτη, την ακίδα. Από τα εσωτερικά λέπυρα εκείνο που αντιστοιχεί στη ράχη του κόκκου λέγεται χιτώνας και το άλλο (στην κοιλιά του κόκκου) λέγεται λεπίδα. Ο χιτώνας μπορεί να προεκτείνεται στο άκρο του και να σχηματίζει το άγανο. Η ύπαρξη ή όχι αγάνου, το μήκος, το χρώμα, η υφή και λοιπά χαρακτηριστικά του, χρησιμεύουν για την ταξινόμηση των ποικιλιών. Τα άγανα φέρουν χλωροπλάστες και έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν. Ο χιτώνας από την εξωτερική πλευρά παρουσιάζει ένα προεξέχον νεύρο, ενώ η λεπίδα μία αυλάκωση που προσαρμόζεται στη σχισμή του σπόρου. Τα εσωτερικά λέπυρα



απομακρύνονται από το σπόρο κατά τον αλωνισμό στο σιτάρι, στη σίκαλη και στο τριτικάλε, ενώ παραμένουν ενωμένα με το σπόρο στο κριθάρι και στη βρώμη.

Σε κάθε άνθος, μέσα στα εσωτερικά λέπυρα, περικλείονται τρεις στήμονες, ο ύπερος που αποτελείται από μονόχωρη ωθήκη και δύο στύλους (ενωμένους) με πτεροειδές σίγμα και δύο γλωχίνες (μικρά λεπιοειδή κατασκευάσματα) στη βάση της ωθήκης. Οι ανθήρες στηρίζονται σε λεπτά νήματα τα οποία επιμηκύνονται πολύ γρήγορα όταν πλησιάζει η άνθηση. Οι κόκκοι της γύρης είναι λεπτοί και παράγονται σε μεγάλη αφθονία. Το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και το τριτικάλε είναι αυτογονιμοποιούμενα φυτά (παρατηρείται ποσοστό 1-4% σταυρογονιμοποίησης ανάλογα με τις ποικιλίες και τις κλιματολογικές συν-θήκες), ενώ η σίκαλη είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό.

### 1.2.5 Ο καρπός των σιτηρών

Ο καρπός των σιτηρών είναι καρύοψη, όπου το περίβλημα του σπόρου είναι ενωμένο σταθερά και σε ολόκληρη την έκτασή του με την εσωτερική πλευρά του περικαρπίου, ώστε καρπός και σπόρος να αποτελούν μια μονάδα, τον κόκκο. Το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων επηρεάζεται από το γενότυπο, τη θέση τους στο στάχυ ή το σταχύδιο και την ποσότητα του αποθηκευθέντος ενδοσπερμίου. Στον κόκκο του κριθαριού και της βρώμης (εκτός από τις γυμνές ποικιλίες) το περικάρπιο είναι ενωμένο εντελώς με τα δύο εσωτερικά λέπυρα, τα οποία δεν απομακρύνονται με τον αλωνισμό (Εικ. 2.8). Σε ορισμένα είδη σιταριού όπως π.χ. στο *Triticum spelta* δεν γίνεται προσκόλληση. Απλώς τα λέπυρα και μετά τον αλωνισμό εξακολουθούν να μένουν ενωμένα σφιχτά μεταξύ τους, ώστε για την απομάκρυνσή τους να χρειάζονται ειδικά μηχανήματα.

Ο κόκκος αποτελείται από το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Στην παρουσιάζεται η ανατομία του κόκκου του σιταριού ως αντιπροσωπευτική ανατομία του κόκκου των σιτηρών. Το περικάρπιο αποτελείται από στρώματα κυττάρων τα οποία προέρχονται από τη διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωθήκης. Το περίβλημα του σπόρου βρίσκεται κάτω από το περικάρπιο, αποτελείται από ημιπερατό λεπτό στρώμα κυττάρων, το οποίο προέρχεται από τη διαφοροποίηση των χιτώνων της

σπερματικής βλάστης και περιβάλλει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Στα κύτταρα του περιβλήματος του σπόρου μπορούν να υπάρχουν χρωστικές, οι οποίες δίνουν χρώμα στον κόκκο.

Το ενδοσπέρμιο είναι ο αμυλώδης ιστός που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του κόκκου και καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, εκτός από τον χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο. Προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και στο νεαρό φυτάριο μετά τη βλάστηση του σπόρου, μέχρι το φυτό να μπορέσει να ικανοποιήσει τις ανάγκες του από το έδαφος. Το εξωτερικό στρώμμα του ενδοσπερμίου αποτελεί την αλευρόνη. Τα κύτταρα της αλευρόνης είναι μεγάλα, ορθογώνια, δεν περιέχουν άμυλο και είναι πλούσια σε αλευρόκοκκους, οι οποίοι περιέχουν κυρίως πρωτεΐνες. Οι αλευρόκοκκοι περιβάλλονται από ελαιώδη σταγονίδια. Τα κύτταρα της αλευρόνης παραμένουν ζωντανά στον ώριμο κόκκο. Το υπόλοιπο τμήμα του ενδοσπερμίου εκτός από την αλευρόνη αποτελείται από μεγάλα κύτταρα πλούσια σε αμυλόκοκκους και διάσπαρτους αλευρόκοκκους. Τα κύτταρα αυτά νεκρώνονται κατά την ωρίμανση. Οι αμυλόκοκκοι διαφέρουν πολύ στο μέγεθος και το σχήμα. Όταν οι αλευρόκοκκοι βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία στο ενδοσπέρμιο ο κόκκος γίνεται σκληρός και σε τομή εμφανίζει διαφανή, γυαλιστερή όψη. Αντίθετα όταν βρίσκονται σε μικρή αναλογία, το ενδοσπέρμιο γίνεται μαλακό και παρουσιάζει αλευρώδη εμφάνιση.

Το έμβρυο βρίσκεται τοποθετημένο στο ένα άκρο του κόκκου κοντά στον ποδίσκο, σε κατάσταση λήθαργου. Συνήθως ο λήθαργος οφείλεται στην ξήρανση των ιστών του κόκκου, σε ορισμένα όμως φυτά έχουν βρεθεί ουσίες στο ενδοσπέρμιο που προκαλούν το λήθαργο. Το έμβρυο είναι ένα ήδη διαφοροποιημένο νεαρό φυτάριο, στη μια πλευρά του οποίου προεξέχει μια ογκώδης κοτυληδόνα, η οποία ονομάζεται ασπίδιο, λόγω της δισκοειδούς της μορφής. Το ασπίδιο περιέχει αποθησαυριστικές ουσίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται από το έμβρυο κατά τη βλάστηση του σπόρου. Κυρίως όμως ο ρόλος του κατά τη διάρκεια της βλάστησης είναι η έκκριση ορμονικού μηνύματος στο στρώμα της αλευρόνης, η έκκριση υδρολυτικών ενζύμων και ο έλεγχος της μετακίνησης των αποθηκευμένων στο ενδοσπέρμιο θρεπτικών συστατικών προς το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Ο εμβρυακός άξονας φέρει στο κατώτερο άκρο του την πρωτογενή ρίζα και τις καταβολές των εμβρυακών ριζών.

Η πρωτογενής ρίζα περιβάλλεται από μία προστατευτική κατασκευή, την κολεόρριζα. Στο ανώτερο άκρο του βλαστικού άξονα βρίσκεται το βλαστίδιο το οποίο έχει κωνική μορφή και καλύπτεται από το κολεόππιλο, το οποίο θεωρείται ως ένα τροποποιημένο φύλλο. Το κολεόππιλο συνήθως περικλείει 2-3 εμβρυακά φύλλα, τον άξονα του βλαστού και έναν οφθαλμό. Το έμβρυο περιέχει κυρίως λάδι και πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητά του σε άμυλο είναι μικρή. Επειδή το λάδι ταγγίζει, συνήθως το έμβρυο απομακρύνεται από το ενδοσπέρμιο πριν την άλεση του κόκκου για την παραγωγή αλευριού.

### 1.3 Εκτενής περιγραφή σίκαλης

Μορφολογικά ομοιάζει κατά πολύ με το σιτάρι. Τα ωτίδια της είναι πολύ μικρά, ενώ υπάρχουν ποικιλίες στις οποίες δεν θα βρούμε ωτίδια. Το γλωσσίδιο είναι σχεδόν στρογγυλό και αρκετά κοντό. Είναι δύσκολο να την ξεχωρίσουμε από το σιτάρι παρατηρώντας μόνο τα φύλλα αφού θα δούμε ότι υπάρχει μεγάλη ομοιότητα, αν και θεωρητικά τα φύλλα σημαία είναι πολύ μικρότερο από αυτό του σιταριού και έχει μικρή φωτοσυνθετική σημασία ως πηγή προϊόντων για τον αναπτυσσόμενο κόκκο.

Τα φύλλα της σίκαλης έχουν έναν γκριζο-μπλέ τόνο στο χρώμα τους. Τα φυτά της σίκαλης θεωρητικά είναι ψηλότερα από αυτά του σιταριού και το αδελφωμα τους είναι μεγαλύτερο. Ένας λεπτός στάχυς μήκους 10-15 εκ. αποτελεί την ταξιανθία της σίκαλης, όπου σε κάθε κόμβο του υπάρχει ένα σταχύδιο με συνήθως 3 ανθίδια εκ των οποίων τα δύο εξωτερικά είναι γόνιμα ενώ το κεντρικό άγονο και πολύ μικρό που σχεδόν δεν διακρίνεται. Ο χιτώνας της σίκαλης φέρει αυλάκια και τρίχες στο μεσαίο νεύρο και συνήθως καταλήγει σε ένα μεσαίου μεγέθους άγανο. Ο χιτώνας και η λεπίδα τείνουν να αποχωρίζονται στο ανώτερο άκρο και κατά την ωρίμανση ανάμεσα τους διακρίνεται ο σπόρος.

Ο κόκκος έχει μεγαλύτερο μήκος και είναι λεπτότερος από τον κόκκο του σιταριού. Αθνοκυανίνες στο στρώμα της αλευρόνης ή στο περικάρπιο συνδέονται με το χρώμα του κόκκου το οποίο είναι κιτρινο-μπλε, κιτρινο-καφέ ή ελαιώδες. Ο κίτρινος σπόρος είναι απαλλαγμένος από ανθοκυανίνες.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι η σίκαλη ακολουθεί το σιτάρι στην παραγωγή αλευριού με έντονη όμως διαφορά στο χρώμα και το βάρος του ψωμιού. Παρόλου που το ψωμί σίκαλης είναι πολύ θρεπτικό έχει το μειονέκτημα ότι

πρέπει να καταναλωθεί γρήγορα γιατί ξινίζει εύκολα. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω καταλήγουμε στο ότι είναι λιγότερο περιζήτητο από το ψωμί σίτου.

Πιθανολογείται ότι το φυτό της σίκαλης κατάγεται από τη Νοτιοδυτική Ασία περίπου το 6500 π.Χ., ενώ παλαιότερα αποτελούσε ζιζάνιο σε παραγωγές τόσο κριθαριού όσο και σιταριού.

## 1.4 Βιωσιμότητα του σπόρου

Οι σπόροι των σιτηρών, εάν αποθηκευτούν σε κατάλληλες συνθήκες, μπορούν να διατηρήσουν τη βλαστικότητα τους για πολλά χρόνια. Κατά μέσο όρο, από διάφορους ερευνητές, αναφέρεται ότι οι σπόροι του σιταριού μπορούν να διατηρηθούν ζωντανοί από 6-32 χρόνια, του κριθαριού 2-10, της βρώμης 6-29 και της σίκαλης 9-10 χρόνια. Οι παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η βλαστικότητα και η βιωσιμότητα των σπόρων είναι κυρίως η υγρασία του περιβάλλοντος αποθήκευσης, που βρίσκεται σε ισορροπία με την υγρασία των σπόρων, η θερμοκρασία και ειδικά ο συνδυασμός αυτών των δύο.

Όταν και οι δύο αυτοί παράγοντες έχουν υψηλές τιμές τότε η βλαστική ικανότητα διατηρείται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, ενώ όταν μόνον ο ένας παράγοντας έχει υψηλή τιμή, τότε το χρονικό διάστημα αυξάνεται. Στη γεωργική πράξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σπόρος για σπορά όχι μόνο της τελευταίας χρονιάς αλλά και κάπως παλαιότερος. Όταν οι παραγωγοί δεν χρησιμοποιούν πιστοποιημένο σπόρο, προτιμότερη είναι η χρησιμοποίηση σπόρου της προηγούμενης χρονιάς, επειδή οι συνθήκες αποθήκευσης, από τους παραγωγούς, συνήθως δεν είναι οι ενδεδειγμένες.

## 1.5 Βιολογικός κύκλος- Αύξηση και ανάπτυξη

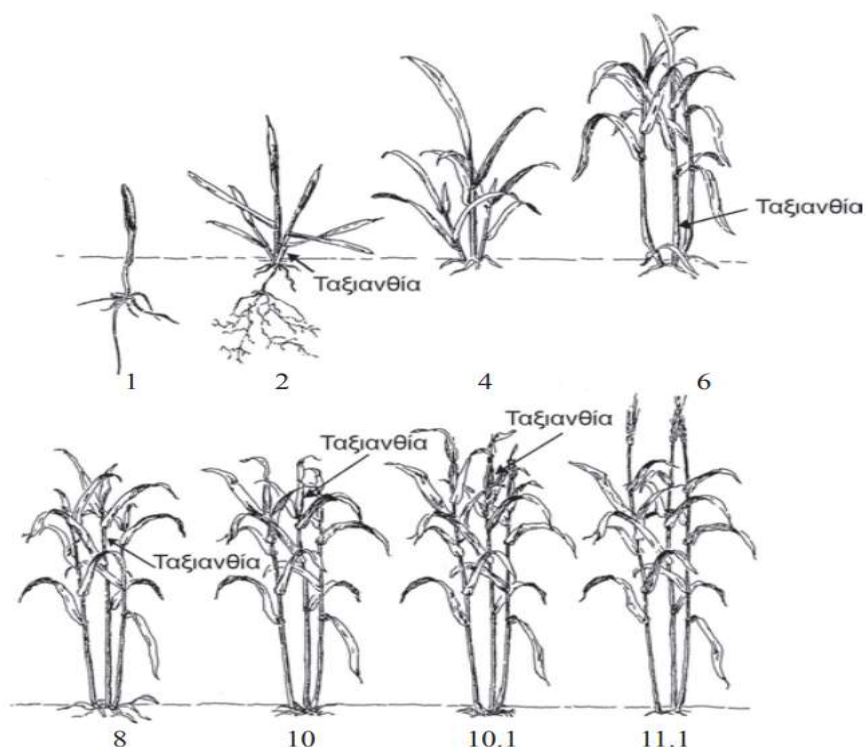
### 1.5.1 Πορεία φυτρώματος

Μετά τη σπορά σε έδαφος που έχει υγρασία, ικανοποιητική θερμοκρασία και αερίζεται κανονικά, οι σπόροι απορροφούν νερό, αυξάνουν σε μέγεθος και σε βάρος και αρχίζουν να βλαστάνουν. Τα σιτηρά παρουσιάζουν υπόγειο φύτρωμα, δηλ. οι σπόροι κατά το φύτρωμα παραμένουν στο έδαφος.

Στην αρχή της βλάστησης επιμηκύνεται η κολεόρριζα, σχίζεται το περικάρπιο και η κολεόρριζα βγαίνει έξω από το σπόρο. Μία ημέρα αργότερα από την άκρη της κολεόρριζας εμφανίζεται η πρώτη εμβρυακή ρίζα και κατόπιν

οι υπόλοιπες εμβρυακές. Παράλληλα η κολεοπτίλη επιμηκύνεται, περνά μέσα από το περίβλημα του κόκκου, το οποίο σχίζει και εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους με σωληνοειδή μορφή.

Στη συνέχεια μέσα από την κολεοπτίλη βγαίνει το πρώτο φύλλο (Εικόνα 1). Όταν ο σπόρος σπέρνεται βαθιά, το μεσογονάτιο διάστημα της κολεοπτίλης επιμηκύνεται και δημιουργείται ένας ριζωματώδης βλαστός κάτω από την επιφάνεια του εδάφους που λέγεται μεσοκοτύλιο



Εικόνα 1. Αναπτυξιακό στάδια της καλλιέργειας της σίκαλης

Η αρχική ανάπτυξη του εμβρύου στηρίζεται σε θρεπτικές ουσίες που έχουν αποθηκευθεί κυρίως στο ενδοσπέρμιο, αλλά μικρές ποσότητες ζαχάρων βρίσκονται συγκεντρωμένες και στο έμβryo. Με την έναρξη της διαδικασίας της βλάστησης αρχίζει η αποικοδόμηση των αποθησαυριστικών ουσιών.

Το άμυλο με την βοήθεια των αμυλασών διασπάται σε ζάχαρα, τα λίπη με τις λιπάσες σε λιπαρά οξέα και οι πρωτεΐνες με τις πεπτιδάσες σε αμινοξέα. Τα προϊόντα αυτά υδρόλυσης στη συνέχεια μέσω ειδικών αγωγών ιστών του ασπιδίου μεταφέρονται στο έμβryo. Η δραστηριότητα των υδρολυτικών ενζύμων ρυθμίζεται από το έμβryo κυρίως μέσω των γιββερελλινών. Αυτές

παράγονται στο έμβρυο και στη συνέχεια μεταφέρονται στα στρώματα της αλευρόνης.

Τα νεαρά φυτά αρχίζουν να φωτοσυνθέτουν και συνεπώς παύουν να εξαρτώνται από τις αποθηκευμένες ουσίες, συνήθως 10 ημέρες από την έναρξη του φυτρώματος. Η αναπνοή των κυττάρων, που είναι έντονη κατά τη διάρκεια του φυτρώματος, παρέχει την ενέργεια για την ανάπτυξη του νεαρού φυταρίου.

### 1.5.2 Στάδια ανάπτυξης

Η έξοδος των φυταρίων στην επιφάνεια του εδάφους επιτυγχάνεται με το συνδυασμό επιμήκυνσης του κολεόπτιλου και του μεσοκοτυλίου. Το κολεόπτιλο επίσης υποβοηθά στο σπάσιμο της εδαφικής κρούστας. Με την εμφάνιση του κολεόπτιλου στην επιφάνεια του εδάφους αρχίζει η έκπτυξη των φύλλων. Την εμφάνιση των πρώτων φύλλων ακολουθεί η ανάπτυξη των αδελφιών και του μόνιμου ριζικού συστήματος.

Το έμβρυο περιέχει εμβρυακά φύλλα. Μετά τη βλάστηση του σπόρου στο βλαστικό άξονα αρχίζει η διαφοροποίηση και άλλων φύλλων. Ο αριθμός τους κυμαίνεται από 7-15. Ο τελικός όμως αριθμός φύλλων που θα έχει το φυτό επηρεάζεται από το γενότυπο, τη θερμοκρασία, την ένταση του φωτός και τη θρεπτική κατάσταση του φυτού. Επίσης εξαρτάται από την ιεραρχία των βλαστών στο φυτό με τον κύριο βλαστό να παράγει τα περισσότερα φύλλα σε σχέση με τους βλαστούς των αδελφιών.

Παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας του βλαστού και του αριθμού των φύλλων. Ο ρυθμός εμφάνισης των φύλλων επηρεάζεται από το γενότυπο και τις εδαφοκλιματικές. Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έδειξαν ότι υπάρχει μικρή ή καθόλου σχέση μεταξύ του ρυθμού εμφάνισης των φύλλων και της διάρκειας του βιολογικού κύκλου, των γονιδίων νανισμού ή του απαιτούμενου βαθμού εαρινοποίησης.

Από τις συνθήκες του περιβάλλοντος τη μεγαλύτερη επίδραση ασκούν η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος και άλλοι όμως παράγοντες όπως τα θρεπτικά στοιχεία, η υγρασία και η αλατότητα του εδάφους, η ένταση και η ποιότητα του φωτός, το CO<sub>2</sub>, η εαρινοποίηση, το μέγεθος του σπόρου, το βάθος σποράς, η συνεκτικότητα του εδάφους, μπορούν να έχουν κάποιο ρόλο. Το μέγεθος των ώριμων φύλλων εξαρτάται από τη θέση τους επάνω στο καλάμι.

Το μέγεθος των ελασμάτων διαδοχικών φύλλων συνήθως αυξάνει. Εξαίρεση αποτελεί το φύλλο σημαία, το οποίο τυπικά είναι μικρότερο από το προτελευταίο φύλλο. Το πλάτος και το πάχος των φύλλων είναι δυνατόν να αυξάνει με την ένταση του φωτός και τη θερμοκρασία, ενώ αναλόγως το μήκος μειώνεται. Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ανά βλαστό εμφανίζεται περίπου την περίοδο που το φύλλο σημαία έχει πλήρως αναπτυχθεί, λίγο πριν την έκπτυξη της ταξιανθίας.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (μέχρι την εμφάνιση των 4ου και 5ου φύλλου) επικρατούν οι εμβρυακές ρίζες, ενώ η συμβολή των μόνιμων ριζών αυξάνει βαθμιαία. Οι μόνιμες ρίζες που έχουν την προέλευσή τους στον κεντρικό βλαστό αρχίζουν να εμφανίζονται περίπου με την έκπτυξη του πρώτου αδελφίου. Το πρώτο ζεύγος μόνιμων ριζών βγαίνει από τον κόμβο (σταυρό) του κυρίου στελέχους που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και ένα δεύτερο ζεύγος από το δεύτερο κόμβο. Μετέπειτα από κόμβους που βρίσκονται λίγο κάτω ή λίγο πάνω από την επιφάνεια του εδάφους σχηματίζονται και άλλες ρίζες. Οι ρίζες των αδελφιών γενικά αρχίζουν να αναπτύσσονται αφού το αδελφί σχηματίσει 3 φύλλα. Σε αντίθεση με τον κύριο βλαστό, τα αδελφία στην αρχή σχηματίζουν μόνο μία μόνιμη ρίζα. Οι μόνιμες ρίζες είναι πιο χονδρές, σκληρότερες και πιο δυνατές από τις εμβρυακές.

Στην αρχή αναπτύσσονται οριζόντια και κατόπιν στρέφονται προς τα κάτω και εισχωρούν στο έδαφος. Οι ρίζες αποκτούν το μεγαλύτερο βάρος περίπου την περίοδο του ξεσταχυάσματος και στη συνέχεια το βάρος τους μειώνεται. Η μείωση του βάρους κυρίως οφείλεται στο θάνατο και την αποσύνθεση ορισμένων τμημάτων και ίσως και στη μετακίνηση θρεπτικών ουσιών προς το στάχυ. Έλλειψη P και K μειώνει το μέγεθος του ριζικού συστήματος.

Αναερόβιες συνθήκες, υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και ξηρό έδαφος δεν ευνοούν την ανάπτυξη των ριζών. Παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των γενοτύπων στο μήκος και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Δεν βρέθηκε σχέση ανάμεσα στη μορφή και την έκταση του ριζικού συστήματος και στο ύψος των φυτών. Ημινάνες ποικιλίες σιταριού, οι οποίες δημιουργήθηκαν για περιοχές με περιορισμένη υγρασία έχουν την ικανότητα να εκτείνουν το ριζικό τους σύστημα σε μεγάλο βάθος .

### 1.5.2.1 Αδελφωμα

Αδελφωμα είναι η έκπτυξη νέων βλαστών από οφθαλμούς οι οποίοι βρίσκονται στα γόνατα του στελέχους λίγο πιο κάτω ή ακριβώς πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Η ανάπτυξη των οφθαλμών που θα δώσουν αδέρφια ρυθμίζεται από την ισορροπία των ορμονών στο φυτό. Εάν το ακραίο μερίστωμα καταστραφεί, οφθαλμοί που βρίσκονται σε λήθαργο δραστηριοποιούνται και σχηματίζουν αδέρφια. Ο ρυθμός έκπτυξης των αδελφιών είναι γενετικό γνώρισμα και επηρεάζεται και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, οι οποίες κυρίως επηρεάζουν τη δυνατότητα έκπτυξης των οφθαλμών και όχι τον αριθμό των οφθαλμών.

Σε συνθήκες απουσίας κάθε περιορισμού στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων (λόγω ανταγωνισμού εντός του ίδιου φυτού ή μεταξύ των φυτών) η εμφάνιση των αδελφιών σχετίζεται στενά με την εμφάνιση των φύλλων. Στο σιτάρι η εμφάνιση του πρώτου πρωτογενούς αδελφιού συμπίπτει με την εμφάνιση του τέταρτου φύλλου. Τα επόμενα πρωτογενή αδέρφια εμφανίζονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με την έκπτυξη των φύλλων. Το μέγιστο αδελφωμα παρατηρείται με τη διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών. Τα πρώτα δύο αδέρφια βγαίνουν από τους οφθαλμούς που βρίσκονται στη μασχάλη του πρώτου και δεύτερου φύλλου, διαμετρικά αντίθετα ως προς τον κύριο βλαστό.

Το δεύτερο από αυτά σχηματίζεται λίγο υψηλότερα από το πρώτο. Στην αρχή κάθε αδελφι καλύπτεται από ένα φύλλο παρόμοιο με την κολεοπτίλη και στη συνέχεια τα φύλλα του αδελφιού βγαίνουν μέσα από αυτό το φύλλο. Τα επόμενα αδέρφια εκπτύσσονται από οφθαλμούς του κυρίου στελέχους πάνω από τα δύο πρώτα αδέρφια ή από οφθαλμούς που βρίσκονται στη βάση του πρώτου και δεύτερου αδελφιού (δευτερογενή αδέρφια). Αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί και με τον τρόπο αυτό σε ένα φυτό να σχηματισθούν πολλά αδέρφια. Κάθε αδελφι σχηματίζει δικό του ριζικό σύστημα. Το αδελφωμα συνήθως σταματά με την έναρξη ανάπτυξης του στάχου και πριν από το καλάμωμα .

Τα νέα στελέχη αρχικά εξαρτώνται αποκλειστικά από το κεντρικό φυτό και γίνονται ανεξάρτητα μόνον όταν αναπτύξουν τρία φύλλα και αρχίζουν να αποκτούν δικό τους ριζικό σύστημα. Τα αδέρφια συνήθως σχηματίζουν λιγότερα φύλλα από τον κύριο βλαστό, οπότε η άνθηση της ταξιανθίας των



αδελφιών συγχρονίζεται σχετικά με εκείνη του κυρίου βλαστού. Επίσης τα αδέρφια έχουν μικρότερες ταξιανθίες σε σχέση με το κεντρικό φυτό και παράγουν λιγότερους κόκκους ανά ταξιανθία, οι δε κόκκοι έχουν μικρότερο βάρος. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα και αρχή της άνοιξης τα μεσογονάτια διαστήματα είναι πολύ κοντά, οπότε τα φύλλα από τον κύριο βλαστό και τα αδέρφια σχηματίζουν μία τούφα φύλλων πάνω στην επιφάνεια του εδάφους

#### 1.5.2.2. Μετάβαση από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο

Η μετάβαση από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο συμβαίνει στο στάδιο της απλής πτυχής, όταν η παρατήρηση αφορά την εξέταση τομής στο μικροσκόπιο του ακραίου μεριστώματος, ή στο στάδιο του καλαμώματος, όταν η παρατήρηση γίνεται στα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού. Ανάλογα με το γενότυπο και το περιβάλλον, την περίοδο αυτή στον κύριο βλαστό και στα αδέρφια υπάρχουν 2-7 πλήρως αναπτυγμένα φύλλα.

Το στάδιο της διπλής πτυχής χρησιμοποιούνταν συνήθως ως δείκτης τερματισμού της βλαστικής φάσης, αλλά από πιο πρόσφατες παρατηρήσεις είναι γνωστό ότι το πρώτο αρχεγόνιο σταχυδίο έχει διαφοροποιηθεί πριν την εμφάνιση της πρώτης διπλής πτυχής. Στο στάδιο της διπλής πτυχής, η κατώτερη πτυχή είναι το αρχεγόνιο του φύλλου, το οποίο δεν αναπτύσσεται πλέον και η ανώτερη πτυχή είναι το αρχεγόνιο του σταχυδίου.

Στα φυτά των σιτηρών η μετάβαση από τη βλαστική στην αναπαραγωγική ανάπτυξη δύναται να επηρεάζεται από τουλάχιστον τέσσερα σήματα (ερεθίσματα): 1) εαρινοποίηση, 2) φωτοπερίοδο, 3) σε ορισμένες περιπτώσεις εαρινοποίηση σε βραχυήμερες συνθήκες και 4) δημιουργία αρκετών φύλλων (μήνυμα εσωτερικό εκ μέρους του φυτού). Όλες οι ποικιλίες δεν ανταποκρίνονται σε όλα αυτά τα μηνύματα.

Καταβολή και διαφοροποίηση των διαφόρων μερών της ταξιανθίας Ο ρυθμός και η διάρκεια παραγωγής καταβολών σταχυδίων και ο τελικός αριθμός σταχυδίων που σχηματίζονται στην ταξιανθία εξαρτάται από το γενότυπο, τη φωτοπερίοδο, τη θερμοκρασία, την αλληλεπίδραση θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου, την ένταση του φωτός, τη γονιμότητα του εδάφους και την επάρκεια νερού.

Η μακρά φωτοπερίοδος αυξάνει το ρυθμό σχηματισμού σταχυδίων μειώνει όμως τη διάρκεια σχηματισμού τους, οπότε τελικά σε μακρά

φωτοπερίοδο σχηματίζονται λιγότερα σταχύδια. Μικρότερος αριθμός σταχυδίων σχηματίζεται σε πυκνή σπορά, σε συνθήκες έλλειψης νερού, αζώτου και σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τα νεότερα αδέλφια παρουσιάζουν υψηλότερο ρυθμό παραγωγής σταχυδίων, ο αριθμός όμως των σταχυδίων στις ταξιανθίες όλων των στελεχών είναι ίδιος παρ' όλη τη μικρότερη διάρκεια παραγωγής σταχυδίων στα αδέλφια. Το στάδιο όπου σταματά ο σχηματισμός σταχυδίων από το ακραίο μερίστωμα δεν είναι πλήρως καθορισμένο σε σχέση με τα άλλα στάδια ανάπτυξης. Για το σπάρτι π.χ. αναφέρεται ότι το ακραίο σταχύδιο σχηματίζεται ακριβώς πριν από το στάδιο έναρξης του καλαμώματος.

Η έναρξη διαφοροποίησης των σταχυδίων αρχίζει με την εμφάνιση των καταβολών των ανθέων. Καθώς προχωρά ο σχηματισμός των καταβολών των ανθέων αρχίζει και η διαφοροποίηση των ανθέων, παράγοντας τα όργανά τους όπως είναι τα λέπυρα, οι στήμονες, ο στύλος. Αποτέλεσμα της διαδοχικής αυτής διαδικασίας είναι για ένα χρονικό διάστημα να δημιουργούνται συγχρόνως καταβολές σταχυδίων, καταβολές ανθέων και να γίνεται διαφοροποίηση ανθέων.

#### 1.5.2.3. Επιμήκυνση του στελέχους (καλάμωμα)

Μετά το αδελφωμα τα φυτά εισέρχονται σε μία περίοδο ταχείας ανάπτυξης που καλείται καλάμωμα. Στη φάση αυτή γίνεται η ανάπτυξη του στελέχους (καλάμι) με την επιμήκυνση των μεσογονατίων και συγχρόνως αρχίζει η αύξηση των φύλλων, των ριζών και της ταξιανθίας στο εσωτερικό του στελέχους. Η ταξιανθία βαθμιαία προωθείται προς την κορυφή του στελέχους. Κάθε μεσογονάτιο στη βάση του έχει μία μεριστωματική περιοχή με ικανότητα ταχείας αύξησης και αυτή είναι η περιοχή κάθε μεσογονατίου που επιμηκύνεται. Επίσης και οι κολεοί των φύλλων, που περιβάλλουν τα μεσογονάτια, στη βάση τους έχουν μία περιοχή από την οποία αυξάνονται.

Πρώτα επιμηκύνονται τα κατώτερα μεσογονάτια και σταδιακά τα ανώτερα. Η επιμήκυνση ενός μεσογονατίου αρχίζει, όταν το αμέσως κατώτερο μεσογονάτιο έχει το μισό του τελικού του μεγέθους. Κάθε μεσογονάτιο είναι μακρύτερο από το αμέσως προηγούμενό του. Το υψηλότερο μεσογονάτιο, το οποίο καλύπτεται από τον κολεό του ανώτερου φύλλου είναι το τελευταίο που

επιμηκύνεται και διαφέρει από τα υπόλοιπα μεσογονάτια γιατί φέρει την ταξιανθία.

Με την επιμήκυνση του μεσογονάτιου αυτού η ταξιανθία ωθείται μέσα στον κολεό του τελευταίου φύλλου, το οποίο λέγεται φύλλο-σημαία. Η απόσταση του τελευταίου φύλλου από την ταξιανθία διαφέρει στα αδέρφια του ίδιου φυτού και επηρεάζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης. Η αντοχή του στελέχους και το τελικό του ύψος, που κυμαίνεται από 30 cm μέχρι και πάνω από 150 cm, εξαρτώνται τόσο από το γενότυπο όσο και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η επάρκεια νερού και αζώτου ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων.

Παράλληλα με την επιμήκυνση του στελέχους αυξάνονται και τα φύλλα σε μέγεθος. Το μέγεθος των φύλλων επηρεάζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης (π.χ. γονιμότητα εδάφους, διαθέσιμη υγρασία) και ειδικά από την φωτοπερίοδο. Συχνά το φύλλο-σημαία είναι το μικρότερο. Το μέγιστο της φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται περίπου όταν το φύλλο σημαία έχει εκπτυχθεί τελείως, λίγο πριν το ξεστάχιασμα. Επίσης την περίοδο που το φυτό αποκτά το τελικό του μέγεθος έχει σχεδόν ολοκληρωθεί και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

#### 1.5.2.4. Έκπτυξη ταξιανθίας (ξεστάχιασμα) – Άνθηση

Την επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων, ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχους και η μετακίνησή του από τη βάση του φυτού προς την κορυφή. Ο στάχυς βρίσκεται πάντα στη βάση του υψηλότερου από το έδαφος κόμβου. Όταν ο στάχυς φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου (φύλλο-σημαία) ο κολεός διογκώνεται και το στάδιο αυτό λέγεται φούσκωμα. Στη συνέχεια ο κολεός του φύλλου-σημαία σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία. Το στάδιο αυτό λέγεται έκπτυξη ταξιανθίας ή ξεστάχιασμα. Στις αγανοφόρες ποικιλίες πρώτα, μέσα από τον κολεό, εμφανίζονται τα άγανα και μετά ο στάχυς. Το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει την ταξιανθία, συνήθως συνεχίζει να αυξάνεται και μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας, μέχρι η ταξιανθία να φθάσει πιο ψηλά από το τελευταίο φύλλο. Στο κριθάρι όμως συνήθως η εμφάνιση ολόκληρου του στάχους γίνεται μετά τη γονιμοποίηση και μάλιστα αρκετές φορές δεν βγαίνει τελείως από τον κολεό.

Πρώτα εμφανίζεται η ταξιανθία στο κύριο στέλεχος και μετά στα αδέρφια, ανάλογα με τη σειρά έκπτυξής τους. Η εποχή ξεσταχιάσματος παρ' όλο ότι

επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος, την εποχή σποράς, τη γονιμότητα του εδάφους κ.ά. παράγοντες, είναι χαρακτηριστικό του κάθε γενότυπου και θεωρείται σαν δείκτης πρωιμότητας των ποικιλιών.

### 1.5.3 Οικολογικές συνθήκες στην σίκαλη

Η σίκαλη είναι πολύ ανθεκτική (το ανθεκτικότερο είδος των αγρωστωδών) σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι πιο ανθεκτικές και σκληραγωγημένες ποικιλίες επιζούν σε θερμοκρασίες μέχρι  $-30^{\circ}\text{C}$ . Για εαρινοποίηση χρειάζεται θερμοκρασίες  $2-10^{\circ}\text{C}$ . Η βλαστητική ανάπτυξη ευνοείται από θερμοκρασίες  $15-17^{\circ}\text{C}$ , ενώ θερμοκρασίες υψηλότερες από  $25^{\circ}\text{C}$  κατά την ωρίμαση δημιουργούν προβλήματα.

Είναι τυπικά φυτό μεγάλης ημέρας. Είναι το λιγότερο απαιτητικό από τα χειμωνιάτικα σιτηρά σε εδαφική υγρασία. Σε αυτό συμβάλλει κυρίως το πολύ ανεπτυγμένο ριζικό του σύστημα. Για το σχηματισμό  $1\text{kg}$  ξηρής ουσίας χρειάζεται περίπου  $165\text{ l H}_2\text{O}$ .

Μπορεί να αναπτύσσεται σε αρκετά μεγάλα υψόμετρα που στους τροπικούς φθάνουν και τα  $4000\text{m}$ . Οι ζώνες καλλιέργειάς της εντοπίζονται κυρίως στις εύκρατες περιοχές (στην κεντρική, βόρεια και ανατολική Ευρώπη) μέχρι βόρειο γεωγραφικό πλάτος  $70^{\circ}$ .

### 1.6. Εποχή σποράς

Για να υπάρξουν υψηλές αποδόσεις ένας σημαντικός παράγοντας είναι η επιθυμητή πυκνότητα φυτών. Επίσης πρέπει να υπάρξει καλής ποιότητας σπόρος, σωστή κατεργασία εδάφους και ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες για να υπάρξει καλό φύτευμα. Η εποχή σποράς, η ποσότητα σπόρου, οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών και το βάθος σποράς επηρεάζουν το φύτευμα και την εγκατάσταση της επιθυμητής πυκνότητας φυτών.

Η απόδοση θεωρείται το κριτήριο για την καταλληλότερη εποχή σποράς. Η απόδοση συνδέεται άμεσα με την επιβίωση των φυτών των χειμώνων ιδιαίτερα σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες. Οι κλιματολογικές συνθήκες και ιδιαίτερα οι θερμοκρασίες καθορίζουν την εποχή σποράς της κάθε περιοχής. Ο Οκτώβριος και ο Νοέμβριος είναι οι κύριοι φθινοπωρινοί μήνες σποράς για την χώρα μας.

Η φθινοπωρινή σπορά προτιμάται από την ανοιξιάτικη διότι προσφέρει μεγαλύτερες αποδόσεις. Κατάλληλη εποχή σποράς για την κάθε περιοχή είναι εκείνη η οποία αφήνει τα νεαρά φυτά να αναπτύξουν ριζικό σύστημα πριν εμφανιστούν οι πρώτοι παγετοί. Η πρωιμότητα όμως τον παγετώνων από έτος σε έτος δεν είναι η όμοια στην ίδια περιοχή και αυτό δυσκολεύει στο να γίνει ακριβής προσδιορισμός της καταλληλότερης ημερομηνίας σποράς. Η σωστή εποχή σποράς βοηθά το φύτεμα και το αδελφωμα όπως επίσης δημιουργούνται υγιή φυτά με πλούσιο ριζικό σύστημα τα οποία γίνονται πιο ανθεκτικά στο ψύχος και μειώνεται το πλάγιασμα. Όπως επίσης γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση της υγρασίας του εδάφους και των λιπασμάτων.

Η σπορά παλιότερα γινόταν με το χέρι ενώ πλέον γίνεται με ειδικές σπαρτικές μηχανές. Όπως επίσης με αυτές τις μηχανές μπορεί να γίνει την ίδια χρονική στιγμή λίπανση ή εφαρμογή κοκκώδους ζιζανιοκτόνου. Δίνεται ακόμα η δυνατότητα να ρυθμιστούν οι αποστάσεις των γραμμών και το βάρος του σπόρου που θα πέσει ανά στρέμμα, ώστε να υπάρξει άριστη απόσταση μεταξύ των φυτών στον αγρό.

### 1.7. Λίπανση

Η λίπανση είναι αναγκαία για να υπάρξουν υψηλές αποδόσεις και καλής ποιότητας προϊόντα από τα χειμερινά σιτηρά. Εκτός από τον γενότυπο και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των φυτών η σωστή λίπανση είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας για την αύξηση των αποδόσεων. Η ποσότητα και το είδος των λιπασμάτων που πρέπει να προστεθεί καθορίζεται από την αναμενόμενη απόδοση, τη γονιμότητα του εδάφους, το είδος, την απόδοση και την διαχείριση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, τις συνθήκες καλλιέργειας και κυρίως την υγρασία του εδάφους, τη λίπανση που εφαρμόστηκε στην προηγούμενη καλλιέργεια, τις βροχοπτώσεις τις περιοχής που είναι πολύ πιθανό να γίνει έκλυση των θρεπτικών στοιχείων κυρίως του αζώτου. Για τα χειμερινά σιτηρά συνήθως πρακτική είναι η εφαρμογή της λίπανσης τμηματικά. Η βασική λίπανση διασκορπίζεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια του αγρού και ενσωματώνεται με τις καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας του εδάφους για την σπορά.

## 1.8. Ρόλος των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων

**Αζωτο:** Είναι το σημαντικότερο θρεπτικό στοιχείο για την ορθή λίπανση των σιτηρών και απαραίτητο για να υπάρξουν υψηλές αποδόσεις και για την αύξηση της περιεκτικότητας των κόκκων σε πρωτεΐνη.

**Φώσφορος:** σημαντικό στοιχείο στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και στην καλή κατανομή του εδάφους όπως επίσης αυξάνει την αντοχή σε αντιξοότητες του περιβάλλοντος ιδιαίτερα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης και βοηθού γενικά το φυτό. Και ακόμα βοηθούν το φυτό να επιβιώσει στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και στο να μην πλαγιάσει.

**Κάλιο:** συμμετέχει στην μεταφορά των προϊόντων φωτοσυνθέσεις και αυξάνει την αντοχή των φυτών σε δύσκολες περιβαλλοντικές καταστάσεις όπως ξηρασία αλατόμητα κ.α.

**Θείο:** Βοηθαι στο σχηματισμό πρωτεϊνών υψηλής αξίας και αυξάνει την αποτελεσματικότητα των αζωτούχων λιπασμάτων.

**Ασβέστιο:** Είναι αποτελεσματικό για την εξάλειψη των οργανικών οξέων και βοηθήσει την μεταφορά των υδατανθράκων και την απορρόφηση αζώτου.

## 1.9. Άρδευση

Το διαθέσιμο νερό είναι ο κύριος παράγοντας που περιορίζει την απόδοση της παράγωγης σε ξερές και ημίξηρες περιοχές. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις εντοπίζονται το φθινόπωρο και το χειμώνα με αποτέλεσμα να υπάρξει έλλειψη νερού κατά τα στάδια άνθισης και γεμίσματος του κόκκου. Η διαθεσιμότητα του νερού μετά την άνθιση θα παίξει σημαντικό ρολό στην απόδοση της καλλιέργειας. Η έλλειψη νερού επηρεάζει τον αριθμό των αδελφιών, των στάχων, των κόκκων, ανά στάχυ και το βάρος των κόκκων. Πέρα από τον σωστό χρόνο άρδευσης της καλλιέργειας σημαντικό ρολό παίζει η αποτελεσματικότητα του συστήματος άρδευσης που χρησιμοποιείται ώστε να υπάρξουν οι βέλτιστες αποδόσεις. Η στάγδην άρδευση και ο καταιονισμός εφαρμόζουν μικρές ποσότητες νερού με αποτέλεσμα λιγότερο νερό μετακινείται εκτός του ριζικού συστήματος του φυτού. Όμως η συχνή άρδευση με καταιονισμό μπορεί να προκαλέσει γρήγορη εξαπλώσει ασθενειών. Όταν αυξάνεται η απόδοση της άρδευσης πρέπει να αυξηθεί και η ποσότητα αζώτου που δίνεται στην καλλιέργεια. Σε συνθήκες άρδευσης η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του κόκκου μειώνεται σε σχέση με μη αρδευόμενη καλλιέργεια.

Ωστόσο αν συνδυαστεί άρδευση μαζί με υψηλή διαθεσιμότητα αζώτου πιθανότατα να αυξηθεί και η απόδοση παράγωγης και η περιεκτικότητα πρωτεΐνης του κόκκου.

### 1.10. Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά είναι η συστηματική εναλλαγή των καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι η όποια βοηθού στην διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, τον έλεγχο των εχθρών, των ασθενειών και των ζιζανίων, την καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων.

Πολλές φορές δεν είναι δυνατόν να γίνει αμειψισπορά στα χειμερινά σιτηρά διότι στις περισσότερες περιοχές δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης. Οπότε τα χειμερινά σιτηρά που θα επιλέγουν θα πρέπει να αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες έτσι ώστε να σπέρνονται το φθινόπωρο και να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε νερό από τις βροχοπτώσεις. Για την χωρά μας τέτοιες καλλιέργειες είναι τα χειμερινά σιτηρά, καρποδοτικά ή χορτοδοτικά και ορισμένα ελαιοδοτικά. Τα ψυχανθή έχουν την ικανότητα της βιολογικής δέσμευσης του αζώτου οπότε ικανοποιούν ένα μέρος των αναγκών τους από την ατμόσφαιρα. Επίσης τα ψυχανθή έχουν μείωση προσβολών από εχθρούς και ασθένειες, μειωμένος πληθυσμός ζιζανίων, αυξημένη διαθεσιμότητα φώσφορου, καλίου και θείου. Οι παράγωγοι παρόλα τα θετικά λόγο το ότι υπάρχουν και πολλά αρνητικά δεν τα προτιμούν. Διότι δεν έχουν μεγάλη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, δυσκολία μηχανικής συγκομιδής, μεγάλες απαιτήσεις σε υγρασία και ότι πλαγιάζουν τα περισσότερα από αυτά.

Δεν θεωρείτε αμειψισπορά η εναλλαγή των χειμερινών σιτηρών μεταξύ τους διότι έχουν σχεδόν τις ίδιες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, ίδιο ριζικό σύστημα και παρόμοιους εχθρούς και ασθένειες. Επίσης πρέπει να αποφεύγετε διότι κατά την συγκομίσει πέφτουν σπόροι και φυτρώνουν στην επομένη καλλιέργεια και έτσι δημιουργείτε πρόβλημα καθαρότητας του σπόρου.

Όταν υπάρχουν περιορισμένες βροχοπτώσεις σε κάποιες περιοχές εφαρμόζεται καλλιέργεια κάθε δυο χρόνια στο ίδιο χωράφι. Σε αυτό το διάστημα το χωράφι ή δεν καλλιεργείτε καθόλου ή καλλιεργείτε ώστε να γίνει καταπολέμηση των ζιζανίων και να γίνει είσοδος του νερού των βροχοπτώσεων στο έδαφος ώστε να αποθηκευτεί υγρασία στο έδαφος κατά το έτος της αγρανάπαυσης για να ωφεληθεί η καλλιέργεια που θα γίνει μετά.

### 1.11. Συγκομιδή

Η συγκομιδή πρέπει να γίνει την σωστή εποχή διότι παίζει σημαντικό ρόλο στην ποιότητα της παράγωγης. Αν η συγκομιδή γίνει πολύ νωρίς τότε έχουμε τα εξής προβλήματα δεν προλαβαίνουν οι σπόροι να γεμίσουν με αποθησαυριστικές ουσίες, πέφτει η απόδοση και υποβιβάζετε η ποιότητα, μικραίνει ο σπόρος και αυτομάτως μικραίνει και το ιδικό βάρος. Αν η συγκομιδή γίνει πολύ αργά θα υπάρξουν πολλές απώλειες κατά των θεριζοαλωνισμό και θα κινδυνεύσουν από τον αέρα και το πλάγιασμα. Όταν η υγρασία του σπόρου είναι κάτω από 20%, όταν τα καλάμια έχουν αρχίσει να κιτρινίζουν και ο καρπός είναι τόσο μαλακός ώστε να νυχιάζεται τότε είναι η καταλληλότερη εποχή για συγκομιδή. Με θεριζοαλωνιστικές μηχανές γίνεται η συγκομιδή και παλιότερα με θεριστικές μηχανές ο θερισμός και έπειτα ο αλωνισμός με τις αλωνίστηκες. Όταν τα σιτηρά συγκομιστούν θα πρέπει να αποθηκευτούν σε αποθήκες ή ειδικά κατασκευασμένα σιλό. Τέλος οι αποθήκες θα πρέπει να είναι καθαρές από έντομα, να αερίζονται καλά και η υγρασία του σιτηρού να βρίσκεται στο 12-13,5 διότι μπορεί να ανάψει.

### 1.12. Τα βασικά ζιζάνια των χειμερινών σιτηρών

Τα κυριότερα ζιζάνια που αντιμετωπίζει ο καλλιεργητής χειμερινών σιτηρών είναι η αγριοβρώμη, η παπαρούνα, το χαμομήλι και το βρομόχορτο.

Αγριοβρώμη (*Avena sterilis*) (Εικόνα 18): Είναι το πιο διαδεδομένο και ανταγωνιστικό ετήσιο αγρωστώδες ζιζάνιο των χειμερινών σιτηρών που μολύνει το έδαφος και για τις επόμενες χρονιές και έτσι υποβαθμίζει την ποιότητα του συγκομισμένου προϊόντος





Εικόνα 2. Αγριοβρώμη (*Avena sterilis*)

Χαμομήλι (*Chamomila Recutita*) (Εικόνα 3): ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο χειμερινών σιτηρών και ακαλλιέργητων εκτάσεων, φυτρώνει σε μικρό βάθος, το φθινόπωρο έως νωρίς την άνοιξη.



Εικόνα 3. Χαμομήλι (*Chamomila Recutita*)

Παπαρούνα (*Papaver Rhoeas*) (Εικόνα 4): Είναι ετήσιο ζιζάνιο των χειμερινών σιτηρών το οποίο απαντάται και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις αλλά και στα σύνορα των δρόμων



Εικόνα 4. Παπαρούνα (*Papaver Rhoeas*)

Βρομόχορτο (*Bifora Radiens*) (Εικόνα 5): Είναι ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο χειμερινών σιτηρών ιδιαίτερα σημαντικό σε κάποιες περιοχές της βόρειου Ελλάδας.



(Εικόνα 5) Βρομόχορτο (*Bifora Radiens*)

#### Αντιμετώπιση

Η αντιμετώπιση γίνεται με καλλιεργητικά μετρά όπως:

Αμειψισπορά

Οργώματα

Κάλυψη του εδάφους

Έλεγχος ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα

Χρησιμοποιούμενου σπόρου σποροπαραγωγής

Καλλιέργεια ποικιλιών φυτών ανταγωνιστικών έναντι των ζιζανίων

Απολύμανση εδάφους

### 1.13. Οι κυριότερες ασθένειες των σιτηρών

Η καλλιέργεια των σιτηρών μπορεί να προσβληθεί από αρκετούς εχθρούς από τους οποίους άλλοι προτιμούν το υπόγειο μέρος, άλλοι το υπέργειο μέρος και άλλοι προσβάλλουν τους σπόρους στις αποθήκες.

#### **Αυτοί που προσβάλλουν το υπόγειο τμήμα είναι:**

Σιδηροσκωληκες (*Agriotes* spp) (Εικόνα 6): Έχει μήκος 2,5 εκ όταν αναπτυχτεί πλήρως. Τα ενήλικα είναι επιμήκη με παράλληλες πλευρές, συμπαγή, με αεροδυναμικό σχήμα και οδοντωτές κεραίες. Ο βιολογικός κύκλος του σιδηροσκοληκα μπορεί να κάνει και 5-6 χρόνια για να ολοκληρωθεί. Για αυτό και η καταπολέμηση τους είναι πολύ δύσκολη. Τα ενήλικα γενούν σε σημεία τα όποια υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε τροφή και τα αυγά επωάζονται σε 2-7 ημέρες. Οι προνύμφες προτιμούν θερμοκρασίες από 10 έως 210C και όσο ο καιρός ζεσταίνει αυτές ανεβαίνουν όλο ένα και πιο πάνω. Τα ενήλικα ανεβαίνουν επάνω όταν η θερμοκρασία ανέβει πάνω από τους 100C. Ζουν στο έδαφος και τρέφονται με σπόρους, ρίζες και οργανική ύλη. Αυτό που δημιουργεί την μεγαλύτερη ζημία είναι οι προνύμφες την άνοιξη και κατά προτίμηση δική τους τρέφονται με σπόρους οι όποιο έχουν μεγάλη θρεπτική αξία. Προσβάλλουν τα σιτηρά, αγρωστώδη, καλαμπόκι, μπιζέλια, αγγουράκια, καρότα, μαρούλι πατάτα, φράουλα, λαχανικά και αλλά κονδυλώδη φυτά. Είναι πολυφαγά και τρέφονται με παρά πολλά φυτά ιδιαίτερα και όταν οι περιοχές είναι υγρές. Τρέφονται με ρίζες και σπόρους των δημητριακών και άλλων φυτών. Μεγαλύτερες ζημίες προκαλούν στα εαρινά δημητριακά και στο καλαμπόκι. Πρώτα προσβάλλουν τον σπόρο ο οποίος μένει κούφιος και στην πορεία τρέφονται από τις ρίζες τον εναπομεινάντων φυτών και έτσι η παράγωγη ελαττώνετε κατά πολύ.



Εικόνα 6. Σιδηροσκωληκες (*Agriotes* spp)

Αγροτίδα (*Agrotis* spp) (Εικόνα 7): Οι προνύμφες είναι κάμπιες κυλινδρικές, γκρίζου χρώματος, άτριχες και έχουν μήκος 40-50 χιλιοστά. Έχουν 3 επιμήκεις ραβδώσεις, η κεφαλή τους είναι καστανή και έχουν 3 ζεύγη ποδιών και 5 ζεύγη κοιλιακών ψευδοποδών. Τα μεγαλύτερα είναι πεταλούδες με γκριζοκάστανο χρώμα και νεφροειδή σημάδια, με μικροκαμωμένη κεφαλή, μεγάλους οφθαλμούς και μακριές νηματοειδής κεραίες. Έχει μικρό κύκλο ζωής περίπου δυο μήνες και την συναντάμε νωρίς την άνοιξη μέχρι τα μέσα φθινόπωρου. Η αγροτιά ζει στο έδαφος και την συναντάμε στις θερμές περιοχές. Οι νεαρές προνύμφες προσβάλλουν την κάτω επιφάνεια των φύλλων και στην συνέχεια στην 3-4 ηλικία κατεβαίνουν στο έδαφος και την ημέρα παραμένουν αδρανείς ενώ την νύχτα προκαλούν διαβρώσεις στο λαιμό των φυτών. Επίσης προσβάλλει τους βολβούς, τους κονδύλους και τα ριζώματα στα όποια προκαλεί επιφανειακές ζημιές ή βαθιές διαβρώσεις. Στα λαχανικά τρώνε τα φύλλα και ιδιαίτερα στην ντομάτα αποκόπτουν τα στελέχη λίγο πιο πάνω από τον λαιμό και το καλοκαίρι προσβάλλουν τους καρπούς που είναι κοντά στο έδαφος. Οι προσβολές είναι αρκετές και σε κοντινά διαστήματα. Στις πιο σοβαρές προσβολές μπορεί να χρειαστεί επανεγκατάσταση της καλλιέργειας.



Εικόνα 7. Αγροτίδα (*Agrotis* spp)

**Από την άλλη έχουμε τα έντομα που προσβάλλουν το υπέργειο μέρος των σιτηρών:**

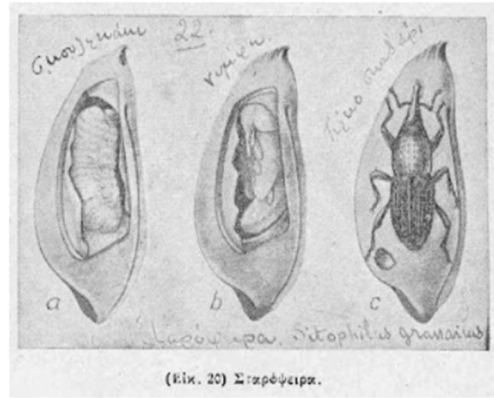
Κηκιδόμυγα (*Contadina triticales*) (Εικόνα 8): Θεωρείτε ένα από τα πιο καταστρεπτικά έντομα για την καλλιέργεια των σιτηρών σε πολλές χώρες. Το ακμαίο γεννά την άνοιξη 250-300 αυγά στην επάνω επιφάνεια των φύλλων και οι εκκολαπτόμενες προνύμφες οι οποίες είναι περίπου 3mm σε μήκος πηγαίνουν από την βάση του φυτού μέσω του στελέχους και του κολεού και τρέφονται από το καλάμι. Τα φυτά στους κατώτερους κολεούς τους εμφανίζουν εξογκώματα και στο τέλος παραμένουν ατροφικά και πολύ δύσκολα να καταφέρουν να ξεχειμωνιάσουν. Μπορεί να αντιμετωπιστεί με κάψιμο ή ενσωμάτωση στο έδαφος των υπολειμμάτων της προσβεβλημένης καλλιέργειας και με όψιμες σπορές.



Εικόνα 8. Κηκιδόμυγα (*Contadina triticales*)

**Τέλος έχουμε τα έντομα που προσβάλλουν τους σπόρους σιτηρών στις αποθήκες:**

Καλάνδρα (*Calandra granaria*) (Εικόνες 9 και 10): Πέρα από καλάνδρα μπορούμε να την συναντήσουμε και με το όνομα σταροψείρα. Είναι μικρό σκαθάρι με μακρουλή μύτη με γονατισμένες κεραίες. Το συναντάμε σε σταχτώματος χρώμα και κάποιες φορές ίσως προς το βαθύ κόκκινο. Γεννούν πέντε φορές το χρόνο και μπορούν να χαλάσουν πάνω από 100000 οκάδων σπόρων σε ένα έτος. Από το Σεπτέμβρη ξεκάνει να αφήνει σε κάθε σπόρο σίτου, σίκαλης και καλαμποκιού από ένα αυγό. Έπειτα βγαίνει ένα σκουλήκι που τρώει την ψίχα του σπόρου και το αφήνει κενό, μετά γίνεται χρυσαλλίδα και τρύπα τη φλούδα για να ξανά ξεκινήσει και πάλι από την αρχή. Μπορεί να καταπολεμηθεί με απολύμανση των αποθηκών πριν την αποθήκευση, με αποθήκευση σε κατάλληλες αποθήκες και απολύμανση με διθειούχο άνθρακα κ.α.



Εικόνα 9 και 10. Καλάνδρα (*Calandra granaria*)

### Οι κυριότερες ασθένειες των σιτηρών

Σκωριάσεις (*Puccinia* spp.): Είναι ασθένειες που οφείλονται σε Βασιδιομύκητες και χαρακτηρίζονται ως υποχρεωτικά παράσιτα εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις. Ο βιολογικός τους κύκλος είναι περίπλοκος με κύριο την ετεροοικία και τα πολλά στάδια σπορίων. Προσβάλλουν τα στελέχη, τα φύλλα και σχεδόν όλα τα υπέργεια όργανα των σιτηρών μέχρι και τους κόκκους. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι οι μάζες σπορίων του μύκητα σε μορφή κηλίδων επάνω σε όλα τα όργανα του φυτού με χρώμα σκουριάς.

Α) Μαύρη Σκωρίαση (Εικόνα 11): προσβάλλει όλα τα χειμερινά σιτηρά. Τα σποριά σχηματίζονται κυρίως στα στελέχη, στους κολεούς, στο έλασμα των φύλλων και μετά στα όργανα του στάχυ. Τα συμπτώματα είναι οι επιμήκεις σκούρες φλύκταινες ουρεδοσωρών. Τα τελειοσπόρια δημιουργούνται προς τα τέλη της καλλιεργητικής περιόδου ή κατά την διάρκεια ισχυρού σοκ. Ο βασικότερος τρόπος μετάδοσης είναι με τον άνεμο και έτσι με αυτόν τον τρόπο μπορεί αν δημιουργηθεί επιδημία. Λογά της κλιματικής αλλαγής τα τελευταία χρόνια και την αύξηση της θερμοκρασία υπάρχουν φόβοι για εξάπλωση της μαύρης σκωρίασης λογά της ιδανικής ανάπτυξης του μύκητα στις υψηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 11. Μαύρη Σκωρίαση



Εικόνα 12. Καστανή σκωρίαση

Β) Καστανή Σκωρίαση (Εικόνα 12): Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα και οι ουρεδοσποριοί έχουν ανοιχτό καφέ χρώμα. Στην καστανή σκωρίαση τα ουρεδοσπορια είναι λιγότερα από ότι στην μαύρη σκωρίαση και παράγονται προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Επίσης ιδανικές συνθήκες για την εξάπλωση είναι οι θερμοκρασίες 10-30 και υψηλή σχετική υγρασία. Εμφανίζεται νωρίτερα από την μαύρη σκωρίαση.

Κίτρινη Σκωρίαση (Εικόνα 13): Προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη και τους σάχου. Οι φλύκταινες ουρεδοσποριών οι οποίες είναι κίτρινες εμφανίζονται σε ραβδώσεις στην επάνω επιφάνεια των φύλλων, του στελέχους και των σταχυών. Ιδανικές συνθήκες για την εμφάνιση και την εξάπλωση είναι 0-22 και υψηλή σχετική υγρασία





Εικόνα 13. Κίτρινη σκωρίαση

Για την καταπολέμηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανθεκτικές ποικιλίες στην σκωρίαση και με ψεκασμούς με μυκητοκτόνα φυλλώματος.

Δαυλίτες (*Tilletia* spp.) και Άνθρακες (*Ustilago* spp. και *Urocystis* spp.) (Εικόνα 14) (Εικόνα 15): Η καταστροφική για το σιτάρι από τότε που πρωτόκαλλιεργήθηκε. Πολλές φορές αυτά τα δυο είδη μπερδεύονται λόγω του ότι έχουν όμοια παθολογία και αντιμετωπίζονται το ίδιο. Προσβάλει το σιτάρι, την σίκαλη, triticale και αλλά αγρωστώδη. Προκαλεί μείωση της παράγωγης, ποιότητας και τα φυτά αποκτούν το μισό ύψος από το κανονικό. Αναπτύσσουν σωρούς μαύρων τελειοσπορίων στα φύλλα ή στους σταχείς των σιτηρών, αντικαθιστώντας τους κόκκους. Προσβάλλονται όλοι οι ιστοί του στάχου εκτός από την ράχη όταν υπάρχουν γυμνοί άνθρακες. Τα τελειοσπόρια διασπείρονται με την βροχή και τον αέρα. Κόκκοι που έχουν προσβληθεί έχουν τον μύκητα στην επιφάνεια και στο έμβρυο. Οι προσβεβλημένοι ταχείς διακρίνονται κατά την ωρίμανση και εντοπίζουμε τον μύκητα μόνο στην επιφάνεια των κόκκων. Οι άνθρακες οι όποιοι είναι γραμμωτοί τους εντοπίζουμε την άνοιξη ή το καλοκαίρι σε πολύ όψιμες καλλιέργειες και πριν το ξεστάχιασμα. Προσβάλλουν τον κολεό, το έλασμα των φύλλων και λίγο αργότερα τα στελέχη και τους σταχείς. Έχουν επιμήκεις γκριζομαυρές ραβδώσεις ή γραμμές παράλληλες με τα νευρά του φύλλου που αποτελούνται από υποδερμικούς τελειοσπόρους. Τα προσβεβλημένα φυτά συχνά εμφανίζουν νανισμό και αδέλφωμα σε μεγάλο

βαθμό. Τα φυτά είναι λεπτότερα, τα λέπυρα σε μερικά ή σε όλα τα σταχύδια είναι ανοιγμένα. Το περικάρπιο μπορεί να παραμένει άθικτο αλλά το εσωτερικό των σπόρων γεμίζει με μαύρα σπόρια του μύκητα. Τα σπόρια μολύνουν το έδαφος και τους κόκκους και δίνουν άσχημη μυρωδιά. Η αντιμετώπιση γίνεται με την χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, με καλλιεργητικά μετρά όπως αμειψισπορά, περιορισμό της εδαφικής υγρασίας και απολύμανση του σπόρου.

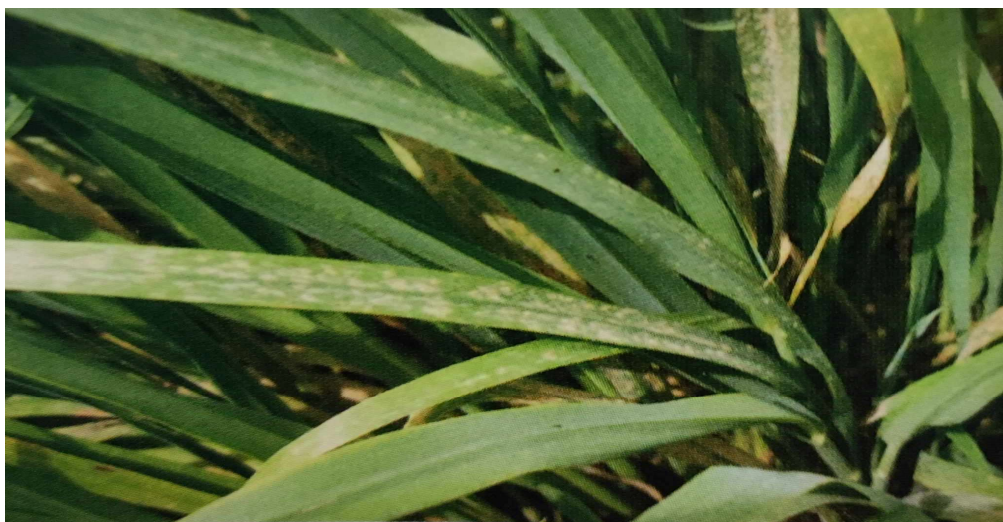


Εικόνα 14. Δαυλίτες (*Tilletia* spp.)



Εικόνα 15. Άνθρακες (*Ustilago* spp. και *Urocystis* spp.)

Ωίδιο των σιτηρών (*Erysiphe graminis*) (Εικόνα 16): Μεταδίδετε με αγενή ή εγγενή σπόρια τα όποια μολύνουν τα φύλλα κατά κύριο λόγο και δημιουργούν άσπρες κηλίδες όπου παράγονται αγενή σπόρια και στην πορεία κλειστοθήκια του μύκητα τα όποια παραμένουν στο χωράφι. Οι προσβεβλημένοι ιστοί των φυτών με την πάροδο του χρόνου ξεραίνονται. Το ωίδιο προκαλεί πρόβλημα στην φωτοσύνθεση, τρέφεται με τα θρεπτικά στοιχεία των ιστών και αυξάνει την αναπνοή και διαπνοή. Αυτά που ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας είναι οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, υψηλή υγρασία του εδάφους και η πυκνή σπορά. Μπορεί να αντιμετωπιστεί σε έναν ικανοποιητικό βαθμό με την χρήση ανθεκτικών ποικιλιών. Όπως επίσης και με χρήση μυκητοκτόνων αλλά για την χωρά μας είναι απαγορευτικό λόγω του υψηλού κόστους.



Εικόνα 16. Ωίδιο των σιτηρών (*Erysiphe graminis*)

## 1.14 Πρωτεΐνες- χημική σύσταση κόκκων σίκαλης

### 1.14.1 Δομή πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη και ανακατασκευή των ιστών, την καλή λειτουργία και δομή όλων των ζωντανών κύτταρων. Είναι τα πιο διαδεδομένα τόσο για την μορφή όσο και για την λειτουργία τους μακρομόρια. Οι πρωτεΐνες είναι είτε δομικά συστατικά των μεμβρανών του κύτταρου είτε χρειάζονται σε κάποια συγκεκριμένη λειτουργία όπως η δημιουργία πρωτεϊνικών συμπλοκών. Έχουν μοριακό βάρος από 10.000 μέχρι πάνω από ένα εκατομμύριο τα σύνθετα βιομόρια και είναι αποτελούμενα από αμινοξέα. Όλες οι πρωτεΐνες περιέχουν άνθρακα, οξυγόνο

και άζωτο και οι περισσότερες από αυτές θείο και υδρογόνο. Επίσης επιτελούν σημαντικές βιολογικές λειτουργίες στους οργανισμούς αρκεί να υπάρχει η κατάλληλη διαμόρφωση και δομή. Τέσσερα είναι τα στάδια της δομής των πρωτεϊνών: πρωτοταγής δομή, δευτεροταγής δομή, τριτοταγής δομή και τεταρτοταγής δομή.

#### 1.14.2 Ρόλος και κατάταξη πρωτεϊνών

Ανάλογα με την μορφή τους οι πρωτεΐνες διακρίνονται σε ινώδης και σφαιρικές πρωτεΐνες. Όπως επίσης ανάλογα με την μορφή τους διακρίνονται σε απλές οι οποίες αποτελούνται μόνο από αμινοξέα και σε σύνθετες όταν στο μόριο τους περιλαμβάνονται και μη πρωτεϊνικά τμήματα. Οι πρωτεΐνες είναι υπεύθυνες για α) την σωστή τροφοδότηση του οργανισμού με ενέργεια

β) καταλύουν όλες τις βιοχημικές αντιδράσεις

γ) βοηθούν στην καταπολέμηση βλαβερών ουσιών και μικροοργανισμών

δ) συμμετέχουν στον σχηματισμό και στην αναγέννηση των ιστών.

Ανάλογα με τον βιολογικό τους ρόλο διακρίνονται σε

- Καταλυτικές
- Στηρικτικές
- Μεταφορικές
- Συσταλτικές
- Αμυντικές
- Γενετικές
- Ρυθμιστικές

#### 1.15. Χρήση και σημασία των σιτηρών σε διάφορους τομείς

Η κατανάλωση δημητριακών αποτελεί καθημερινή συνήθεια παγκοσμίως είτε ως συμπληρωματικό είτε ως κύριο γεύμα. Συναντάμε τεραστία διατροφική αξία και η δράση τους είναι ευεργετική για τον άνθρωπο βάση διεθνών συστάσεων. Τα δημητριακά αποτελούν τη σημαντικότερη κατηγορία καλλιεργούμενων φυτών για την διατροφή του ανθρώπου. Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και σε βιταμίνες τους συμπλέγματος Β. Επίσης

έχουν αντικαρκινική, αντιυπερτασική και καρδιοπροστατευτική δράση. Το κυρίαρχο δημητριακό είναι το σιτάρι το οποίο υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια στην διατροφή του Έλληνα. Η σίκαλη είναι πολύ καλή πηγή φώσφορου, μαγνησίου, μαγγανίου, πρωτεϊνών και βιταμίνης Β1.

#### 1.15.1 Αλευροποιία

Ο άνθρωπος καταναλώνει το μαλακό σιτάρι αλεσμένο στην αρτοποιία και την ζαχαροπλαστική. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού έχουν άμεση σχέση με την αλευροποιία και αρτοποιία. Σε σκληρό και μαλακό διακρίνεται το σιτάρι όσο αφορά την αλευροποιία. Το σκληρό αλεύρι είναι πλούσιο σε γλουτών και δίνει ελαστικότητα στο ζυμάρι και για αυτό είναι κατάλληλο για την παρασκευή ψωμιού. Από την άλλη το μαλακό σιτάρι χρησιμοποιείται περισσότερο στην ζαχαροπλαστική διότι παράγει ζύμη χαμηλή σε όγκο, χωρίς ελαστικότητα. Από το κέντρο του κόκκου ή από τα εξωτερικά του στρώματα εξαρτάται το περιεχόμενο του αλεύρου σε πρωτεΐνη.

#### 1.15.2 Ζυθοποιία

Αναπόσπαστο κομμάτι της ζυθοποιίας είναι το κριθάρι. Οι αζωτούχες ενώσεις που αφορούν τον ζυθοποιείο ξεκινούν με την πρόσληψη αζώτου από το έδαφος και στην συνέχεια ακόλουθη όλη την διαδικασία παρασκευής στο ποτήρι της μπίρας. Η σωστή διαχείριση των πρωτεϊνών κατά την διαδικασία βύνης και παρασκευής δημιουργούν καλής ποιότητας μπίρα.

#### 1.15.3. Ανθρώπινη κατανάλωση

Στην Β.Ευρωπη καταναλώνεται σε μεγάλη βάση το ψωμί από σίκαλη Παράλου που δεν περιέχει γλουτένη έχει πρωτεΐνες που δίνουν την δυνατότητα να παρόχθιε υψηλής θρεπτικής αξίας ψωμί. Οι πρωτεΐνες στην σίκαλη είναι περίπου οι ίδιες με το σιτάρι. Το ψωμί που θα παραχθεί θα είναι βαρύτερο από το ψωμί του σιταριού και θα έχει μαύρο χρώμα. Επίσης χρησιμοποιείτε και στην ζαχαροπλαστική.

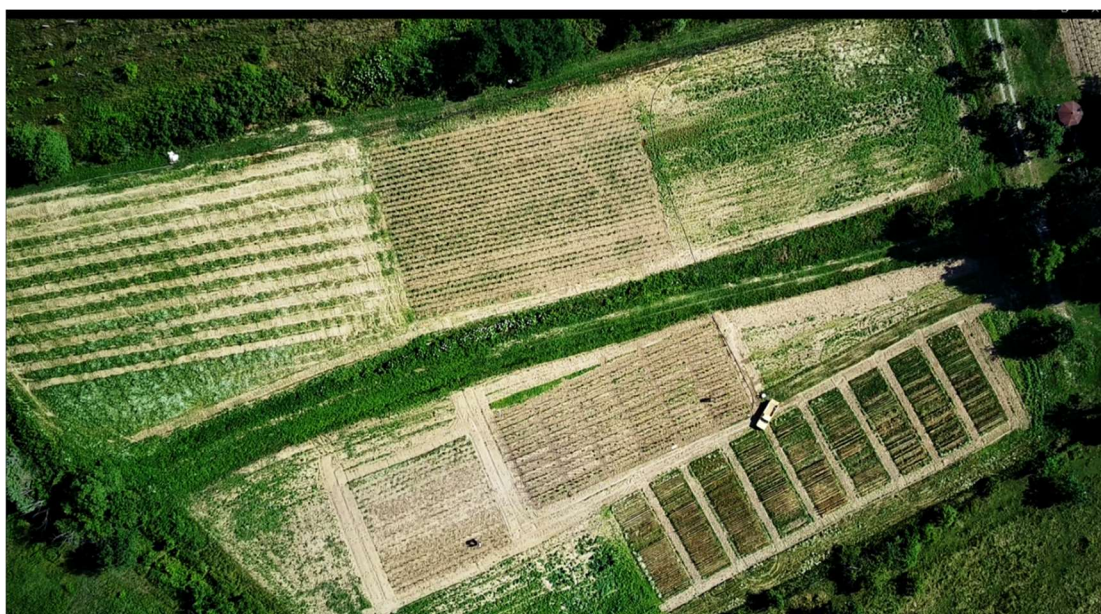
#### 1.15.4 Ζωοτροφή

Έχει μεγαλύτερη ποσότητα άπεπτης πρωτεΐνης και ολικών πέμπτων συστατικών σε σύγκριση με την βρώμη και το κριθάρι. Δίνετε στα ζώα σε μίγμα με άλλους καρπούς σιτηρών διότι στο στόμα των ζώων σχηματίζεται μια κολλώδης ουσία. Επίσης και η εργοτίαση προκαλεί προβλήματα στα ζώα. Η σίκαλη έχει πολύ καλής ποιότητας χόρτο ιδιαίτερα όταν συγκαλλιεργείτε με ψυχανθή. Επίσης η σίκαλη ωριμάζει πιο νωρίς από το σιτάρι και έτσι έχουμε χόρτο υψηλότερης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Η βιομάζα που δίνει για βόσκηση είναι μεγαλύτερη από τα υπόλοιπα χειμερινά σιτηρά την ανοίξει και αυτό οφείλετε στην ταχύτερη ανάπτυξη του φυτού στις χαμηλές θερμοκρασίες. Το άχυρο είναι μικρής σημασίας διότι είναι σκληρό και ινώδες.

## 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας εγκαταστάθηκε στις 18/11/22 πειραματικός αγρός (εικόνα 17) για την καλλιεργητική περίοδο 2022-2023



*Εικόνα 17: Τοποθεσία πειραματικού αγρού στο αγρόκτημα του τμήματος Γεωπονίας της σχολής γεωπονικών επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στην περιοχή της Φλώρινας.*

Πίνακας 1. Φυτικό Υλικό Σίκαλης (*Secale cereale* L.)

<b>Κωδικοί</b>	<b>Χαρακτηριστικά φυτικού Υλικού</b>
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	Υψηλό-αποδοτικοί
11,12,13	Χαμηλό-αποδοτικοί
14	Παπαρούσης Αρχικός Πληθυσμός
15	Ducato Εμπορική Ποικιλία

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά επιλεγέντων γενοτύπων σίκαλης

Γενότυποι	Απόδοση	Πρωτεΐνη	Ύψος
<b>Υψηλό-αποδοτικοί γενότυποι</b>			
1	63,3	16,6	102
2	62,5	16,8	140
3	53,4	20,6	118
4	59,3	18,7	110
5	66,5	19,2	142
6	68,5	19,9	130
7	84,0	19,2	120
8	77,6	17,3	126
9	101,8	18,2	112
10	76,0	18,2	108
<b>Χαμηλό-αποδοτικοί γενότυποι</b>			
11	9,5	21,2	91,8
12	11,1	20,5	124,5
13	13,4	16,7	80,8

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε, ήταν το πλήρες τυχαίοποιημένο με δύο επαναλήψεις Randomized Complete Block Design (RCBD). Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από τρεις γραμμές μήκους 1m με απόσταση 0,25m μεταξύ των γραμμών (εικόνα 18). Μεταξύ των επαναλήψεων υπήρχε διάδρομος του 1m (εικόνα 19). Η σπορά (18/11/22) πάνω στη γραμμή έγινε με το χέρι (εικόνες 20 και 21) και η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 4gr/γραμμή, η οποία αντιστοιχεί στα 18-20kg/στρ σε συνθήκες καλλιέργειας. Κατά την προετοιμασία του αγρού για σπορά (5/11/22) χρησιμοποιήθηκε ως βασικό λίπασμα το FertiBest 31-8-12 (εικόνα 6), το οποίο διαθέτει ουρεϊκό (27,8%), μεθυλενουρεϊκό (1,87%) και αμμωνιακό άζωτο (1,8%) για βραδεία αποδέσμευση και μειωμένες απώλειες αζώτου, πολύ υδατοδιαλυτό φώσφορο άμεσα διαθέσιμο και αφομοιώσιμο, όπως επίσης και απαιτούμενο κάλιο για εξασφάλιση υψηλής ποιότητας παραγόμενου προϊόντος. Δύο ημέρες μετά τη σπορά έγινε εφαρμογή του εκλεκτικού



ζιζανιοκτόνου Stomp® Aqua (εικόνας 22 και 23 ) με δόση 300ml/στρ και δύο ημέρες αργότερα, με στόχο την καλύτερη δράση του ζιζανιοκτόνου ακολούθησε άρδευση με καταιονισμό για 15λεπτά (εικόνα 25). Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δεν πραγματοποιήθηκε καμία άλλη άρδευση καθώς οι βροχοπτώσεις κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά επίπεδα (διάγραμμα 1), με αποτέλεσμα να μην παρουσιαστεί η ανάγκη παροχής νερού. Άλλωστε τα χειμερινά σιτηρά, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται η σίκαλη, καλλιεργούνται κυρίως σε περιοχές που δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης (Παπακώστα, 2012). Στις 13/5/23 έλαβε χώρα επιφανειακή λίπανση με ασβεστούχο νιτρική αμμωνία με δόση 10Kg/στρ, που αντιστοιχεί σε 30gr/plot. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στο φυσιολογικό στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου (εικόνα 26) με ειδική πειραματική θεριζοαλωνιστική μηχανή (εικόνα 27).



**Εικόνα 18:** Πειραματικό τεμάχιο (plot) σίκαλης του σχεδίου τυχαιοποιημένων ομάδων (RCB), με 3 γραμμές μήκους 1m και απόσταση 25cm μεταξύ των γραμμών



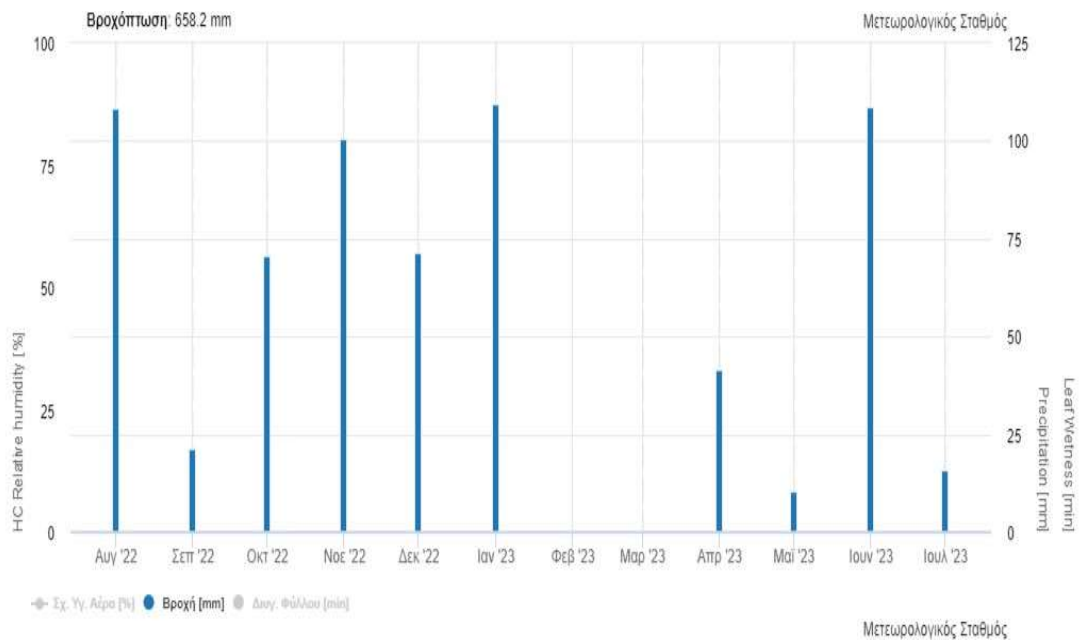
**Εικόνα 19.** Πειραματικός αγρός με καλλιέργεια σίκαλης σε σχέδιο RCBD με τρεις επαναλήψεις και 15 γενοτύπους



**Εικόνα 20.** Εγκατάσταση πειραματικού αγρού με καλλιέργεια σίκαλης σε σχέδιο τυχαιοποιημένων ομάδων RCBD



**Εικόνα 21.** Σπορά με το χέρι πειραματικού αγρού με καλλιέργεια σίκαλης στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας



**Διάγραμμα 1:** Η συνολική ποσότητα κατακρυμνησμάτων (658,2 mm) κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου ([www.ng.fieldclimate.com](http://www.ng.fieldclimate.com)). Θέση

μετεωρολογικού σταθμού: Γεωγραφικό μήκος 21,41312, Γεωγραφικό πλάτος 40,78453 και Υψόμετρο 700m



**Εικόνα 22:** Βασικό λίπασμα FertiBest 31-8-12 κατά τη προετοιμασία του αγρού για σπορά.

- ✓ 31,4% ολικό άζωτο (N)
  - ουρικό (27,8%),
  - μεθυλενουρικό (1,87%) και
  - αμμωνιακό άζωτο (1,8%)
- ✓ 7,8 % φώσφορο (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- ✓ 12% κάλιο (K<sub>2</sub>O)



**Εικόνα 23:** Εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων.

Στο βιοχημικό επίπεδο επηρεάζει τη λειτουργία της μίτωσης με παρεμπόδιση του σχηματισμού των μικροσωληνίσκων της μιτωτικής ατράκτου. Η νέα σύνθεση του Stomp® Aqua περιέχει μικροκάψουλες μέσα στις οποίες περιέχεται η δραστική ουσία pendimethalin ([www.agro.basf.gr](http://www.agro.basf.gr))



**Εικόνα 24:** Εφαρμογή εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου Stomp® Aqua δύο μέρες μετά τη σπορά.



**Εικόνα 25:** Στάχια σίκαλης στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης



**Εικόνα 26:** Συγκομιδή σίκαλης με πειραματική θεριζοαλωνιστική μηχανή

Συνολικά καταγράφηκαν η απόδοση, 4 ποιοτικά και 2 φυσιολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία μελετήθηκαν σταδιακά σε όλο το βιολογικό κύκλο της καλλιέργειας της σίκαλης, από τη σπορά ως το στάδιο της άνθισης (εικόνα 12) και ως τη συγκομιδή του ξηρού σπόρου.



**Εικόνα 27:** Σίκαλη στο βιολογικό στάδιο της άνθησης, με τους διερρηγμένους ανθήρες να έχουν εξέλθει από τα ανθίδια.

Ειδικότερα κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκαν τα ακόλουθα αγροκομικά χαρακτηριστικά:

1. Απόδοση σε σπόρο σε gr
2. Η περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και υγρασία με το όργανο Infratec<sup>TM</sup>1241 GrainAnalyzer FOSS (εικόνα 28). Η λειτουργία του οργάνου στηρίζεται στη μέθοδο της φασματοσκοπίας της υπέρυθρης ακτινοβολίας (Near Infrared Spectroscopy), που είναι μια μη καταστρεπτική, ταχύτατη, απλή, ακριβής, οικονομική (Font et al., 2006) και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος ανάλυσης και ποσοτικοποίησης των θρεπτικών ουσιών σε προϊόντα διατροφής και καλλιέργειας (Magwasa et al., 2016).
3. Το βάρος 1000 κόκκων (εικόνα 29)
4. Το εκατολιτρικό βάρος
5. Η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (1<sup>η</sup> 1/6/23, 2<sup>η</sup> 7/6/23 και 3<sup>η</sup> 28/6/23) με το φορητό όργανο SPAD 502 PLUS (εικόνα 30)
6. Ο φθορισμός της χλωροφύλλης με το φορητό σύστημα OPTI SCIENCES OS5p (εικόνα 31) η λειτουργία του οποίου βασίζεται στην αρχή της φθορισμομετρίας διαμόρφωσης πλάτους παλμών (pulse amplitude modulation, PAM). Ο φθορισμός της χλωροφύλλης (chlorophyll fluorescence) αποτελεί μία μη επεμβατική, μη καταστρεπτική, φθηνή και γρήγορη μέθοδο εκτίμησης της φωτοσυνθετικής κατάστασης ενός δείγματος. Ουσιαστικά με τη μέτρηση του φθορισμού της χλωροφύλλης αξιολογείται η ικανότητα ενός φυτού να χρησιμοποιεί το διαθέσιμο ηλιακό φως στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Οι παρατηρήσεις (13/6/23) που αφορούσαν το φθορισμό της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν σε 2 φυτά σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, με τρεις μετρήσεις σε κάθε φύλλο ώστε να βγει ο μέσος όρος.



**Εικόνα 28.** Όργανο Infratec<sup>TM</sup> 1241 Grain Analyzer FOSS για μέτρηση περιεκτικότητας πρωτεΐνης και υγρασίας κατάλληλο για μικρές ποσότητες δείγματος



**Εικόνα 29.** Συσκευή Contador του Γερμανικού Οίκου Pfeuffer για ακριβή μέτρηση 1000 κόκκων σιτηρών διαστάσεων από 0,3 έως 15 χιλ.





*Εικόνα 30. Φορητό όργανο SPAD 52 PLUS για μέτρηση της περιεκτικότητας χλωροφύλλης.*



*Εικόνα 31. Μέτρηση φθορισμού της χλωροφύλλης με το φορητό σύστημα OPTI SCIENCES OS5p*

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τόσο για την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) όσο και για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα επεξεργασίας υπολογιστικών φύλλων excel 97 – 2003 της Microsoft καθώς και το στατιστικό πακέτο IBM SPSS statistics version 29.

Από τον πίνακα 4 προκύπτει ότι οι αποδόσεις των υλικών κυμάνθηκαν από 179,58gr, που είχε ο αρχικός πληθυσμός Παπαρούσης, ως 323,93gr, που είχε το υλικό 9. Από τον πίνακα 3 διαπιστώνεται ότι μεταξύ των υλικών του RCB15 υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την απόδοση σε σπόρο.

Πίνακας 3. ANOVA για την απόδοση των 15 υλικών του RCB15

ΑΠΟΔΟΣΗ					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	52547,542 <sup>a</sup>	15	3503,169	3,558	,011
Intercept	2116518,598	1	2116518,598	2149,481	<,001
ΥΛΙΚΟRCB15	51875,503	14	3705,393	3,763	,009
ΟΜΑΔΕΣ	672,039	1	672,039	,683	,423
Error	13785,310	14	984,665		
Total	2182851,450	30			
Corrected Total	66332,852	29			

a. R Squared = ,792 (Adjusted R Squared = ,570)

Από τον πίνακα 4 προκύπτει ότι όλοι οι υψηλό-αποδοτικοί γενότυποι απέδωσαν περισσότερο από τους χαμηλό-αποδοτικούς αποδεικνύοντας ότι υπάρχει ανταπόκριση στην επιλογή. Μάλιστα 5 από τα υψηλό-αποδοτικά υλικά (1,5,7,9 και 10) υπερέιχαν σημαντικά σε σύγκριση, τόσο με τα χαμηλό-αποδοτικά (11x, 12x και 13x), όσο και με τον αρχικό πληθυσμό Παπαρούση. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι χαμηλό-αποδοτικοί γενότυποι δεν διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τον αρχικό πληθυσμό. Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι ο αρχικός πληθυσμός δεν διέφερε σημαντικά από την εμπορική ποικιλία

Ducato, αποδεικνύοντας την προσαρμοστικότητα του στην συγκεκριμένη περιοχή.

Πίνακας 4. Ομαδοποίηση των υλικών του RCB15 με βάση τις διαφορές τους στην απόδοση σε σπόρο.

<b>ΑΠΟΔΟΣΗ</b>					
Duncan <sup>a</sup>					
ΥΛΙΚΟRCB15	N	Subset			
		1	2	3	
14ΠΑΠ	2	179,58a			179,58a
15DUC	2	190,90a			190,90a
13x	2	208,59a	208,59ab		208,59ab
11x	2	250,99a	250,99ab	250,99c	250,99ab
12x	2	251,41a	251,41ab	251,41bc	251,41ab
2	2		264,84b	264,84bc	264,84bc
4	2		268,21b	268,21bc	268,21bc
6	2		281,08b	281,08bc	281,08bc
8	2		281,71b	281,71bc	281,71bc
3	2		283,36b	283,36bc	283,36bc
1	2			292,79c	292,79c
5	2			293,38c	293,38c
10	2			297,19c	297,19c
7	2			316,20c	316,20c
9	2			323,93c	323,93c
Sig.		0,056	0,053	0,061	
a. Alpha = 0,05.					

Πίνακας 5. ANOVA για την περιεκτικότητα % του σπόρου σε πρωτεΐνη.

<b>ΠΡΩΤΕΙΝΗ</b>					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8,232 <sup>a</sup>	15	0,549	0,866	0,608
Intercept	5727,008	1	5727,008	9039,247	<,001
ΥΛΙΚΟRCB15	7,557	14	0,540	0,852	0,616
ΟΜΑΔΕΣ	0,675	1	0,675	1,065	0,319
Error	8,870	14	0,634		
Total	5744,110	30			
Corrected Total	17,102	29			
a. R Squared = 0,481 (Adjusted R Squared = -,074)					

Πίνακας 6. Κατάταξη υλικών RCB15 ως προς την περιεκτικότητα % του σπόρου σε πρωτεΐνη.

<b>ΠΡΩΤΕΙΝΗ</b>		
Duncan <sup>a</sup>		
ΥΛΙΚΟRCB15	N	Subset 1
9	2	12,90
12x	2	13,25
7	2	13,25
15DUC	2	13,40
8	2	13,55
3	2	13,60
4	2	13,60
5	2	13,75
13x	2	14,05
10	2	14,10
2	2	14,15
11x	2	14,15
1	2	14,25
6	2	14,40
14ΠΑΠ	2	14,85
Sig.		0,051
a. Alpha = 0,05.		

Από τον πίνακα 5 προκύπτει ότι τα υπό μελέτη υλικά δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την % περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη. Από τον πίνακα 6 φαίνεται ότι οι τιμές σε πρωτεΐνη κυμάνθηκαν από 12,9% (υλικό 9) ως 14,85%, που είχε ο αρχικός πληθυσμός Παπαρούσης. Αξίζει να σημειωθεί η αρνητική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και % περιεκτικότητας του σπόρου σε πρωτεΐνη (- 0,42).

Πίνακας 7. ANOVA για την % περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία

ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΠΟΡΟΥ					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,503 <sup>a</sup>	15	0,100	0,597	0,833
Intercept	3803,628	1	3803,628	22672,775	<,001
ΥΛΙΚΟRCB15	1,242	14	0,089	0,529	0,877
ΟΜΑΔΕΣ	0,261	1	0,261	1,558	0,232
Error	2,349	14	0,168		
Total	3807,480	30			
Corrected Total	3,852	29			

a. R Squared = 0,390 (Adjusted R Squared = -0,263)

Πίνακας 8. Ομαδοποίηση υλικών RCB15 ως προς την % περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία.

ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΠΟΡΟΥ		
Duncan <sup>a</sup>		
ΥΛΙΚΟRCB15	N	Subset
		1
1	2	10,8500
15DUC	2	11,0000
12x	2	11,1500
13x	2	11,1500
14ΠΑΠ	2	11,1500
11x	2	11,1500
7	2	11,2000
4	2	11,2500
9	2	11,2500
2	2	11,3000
5	2	11,3000
3	2	11,4500
10	2	11,5000
6	2	11,5500
8	2	11,6500
Sig.		,107

a. Alpha = 0,05.

Ως προς την % περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία, από τον πίνακα 8 διαπιστώνεται ότι κυμάνθηκε από 10,85% (υλικό 1) ως 11,65% (υλικό 8). Από τον πίνακα 7 παρατηρείται ότι τα υλικά δεν παρουσίασαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 9. ANOVA για το βάρος 1000 κόκκων

<b>ΒΑΡΟΣ 1000 ΚΟΚΚΩΝ</b>					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	60,113 <sup>a</sup>	15	4,008	1,589	,196
Intercept	7710,751	1	7710,751	3057,629	<,001
ΥΛΙΚΟRCB15	57,230	14	4,088	1,621	,188
ΟΜΑΔΕΣ	2,883	1	2,883	1,143	,303
Error	35,305	14	2,522		
Total	7806,169	30			
Corrected Total	95,418	29			

a. R Squared = ,630 (Adjusted R Squared = ,234)

Πίνακας 10. Ομαδοποίηση υλικών RCB15 ως προς το βάρος 1000 κόκκων

<b>ΒΑΡΟΣ 1000 ΚΟΚΚΩΝ</b>		
Duncan <sup>a</sup>		
ΥΛΙΚΟRCB15	N	Subset
		1
6	2	13,76
14ΠΑΠ	2	15,04
3	2	15,12
5	2	15,14
1	2	15,31
2	2	15,57
13x	2	15,81
8	2	15,86
12x	2	15,92
4	2	16,00
9	2	16,17
11x	2	16,30
7	2	17,00
10	2	17,20
15DUC	2	20,23
Sig.		,079

a. Alpha = 0,05.

Ως προς το βάρος 1000 κόκκων, από τους πίνακες 9 και 10 διαπιστώνεται ότι τα υλικά δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το συγκεκριμένο γνώρισμα και ότι οι τιμές του κυμάνθηκαν από 13,76gr (υλικό 6) ως 20,33gr (ποικιλία Ducato). Αξίζει να σημειωθεί η αρνητική συσχέτιση της απόδοσης με το βάρος 1000 κόκκων (-0,26).

Πίνακας 11. ANOVA για το 100 λιτρικό βάρος.

100ΛΙΤΡΙΚΟ ΒΑΡΟΣ					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	87,758 <sup>a</sup>	15	5,851	4,454	,004
Intercept	153590,375	1	153590,375	116916,978	<,001
ΥΛΙΚΟRCB15	84,151	14	6,011	4,576	,004
ΟΜΑΔΕΣ	3,607	1	3,607	2,746	,120
Error	18,391	14	1,314		
Total	153696,524	30			
Corrected Total	106,149	29			

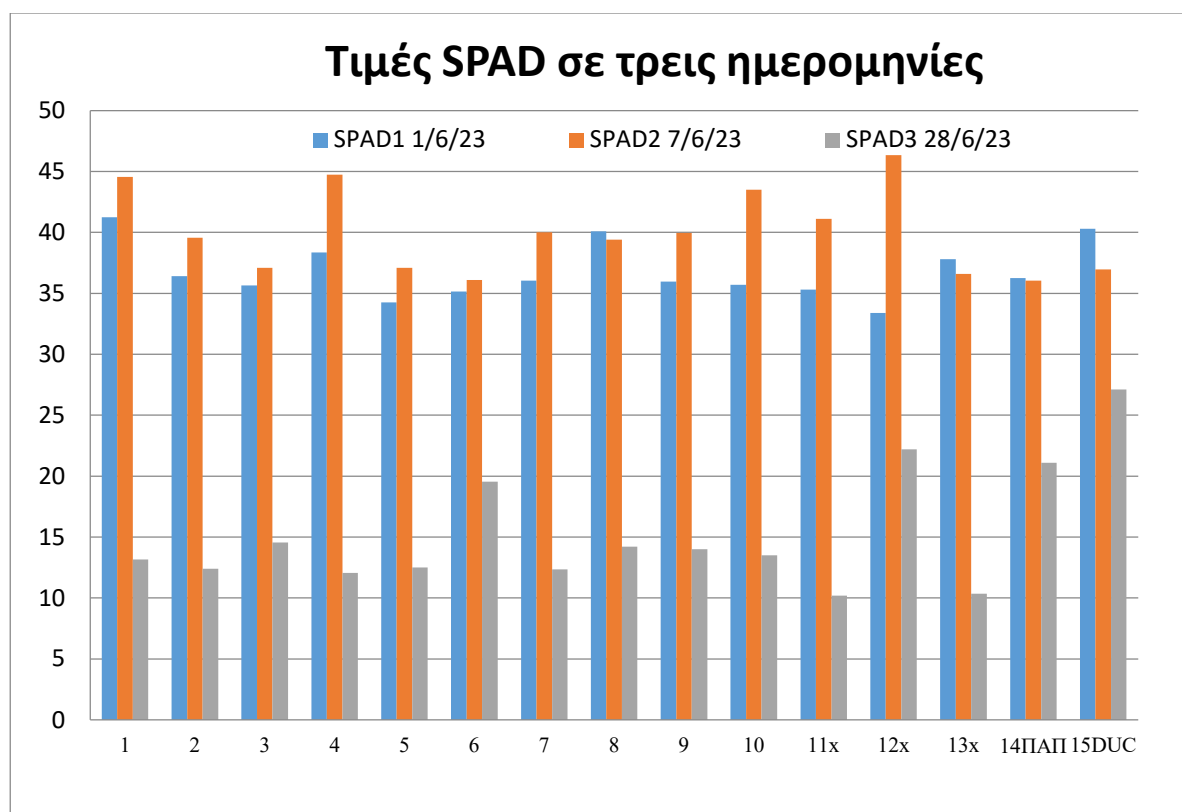
a. R Squared = ,827 (Adjusted R Squared = ,641)

Πίνακας 12. Ομαδοποίηση υλικών RCB15 ως προς το βάρος 100 λιτρικό βάρος.

100ΛΙΤΡΙΚΟ ΒΑΡΟΣ							
ΥΛΙΚΟRCB15	N	Subset					
		1	2	3	4	5	
10	2	68,51					68,51a
11x	2	68,60					68,60a
13x	2	69,00	69,00				69,00ab
15DUC	2	70,66	70,66	70,66			70,66abc
7	2	70,98	70,98	70,98	70,98		70,98abcd
6	2		71,50	71,50	71,50	71,50	71,50bcde
8	2		71,50	71,50	71,50	71,50	71,50bcde
5	2			71,77	71,77	71,77	71,77cde
2	2			72,29	72,29	72,29	72,29cde
14ΠΑΠ	2			72,39	72,39	72,39	72,39cde
1	2			72,41	72,41	72,41	72,41cde
3	2			72,96	72,96	72,96	72,96cde
9	2			73,06	73,06	73,06	73,06cde
4	2				73,58	73,58	73,58de
12x	2					74,00	74,00e

a. Alpha = 0,05.

Όσο αφορά στο εκατολιτρικό βάρος, από τον πίνακα 11 διαπιστώνεται ότι μεταξύ των υπό μελέτη υλικών υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ειδικότερα από τον πίνακα 12 παρατηρείται ότι ο αρχικός πληθυσμός (Παπαρούσης) δεν διέφερε σημαντικά από τα περισσότερα επιλεγμένα υλικά, όπως επίσης και την εμπορική ποικιλία Ducato.



**Διάγραμμα 2.** Τιμές SPAD σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες (1<sup>η</sup> 1/6/23, 2<sup>η</sup> 7/6/23 και 3<sup>η</sup> 28/6/23).

Από το διάγραμμα 3 διαπιστώνουμε ότι οι τιμές του SPAD, που αναφέρονται στην περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα, παρουσιάζουν μια μείωση με την πάροδο του χρόνου, στοιχείο απόλυτα δικαιολογημένο καθώς όσο τα φυτά οδηγούνται προς την ωρίμανση μειώνεται η ποσότητα της χλωροφύλλης και ελαττώνεται η φωτοσυνθετική τους ικανότητα.



Πίνακας 13. ANOVA για τιμές SPAD στις 1/6/23 όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο του της άνθισης

1ο SPAD					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	283,000 <sup>a</sup>	15	18,867	2,319	,062
Intercept	40612,481	1	40612,481	4991,935	<,001
ΥΛΙΚΟΡCB15	147,319	14	10,523	1,293	,318
ΟΜΑΔΕΣ	135,681	1	135,681	16,677	,001
Error	113,899	14	8,136		
Total	41009,380	30			
Corrected Total	396,899	29			

a. R Squared = ,713 (Adjusted R Squared = ,406)

Πίνακας 14. ANOVA για τιμές SPAD στις 7/6/23 όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο γεμίσματος του κόκκου

2ο SPAD					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	334,175 <sup>a</sup>	15	22,278	1,430	,255
Intercept	47848,120	1	47848,120	3070,637	<,001
ΥΛΙΚΟΡCB15	332,095	14	23,721	1,522	,221
ΟΜΑΔΕΣ	2,080	1	2,080	,134	,720
Error	218,155	14	15,582		
Total	48400,450	30			
Corrected Total	552,330	29			

a. R Squared = ,605 (Adjusted R Squared = ,182)

Πίνακας 15. ANOVA για τιμές SPAD στις 28/6/23 όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης

3ο SPAD					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	674,498 <sup>a</sup>	15	44,967	2,415	,054
Intercept	7004,352	1	7004,352	376,217	<,001
ΥΛΙΚORCB15	671,798	14	47,986	2,577	,044
ΟΜΑΔΕΣ	2,700	1	2,700	,145	,709
Error	260,650	14	18,618		
Total	7939,500	30			
Corrected Total	935,148	29			

a. R Squared = ,721 (Adjusted R Squared = ,423)

Πίνακας 16. Ομαδοποίηση υλικών ως προς τις τιμές SPAD στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης

3ο SPAD					
Duncan <sup>a</sup>					
ΥΛΙΚORCB15	N	Subset			
		1	2	3	
11x	2	10,20			10,20a
13x	2	10,35			10,35a
4	2	12,05	12,05		12,05ab
7	2	12,35	12,35		12,35ab
2	2	12,40	12,40		12,40ab
5	2	12,50	12,50		12,50ab
1	2	13,15	13,15		13,15ab
10	2	13,50	13,50		13,50ab
9	2	14,00	14,00		14,00ab
8	2	14,20	14,20		14,20ab
3	2	14,55	14,55		14,55ab
6	2	19,55	19,55	19,55	19,55abc
14ΠΑΠ	2		21,10	21,10	21,10bc
12x	2		22,20	22,20	22,20bc
15DUC	2			27,10	27,10c
Sig.		,078	,059	,128	

a. Alpha = 0,05.

Από τους πίνακες 13 και 14 διαπιστώνεται ότι τα υλικά δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τις τιμές του SPAD κατά τις μετρήσεις στα στάδια της άνθισης και γεμίσματος του κόκκου. Ωστόσο διέφεραν μεταξύ τους ως προς την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη κατά το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης. Την υψηλότερη συγκέντρωση είχε η εμπορική ποικιλία Ducato (27,10) η οποία δεν διέφερε από τον αρχικό πληθυσμό (21,10), ωστόσο υπερείχε σημαντικά από το σύνολο των επιλεγμένων υλικών.

Όσο αφορά στον φθορισμό της χλωροφύλλης από τον πίνακα 17 προκύπτει ότι τα υλικά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Στοιχείο αναφοράς αποτελεί το γεγονός ότι ο αρχικός πληθυσμός υστερούσε σημαντικά σε σχέση με όλους τους χαμηλό-αποδοτικούς γενοτύπους (11x, 12, και 13x) καθώς και με την εμπορική ποικιλία.

Πίνακας 17. ANOVA για τον φθορισμό της χλωροφύλλης

<b>ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ</b>					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,082 <sup>a</sup>	15	,005	2,714	,035
Intercept	4,077	1	4,077	2025,225	<,001
ΥΛΙΚΟΡCB15	,077	14	,006	2,737	,035
ΟΜΑΔΕΣ	,005	1	,005	2,391	,144
Error	,028	14	,002		
Total	4,188	30			
Corrected Total	,110	29			
a. R Squared = ,744 (Adjusted R Squared = ,470)					

Πίνακας 18. Ομαδοποίηση υλικών ως προς τον φθορισμό της χλωροφύλλης

ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ							
Duncan <sup>a</sup>							
ΥΛΙΚΟ	RCB15	N	Subset				
			1	2	3	4	
14ΠΑΠ		2	,2450				,245a
9		2	,3050	,3050			,305ab
3		2	,3200	,3200	,3200		,320abc
5		2		,3500	,3500	,3500	,350bcd
10		2		,3600	,3600	,3600	,360bcd
12x		2		,3600	,3600	,3600	,360bcd
15DUC		2		,3600	,3600	,3600	,360bcd
2		2		,3650	,3650	,3650	,365bcd
4		2		,3700	,3700	,3700	,370bcd
11x		2		,3800	,3800	,3800	,380bcd
1		2		,4100	,4100	,4100	,410bcd
8		2		,4100	,4100	,4100	,410bcd
7		2			,4200	,4200	,420cd
6		2			,4200	,4200	,420cd
13x		2				,4550	,455d
Sig.			,134	,060	,071	,060	
a. Alpha = 0,05.							

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την αξιολόγηση των υψηλό-αποδοτικών και χαμηλό-αποδοτικών επιλογών σίκαλης Βεύης σε συνθήκες πυκνής σποράς διαπιστώθηκε ότι:

1. Υπάρχει ανταπόκριση στην επιλογή καθώς τόσο οι χαμηλό-αποδοτικοί όσο και οι υψηλό-αποδοτικοί γενότυποι διατήρησαν την παραγωγικότητά τους.
2. Τα υλικά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές
  - a. ως προς το 100 λιτρικό βάρος,
  - b. την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη στο στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου και
  - c. ως προς τον φθορισμό της χλωροφύλλης
3. Τα υλικά δεν διέφεραν
  - a. ως προς την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και υγρασία,
  - b. ως προς το βάρος 1000 κόκκων και
  - c. την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη στο στάδιο της άνθισης και του γεμίσματος του κόκκου
4. Υπάρχει αρνητική συσχέτιση
  - a. της απόδοσης και της περιεκτικότητας του σπόρου σε πρωτεΐνη (-0,42) και
  - b. της απόδοσης και του βάρους 1000 κόκκων (-0,25)

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δέσποινα Παπακώστα – Τασοπούλου, 2012, σιτηρά & ψυχανθή

Font R., Celestino M. and Bailon A. (2006). The use of near-infrared spectroscopy (NIRS) in the study of seed quality components in plant breeding programs. *Industrial Crops and Products* 24. 307–313. doi:10.1016/j.indcrop.2006.06.012

Magwaza, L.S., Messo Naidoo, S.I., Laurie, S.M., Laing, M.D., Shimelis, H. (2016). Development of NIRS models for rapid quantification of protein content in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) LAM.]. *LWT - Food Sci. Technol. (Lebensmittel- Wissenschaft -Technol.)* 72, 63–70

<https://www.e-geoponoi.gr/index.php/mega-2/core-features-3/social-comments-11/2021-04-13-09-12-43>

<https://plantpro.gr/insects/agrotis>

[https://www.ftiaxno.gr/2011/02/blog-post\\_09.html](https://www.ftiaxno.gr/2011/02/blog-post_09.html)

<https://www.agrositos.gr/skoriaseis-sitiron/>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B5%CE%90%CE%BD%CE%B7\\_\(%CF%84%CF%81%CF%8C%CF%86%CE%B9%CE%BC%CE%BF\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B5%CE%90%CE%BD%CE%B7_(%CF%84%CF%81%CF%8C%CF%86%CE%B9%CE%BC%CE%BF))

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B5%CE%90%CE%BD%CE%B7>

<https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/4606-ta-ofeli-tis-sikalis-stin-ygeia-mas>