



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Μ.Π.Σ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ
Τμήμα Γεωπονίας
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»

**Αξιολόγηση 12 εμπορικών ποικιλιών σιταρόβριζας (X
Triticosecale Wittmack) με ποσοτικά, ποιοτικά και φυσιολογικά
γνωρίσματα.**

Μεταπτυχιακή Διατριβή
που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών
Επιστημών του
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ από την:

Τζούρα Ειρήνη

Φλώρινα, Μάρτιος 2023

Η μεταπτυχιακή φοιτήτρια 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.τ.λ), 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.

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική η οποία ορίστηκε από την Ε.Ε του τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών στη Φλώρινα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Παραγωγή Πιστοποίηση και Διακίνηση Φυτικού Πολλαπλασιαστικού Υλικού». Τα μέλη της επιτροπής ήταν:

1. Ιωάννης Ξυνιάς, Αφυπηρετήσαν μέλος Δ.Ε.Π. του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας (Επιβλέπων).
2. Φωκίων Παπαθανασίου, Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας (Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής) .
3. Χρυσάνθη Πάνκου, Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Ε.Λ.Γ.Ο - ΔΗΜΗΤΡΑ (Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής),

“ Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής από το Τμήμα Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών (Φλώρινα) του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα. ”

*Στον επιβλέποντα καθηγητή μου Κ. Ιωάννη Ξυνιά
που αποτέλεσε και αποτελεί πρότυπο για εμένα....
Σας ευχαριστώ για όλα.....*

Ευχαριστίες

Αρχικά, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα Ομότιμο Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας κ. Ιωάννη Ξυνιά για την εμπιστοσύνη του στο πρόσωπό μου, για την ανάθεση του θέματος, αλλά και για τον σχεδιασμό και εποπτεία του πειράματος. Τον ευχαριστώ επίσης για τις πολύτιμες οδηγίες, την καθοδήγηση και τις υποδείξεις του τόσο στο πειραματικό μέρος όσο και κατά τη συγγραφή της μεταπτυχιακής μου διατριβής, ώστε η διατριβή αυτή να φθάσει στην τελική της μορφή.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα δυο άλλα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, τον κ. Φωκίωνα Παπαθανασίου, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας για τη φιλοξενία του στο εργαστήριο Βοτανικής του Πανεπιστημίου και την πολύτιμη βοήθειά του στις μετρήσεις των ποιοτικών και ποσοτικών γνωρισμάτων αλλά και για τον χρόνο που αφιέρωσε στο να διαβάσει την διατριβή αυτή και να κάνει όλες τις απαραίτητες διορθώσεις για την ολοκλήρωσή της.

Ευχαριστώ επίσης και την κ. Πάνκου Χρυσάνθη, Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Ε.Λ.Γ.Ο - ΔΗΜΗΤΡΑ για την πολύτιμη βοήθειά της στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων αλλά και για τον χρόνο που αφιέρωσε στο να διαβάσει την διατριβή αυτή ώστε αυτή να φθάσει στην τελική της μορφή.

Ένα ευχαριστώ τον μεταπτυχιακό φοιτητή Νώτα Παναγιώτη και την βοήθειά του στις μετρήσεις των φυσιολογικών γνωρισμάτων.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για όλα αυτά που έκανε και κάνει για εμένα, ώστε να κάνω τα όνειρά μου πραγματικότητα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	13
SUMMARY	15
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ	3
2.2. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	5
2.3. ΚΥΤΟΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ.....	5
3. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	8
3.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	8
3.2. ΒΛΑΣΤΟΣ.....	8
3.3. ΦΥΛΛΩΜΑ	9
3.4. ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ-ΑΝΘΗ	10
3.5. ΚΑΡΠΟΣ	10
3.6. ΑΔΕΛΦΩΜΑ	11
3.7. ΚΑΛΑΜΩΜΑ	12
3.8. ΠΛΑΓΙΑΣΜΑ.....	13
3.9. ΞΕΣΤΑΧΥΑΣΜΑ.....	14
4. ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΕΝΕΙΕΣ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ	14
4.1. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ	17
5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ.....	19
5.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ	19
5.2. ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ.....	22
5.3. ΧΟΡΤΟΝΟΜΗ-ΕΝΣΙΡΩΣΗ	22
5.4. ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ	23
6. ΤΥΠΟΙ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ.....	23
6.1. ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	23
6.2. ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΣ ΤΥΠΟΣ.....	23
6.3. ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ VS ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΣ ΤΥΠΟΣ.....	24
7. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	25
7.1. ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ.....	29
7.2. ΒΡΑΖΙΛΙΑ.....	30
7.3. ΚΑΝΑΔΑΣ	30
7.4. ΚΙΝΑ	31
7.5. ΓΑΛΛΙΑ	31

7.6. ΓΕΡΜΑΝΙΑ	32
7.7. ΟΥΓΓΑΡΙΑ.....	33
8. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	34
9. ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	35
10. ΑΓΡΟΚΟΜΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ	36
10.1. ΑΠΟΔΟΣΗ	36
10.2. ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ	37
10.3. ΥΨΟΣ	37
10.4. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ	37
10.5. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΗ	38
10.6. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΓΛΟΥΤΕΝΗ.....	39
10.7. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΜΥΛΟ	40
10.8. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΥΓΡΑΣΙΑ	40
10.9. ΕΚΑΤΟΛΙΤΡΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	41
10.10. ΤΙΜΗ ΚΑΘΙΖΙΣΗΣ (ZELENY TEST)	42
11. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ	42
11.1. ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ	42
11.2. ΔΙΑΠΝΟΗ.....	44
11.3. ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CO ₂	46
11.4. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	46
12. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	48
12.1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	48
12.2. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ	49
12.3. ΜΕΘΟΔΟΙ	52
12.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	53
13. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	55
14. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	67
15. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ	78
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	78
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	106

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα 1. Ο Ernest Henry Wilson.	3
Εικόνα 2. Ο Wilhelm Rimpau.....	3
Εικόνα 3. Δείγματα μπισκότων από διάφορα είδη άλευρων.1)Από αλεύρι σίτου 2)Από αλεύρι σίτου ολικής άλεσης 3)Από αλεύρι βρίζας4)Από αλεύρι βρίζας ολικής αλέσεως 5) Από αλεύρι σιταρόβριζας 6) Από αλεύρι σιταρόβριζας ολικής αλέσεως. Πηγή:Researchgate.....	21
Εικόνα 4. Εκτάσεις καλλιέργειας σιταρόβριζας ανά τον κόσμο. Πηγή FAO.....	25
Εικόνα 5. Όργανο μέτρησης σπόρων contadorpfeuffer. Πηγή: contadorpfeuffer.....	50
Εικόνα 6. Όργανο αυτόματης ανάλυσης σπόρων NIR Infratec 1241.(Foss–Infratec).....	51
Εικόνα 7. Όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης (KonicaMinoltaeu).....	51
Εικόνα 8. Όργανο μέτρησης φθορισμού fluorescencemeterosp+ (Agriexpo).....	51
Εικόνα 9. Όργανο μέτρησης παραμέτρων της φωτοσύνθεσης LI-6400XT(Li-cor).....	52
Σχήμα1. Παραγωγή σιταρόβριζας σε τόνους στην Ελλάδα. Πηγή:www.mordorintelligence.com.....	28
Σχήμα1: Εξαγωγές σιταρόβριζας στην Ελλάδα και η αξία τους σε χιλιάδες δολάρια. Πηγή:www.mordorintelligence.com.....	29
Σχήμα 2: Σχέδιο σποράς για την εγκατάσταση του πειραματικού αγρού αξιολόγησης των 12 ποικιλιών σιταρόβριζας.....	52

Πίνακας 1. Κυτταροταξινομική κατάταξη της σιταροβριζας (Ξυνιάς 1996).....	7
Πίνακας 2. Χημική σύσταση του καρπού της σιταρόβριζας (μέσες τιμές και εύρος τιμών, % ξηρού βάρους). Πηγή: Gaia επιχειρείν.....	19
Πίνακας 3. Χώρες παραγωγής και αποδόσεις (Hg/Ha το2020). Πηγή:www.mordorintelligence.com.....	26
Πίνακας 4. Συγκριτικός πίνακας θρεπτικών στοιχείων Σιταρόβριζας , Καλαμποκιού και Σιταριού Πηγή:Ergomix.com.....	35
Πίνακας 5. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της απόδοσης των 12 γενοτύπων πειράματος.....	55
Πίνακας 6. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της πρώιμης ανάπτυξης των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	56
Πίνακας 7.Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του ξεσταχυάσματος των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	56
Πίνακας 8. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του τελικού ύψους των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	56
Πίνακας 9. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της κίτρινης σκωρίασης των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	57
Πίνακας 10. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του πλαγιάσματος των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	57
Πίνακας 11. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του βάρους χιλίων κόκκων των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	57
Πίνακας 12. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του εκατολιτρικού βάρους των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	58
Πίνακας 13. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της πρωτεΐνης των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	58
Πίνακας 14. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της υγρασίας των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	59
Πίνακας 15. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του αμύλου των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	59
Πίνακας 16.Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της γλουτένης των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	59

Πίνακας 17. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της καθίζησης (ZelenyTest) των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	60
Πίνακας 18. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	60
Πίνακας 19. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της φωτοσύνθεσης των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	60
Πίνακας 20. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του φθορισμού των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	61
Πίνακας 21.Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης CO ₂ των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	61
Πίνακας 22. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της στοματικής αγωγιμότητας των 12 γενοτύπων του πειράματος.....	62
Πίνακας 23. Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του ρυθμού διαπνοής των 12 γενοτύπων του πειράματος	62
Πίνακας 24. Κατάταξη των γενοτύπων ως προς την απόδοση.....	63
Πίνακας 25. Κατάταξη των γενοτύπων ως προς το ύψος ωρίμανσης.....	64
Πίνακας 26. Κατάταξη των γενοτύπων ως προς την κίτρινη σκωρίαση.....	64
Πίνακας 27. Κατάταξη των γενοτύπων ως προς το πλάγιασμα.....	65
Πίνακας 28. Κατάταξη των γενοτύπων ως προς την περιεκτικότητα σε άμυλο.....	65
Πίνακας 29. Συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν.....	66
Πίνακας 1Σ. Μετρήσεις και Μ.Ο όλων των ποιοτικών γνωρισμάτων των γενοτυπων του πειράματος.....	78
Πίνακας 2Σ: Μετρήσεις των Μ.Ο φυσιολογικών γνωρισμάτων των γενοτύπων του πειράματος.....	80
Πίνακας 3Σ: Μετρήσεις και Μ.Ο όλων των αγρονομικών γνωρισμάτων όλων των γενοτύπων του πειράματος.....	82
Πίνακας 4Σ: Μετρήσεις της χλωροφύλλης των γενοτύπων των τριών επαναλήψεων του πειράματος.....	84
Πίνακας 5Σ: Μετρήσεις του φθορισμού των γενοτύπων των τριών επαναλήψεων του πειράματος.....	95

Πίνακας 6Σ: Μετρήσεις της φωτοσύνθεσης, της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης CO ₂ , της στοματικής αγωγιμότητας και της διαπνοής των γενοτύπων των τριών επαναλήψεων του πειράματος.....	101
Πίνακας 7Σ: Συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν.....	105
Πίνακας 8Σ: Συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν.....	105
Εικόνα 1Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Πηγή: I. Ν. Ξυνιάς.....	106
Εικόνα 2Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού Πηγή:Κατερίνα Κουρουκλίδου.....	107
Εικόνα 3Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού Πηγή:Κατερίνα Κουρουκλίδου.....	107
Εικόνα 4Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού πριν τον αλωνισμό Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.....	108
Εικόνα 5Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού πριν τον αλωνισμό Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.....	108
Εικόνα 6Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού πριν τον αλωνισμό Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.....	109
Εικόνα 7Σ: Οι σπόροι μετά τον αλωνισμό Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.....	110

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η δημιουργία της σιταρόβριζας αποτελεί την πρώτη επιτυχημένη απόπειρα του ανθρώπου για να δημιουργήσει ένα νέο φυτικό είδος που να συνδυάζει την αποδοτικότητα και ποιότητα του σιταριού με την ανθεκτικότητα στη βιοτική και αβιοτική καταπόνηση της βρίζας.

Οι πρώτες προσπάθειες διασταύρωσης του μαλακού σιταριού με τη βρίζα έγιναν στα τέλη του 19ου αιώνα (1875, 1885 και 1888). Όμως, στις δυο πρώτες προσπάθειες τα φυτά (ένα / χρονιά) ήταν στείρα και μόνο αυτό που δημιουργήθηκε το 1888 ήταν γόνιμο. Η μεγάλη δυσκολία στις διασταυρώσεις αποθάρρυνε τους βελτιωτές, που θεώρησαν το φυτό αυτό σαν κάτι το παράδοξο. Θα έπρεπε να συμβούν δύο τυχαία γεγονότα και δυο σπουδαίες ανακαλύψεις, για να ανανεωθεί το ενδιαφέρον των βελτιωτών. Το πρώτο συνέβη στο Saratov της Ν. Α. Ρωσίας το 1917-18 όταν στους απογόνους των φυτών σιταριού που περιβάλλονταν από φυτά βρίζας, εμφανίσθηκαν εκατοντάδες φυτά σιταρόβριζας. Όμως, αυτά ήταν ψηλά, πλάγιαζαν πολύ, ενώ οι σπόροι τους ήταν λισβοί και οι αποδόσεις μικρές. Τη λύση στα προβλήματα έδωσε το δεύτερο τυχαίο γεγονός που συνέβη στο Διεθνές Κέντρο για τη Βελτίωση του Καλαμποκιού και του Σιταριού (CIMMYT), με τη δημιουργία εξαπλοειδών σειρών (μητέρα το σκληρό σιτάρι) που έφεραν επιπλέον και ένα γονίδιο νανισμού. Η δημιουργία των εξαπλοειδών σειρών κατέστη δυνατή μετά την ανακάλυψη των τεχνικών του χρωμοσωματικού διπλασιασμού και ιστοκαλλιέργειας. Η σιταρόβριζα έχει δείξει υψηλές αποδόσεις ακόμη και σε οριακές συνθήκες ανάπτυξης και θα μπορούσε να αποτελέσει στο μέλλον μια εναλλακτική όσον αφορά την παραγωγή δημητριακών παγκοσμίως προστατεύοντας ταυτόχρονα το έδαφος από τη διάβρωση του ανέμου.

Σκοπός της Διατριβής ήταν να αξιολογηθούν 12 εμπορικές δευτερογενείς σειρές σιταρόβριζας, όλες τύπου υποκατάστασης [είναι αυτές που φέρουν την 2R(2D) χρωμοσωματική υποκατάσταση, ως προς τα μορφολογικά, ποσοτικά, ποιοτικά και φυσιολογικά τους γνωρίσματα. Οι ποικιλίες εγκαταστάθηκαν σε ένα πειραματικό αγρό στη Θέρμη Θεσσαλονίκης (περιβάλλον σχετικά άγονο) σε σχέδιο πλήρων ομάδων σε

ελεύθερη διάταξη με τρεις επαναλήψεις. Τρεις από τις ποικιλίες έχουν δημιουργηθεί στο Ινστιτούτο Σιτηρών (ΙΣ) Θεσσαλονίκης, ενώ άλλες οκτώ έχουν δημιουργηθεί στην Ισπανία και στην Ιταλία. Για τα μορφολογικά γνωρίσματα χρησιμοποιήθηκαν οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στο ΙΣ, για τα ποιοτικά και φυσιολογικά γνωρίσματα χρησιμοποιήθηκε ο εξοπλισμός που υπάρχει στη Σχολή, στη Φλώρινα. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα MstatC.

Από τις αναλύσεις που έγιναν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών προέκυψαν μόνο ως προς την απόδοση (σε επίπεδο 5%), το ύψος ωρίμανσης, το πλάγιασμα και την ευπάθεια στην κίτρινη σκωρίαση (σε επίπεδο 1%). Όσον αφορά τα ποιοτικά και φυσιολογικά γνωρίσματα διαφορές καταγράφηκαν μόνο ως προς την περιεκτικότητα σε άμυλο, ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση ως προς τα φυσιολογικά γνωρίσματα. Τέλος, σημαντική συσχέτιση βρέθηκε μόνο μεταξύ του ύψους ωρίμανσης και του πλαγιάσματος, με τις πιο ψηλές να πλαγιάζουν περισσότερο και μεταξύ του βάρους 1000 σπόρων και του εκατολιτρικού βάρους.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας πρέπει να αξιολογηθούν με επιφυλακτικότητα, γιατί χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μίας χρονιάς και μιας τοποθεσίας που είναι ανεπαρκή για τη εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Για τον λόγο αυτό προτείνεται ο όλος πειραματισμός να επαναληφθεί για τουλάχιστον τρία ακόμη χρόνια σε τρεις τουλάχιστον τοποθεσίες ώστε να εξασφαλισθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Λέξεις κλειδιά: σιτάρι, εξαπλοειδείς, σειρές υποκατάστασης.

SUMMARY

The creation of triticale is the first successful attempt by man to create a new plant species that combines the efficiency and quality of wheat with the resistance to biotic and abiotic stress of rye.

The first attempts to cross the bread wheat to rye were made at the end of the 19th century (1875, 1885 and 1888). However, in the first two attempts the plants (one / year) were sterile and only the one produced in 1888 was fertile. The great difficulty in crosses discouraged breeders, who considered this plant as something of a paradox. It would take two fortuitous events and two great discoveries to renew the interest of Breeders. The first occurred in Saratov, S.A. Russia, in 1917-18 when the progeny of wheat plants surrounded by rye produced hundreds of triticale plants. However, these plants were tall, they lodged a lot, while their seeds were thin and the yields small. The solution to the above problems was provided by the second fortuitous event that occurred at the International Center for the Improvement of Maize and Wheat (CIMMYT), with the creation of hexaploid lines (mother durum wheat) that also carried a dwarfism gene. The production of the hexaploid lines became possible after the discovery of the techniques of chromosome doubling and tissue culture. Triticale has shown high yield potential even in marginal growing conditions and could in the future be an alternative for cereal production worldwide while protecting the soil from wind erosion.

The purpose of the Thesis was to evaluate 12 commercial triticale secondary lines, all substitution type [those carrying the 2R(2D) chromosomal substitution], in terms of their morphological, quantitative, qualitative and physiological traits.

The cultivars were established in an experimental field in Thermi Thessaloniki (relatively barren environment) in a free-arrangement full-group design with three replications. Three of the varieties have been created at the Cereal Institute (IS) of Thessaloniki, while another eight have been created in Spain and Italy. For the morphological traits, the methodologies used in IS were used, for the qualitative and physiological traits, the equipment available at the School, in Florina, was used. The statistical processing of the data was done with the statistical program MstatC.

From the analysis performed, differences between cultivars emerged only in terms of yield (at the 5% level), maturity height, lodging and susceptibility to yellow rust (at the

1% level). Regarding quality and physiological traits, differences recorded only in terms of starch content, while no difference observed in terms of physiological traits. Finally, a significant correlation found only between height at maturity and lodging, with taller ones lodging more and between 1000 seed weight and hectoliter weight.

The results of this work must be evaluated with caution, because data from one year and one location were used, which is insufficient to draw firm conclusions. For this reason, we suggest that the whole experiment be repeated for at least three more years in at least three locations to ensure safe conclusions.

Key words: wheat, hexaploids, substitution lines.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σιταρόβριζα αποτελεί το πλέον επιτυχημένο παράδειγμα τεχνητής δημιουργίας ενός νέου φυτικού είδους το οποίο συνδυάζει επιθυμητά γνωρίσματα και από τα δυο γονικά είδη. Το πιο ενδιαφέρον γνώρισμα που τη διακρίνει από τις περισσότερες καλλιέργειες είναι η ικανότητά της να προσαρμόζεται σε πολύ διαφορετικές συνθήκες του περιβάλλοντος (Banasziak και Marciniak 2002).

Η σιταρόβριζα δημιουργήθηκε με την ελπίδα ότι θα συνδυάζει τη δυναμική της υψηλής απόδοσης, την καλή ποιότητα των κόκκων και την ανθεκτικότητα στην αβιοτική και βιοτική καταπόνηση. Το 1988 ήταν η πρώτη φορά που δημιουργήθηκαν τα πρώτα φυτά της σιταρόβριζας από τον Rimbau (Rimbau 1891). Σήμερα, σχεδόν τρία εκατομμύρια εκτάρια καλλιέργειας της σιταρόβριζας καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο και ιδιαίτερα σε χώρες με αντίξοα γεωργικά περιβάλλοντα. Σύμφωνα με το CIMMYT από τη δεκαετία του 1970 περισσότερες από 200 ποικιλίες είχαν κυκλοφορήσει σε περισσότερες από 30 χώρες.

Πέρα όμως από τα επιθυμητά αγρονομικά γνωρίσματα της η σιταρόβριζα έχει και μεγάλη θρεπτική αξία. Οι σπόροι της περιέχουν βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και μέταλλα που την καθιστούν ιδιαίτερα θρεπτική τόσο στη διατροφή του ανθρώπου όσο και των ζώων. Σήμερα, δεκάδες ερευνητικά κέντρα και Ινστιτούτα σε όλο τον κόσμο μελετούν τη σιταρόβριζα και τα γνωρίσματά της ώστε να τη βελτιώσουν και να γίνει πιο εμπορική. Για την Ελλάδα η καλλιέργειά της παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των πολλών προβληματικών εδαφών. Μπορεί να αξιοποιήσει τα κρύα περιβάλλοντα της ΒΔ Μακεδονίας, να καλλιεργηθεί σε πλαγιές βουνών, προστατεύοντας ταυτόχρονα και το έδαφος από τη διάβρωση του ανέμου. Το υπέργειο μέρος της αποτελεί μια πολύ καλή τροφή για τη βόσκηση αγελάδων (ειδικά για τις Ελληνικές συνθήκες) ενώ οι σπόροι της, λόγω των περιεχομένων πρωτεϊνών, βιταμινών και ανόργανων αλάτων, αποτελούν άριστη τροφή για ταχέως αναπτυσσόμενους οργανισμούς, όπως είναι όρνιθες και οι χοίροι. Μια άλλη ενδιαφέρουσα χρήση είναι και η συμμετοχή της σε προγράμματα συγκαλλιέργειας λόγω της καλής στήριξης που προσφέρει στο συγκαλλιεργούμενο ψυχανθές ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παραγωγή βιοπετρελαίου. Τέλος, Η σιταρόβριζα αποτελεί εξαιρετική τροφή και για τον άνθρωπο και σε πολλές χώρες καλύπτει τις ανάγκες των τοπικών πληθυσμών, χρησιμοποιούμενη σε διάφορες μορφές.

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή έγινε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας με τίτλο "Παραγωγή, Πιστοποίηση και Διακίνηση Φυτικού Πολλαπλασιαστικού Υλικού". Η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας αποτελεί ένα πολύ καλό περιβάλλον που μπορεί να αξιοποιηθεί καλλιεργώντας το νέο αυτό φυτικό είδος.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

Αυτό που κάνει την ιστορία και την εξέλιξη της σιταρόβριζας ως είδος τόσο μοναδική σε σύγκριση με άλλα δημητριακά όπως το σιτάρι ή τη βρίζα, είναι το ότι η εξέλιξή της συνέβη τα τελευταία 140 χρόνια και κατευθύνεται σχεδόν πλήρως από τον άνθρωπο (Mergoumk.ά., 2009).



Εικόνα 1. Ο Ernest Henry Wilson.

Η πρώτη έκθεση η οποία περιγράφει την παραγωγή υβριδικών φυτών μεταξύ σιταριού και βρίζας παρουσιάστηκε στην Βοτανική Εταιρεία του Εδιμβούργου στην Σκωτία από τον βοτανολόγο Wilson το 1875 (Εικόνα 1, Wilson 1875). Ο τελευταίος πέτυχε να δημιουργήσει φυτά με γνωρίσματα και από τα δυο γονικά φυτά που όμως ήταν εντελώς στείρα και δεν ήταν δυνατός περαιτέρω πολλαπλασιασμός. Μερικά χρόνια

αργότερα, ο Αμερικανός βελτιωτής Carman δημιούργησε μερικώς γόνιμα υβριδικά φυτά σιταριού-βρίζας οι πρώτες εικόνες των οποίων δημοσιεύθηκαν τον Αύγουστο του 1884 στο περιοδικό *Rural New Yorker*.

Η πρώτη αληθινή αλλοπλοειδής σιταρόβριζα σύμφωνα με τον σημερινό ορισμό



Εικόνα 2. Ο Wilhelm Rimpau.

παράχθηκε το 1888 από τον διάσημο κτηνοτρόφο W. Rimpau (Εικόνα 2), ο οποίος κατάφερε να δημιουργήσει μια σειρά που ήταν μερικώς γόνιμη. Το 1918 στον πειραματικό σταθμό του Saratov ο G. K. Meister παρατήρησε αυθόρμητες επικονιάσεις φυτών σιταριού με γύρη βρίζας από γειτονικά αγροτεμάχια όπου και δημιουργήθηκαν εκατοντάδες φυτά σιταρόβριζας. Ωστόσο, αυτά τα υβρίδια ήταν κυρίως αρρενόστειρα (Milovanovic κ. ά. 2001).

Η επόμενη θεμελιώδης πρόοδος ήρθε το 1937, όταν οι βοτανολόγοι ανακάλυψαν ότι η κολχικίνη μπορεί να "διπλασιάσει" τα χρωμοσώματα στα νεοσύστατα κύτταρα. Η ανακάλυψη της διάσωσης εμβρύων *in vitro* και η χημική επεξεργασία με κολχικίνη για τον διπλασιασμό των χρωμοσωμάτων επέτρεψε τη συστηματική παραγωγή βιώσιμων σπόρων (Oettler 2005). Η εισαγωγή της *in vitro* διάσωσης εμβρύων και η χημική επεξεργασία επέτρεψε τη συστηματική πλέον παραγωγή φυτών σιταρόβριζας. Η σημασία αυτού του επιτεύγματος ήταν και παραμένει μεγάλη αφού η δημιουργία γόνιμων σειρών σιταρόβριζας δεν εξαρτάται από την φύση και την τύχη αλλά από τον άνθρωπο.

Οι πρώτες επιστημονικές δημοσιεύσεις προήλθαν από την Ευρώπη (και κυρίως από την Αυστρία, Αγγλία, Γερμανία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ιταλία, Ισπανία και Σουηδία) ενώ στα μέσα του εικοστού αιώνα εμφανίστηκαν οι πρώτες δημοσιεύσεις από τον Καναδά, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ιαπωνία. Στην Αμερική το πρώτο ερευνητικό πρόγραμμα ιδρύθηκε το 1954 στο πανεπιστήμιο της Manitoba στο Winnipeg του Καναδά, ενώ το 1964 δημιουργήθηκε το πρόγραμμα ανάπτυξης της σιταρόβριζας στο Διεθνές Κέντρο Βελτίωσης Αραβόσιτου και Σιταριού (International Maize and Wheat Improvement Center CIMMYT) το οποίο βρίσκεται στο Μεξικό όπου ο **Borlaug** το 1964 ξεκίνησε το ερευνητικό του πρόγραμμα. Αρχικά το πρόγραμμα αυτό χρηματοδοτήθηκε από το ίδρυμα Rockefeller ενώ το 1971 το κράτος του Καναδά ήταν εκείνο που ανέλαβε την πλήρη χρηματοδότησή του. Ο κύριος στόχος του προγράμματος ήταν η βελτίωση των τροφίμων και της διατροφής των ανθρώπων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Το 1971 οι Borlaug και Zillinsky στο Διεθνές Κέντρο για την Βελτίωση του Αραβόσιτου και του Σιταριού (CIMMYT) δημιούργησαν τις δευτερογενείς εξαπλοειδείς σειρές **Armadillo** οι οποίες διακρίνονται από τα παρακάτω γνωρίσματα:

1. Πολύ υψηλό επίπεδο γονιμότητας.
2. Βελτιωμένο μέγεθος και βάρος σπόρου.
3. Υψηλές αποδόσεις σε σπόρο στη μονάδα επιφάνειας.
4. Έλλειψη ευαισθησίας στο μήκος της ημέρας.
5. Πρωιμότητα.
6. Ένα γονίδιο νανισμού.
7. Μεγάλη θρεπτική αξία.

2.2. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Οι **Tschermak και Bleier** (1926) είχαν προτείνει το όνομα *Aegilocalceme* σκοπό να ορίσουν το υβρίδιο *Aegilops* x *Secale* και τη λέξη *Aegilotricale*, ώστε να περιγράψουν ένα υβρίδιο που συνδυάζει τα γένη *Aegilops*, *Triticum* και *Secale*.

Οι **Leighty και Sando** έδωσαν το όνομα *Aegilotriticale*, ώστε να υποδείξουν με μεγαλύτερη σαφήνεια την παρουσία του γένους *Triticum*. Το όνομα *Triticale* προτάθηκε από τον Tschermak για το υβρίδιο *Triticum* x *Secale* με σκοπό να προσδιορίσει το σιτάρι ως μητέρα και τη βρίζα ως πατέρα. Τριάντα χρόνια αργότερα, το όνομα «εξαπλοειδές *Triticale*» προτάθηκε, για να χαρακτηρίσει υβρίδια που αποτελούνται από 42 χρωμοσώματα και «οκταπλοειδή *Triticale*» για εκείνα που αποτελούνται από 56 χρωμοσώματα (Larter κ.ά., 1968, Milovanovic κ. ά. 2001).

Το 1976 ο **Baum** πρότεινε την λατινική λέξη *Triticosecale* Wittmack (Royo 1992). Το όνομα αυτό έχει γίνει αποδεκτό από τον Διεθνή Κώδικα Ονοματολογίας Καλλιεργούμενων Φυτών ως το επιστημονικό όνομα του διγενικού υβριδίου, ενώ το ευρέως χρησιμοποιούμενο όνομα *Triticale* έχει γίνει αποδεκτό ως το κοινό όνομα του φυτού στις αγγλόφωνες χώρες (Ξυνιάς 1996). Το 1996 ο **Ξυνιάς** πρότεινε να χρησιμοποιείται ο δόκιμος όρος **Σιταρόβριζα** αντί του αδόκιμου όρου **Τριτικάλε**.

2.3. ΚΥΤΟΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Ο Kiss (1966) εισήγαγε τον όρο «**πρωτογενής σιταρόβριζα**», για να προσδιορίσει τα αλλοπολυπλοειδή που παράγονται από τη διασταύρωση του σιταριού με τη βρίζα. Οι γενότυποι που προέκυψαν από τη διασταύρωση μεταξύ σειρών σιταρόβριζας ή από την διασταύρωση πρωτογενούς σιταρόβριζας με σιτάρι ή βρίζα ονομάζονται «**δευτερογενείς σειρές σιταρόβριζας**» ανεξάρτητα από τον βαθμό πολυπλοειδίας. Οι πρώτες οκταπλοειδείς σειρές σιταρόβριζας ($2n=8x=56$, AABBRRDD) δημιουργήθηκαν από τη διασταύρωση του μαλακού σιταριού (*T. aestivum*, εξαπλοειδές, AABBDD) ως δέκτη με τη βρίζα (*Secale cereale*, διπλοειδής, RR) ως δότη γύρης, ενώ οι εξαπλοειδείς σειρές ($2n=6x=42$, AABBRR) δημιουργήθηκαν από τη διασταύρωση του *σκληρού σιταριού* (*T. Turgidum var. durum*, τετραπλοειδές, AADD) με τη βρίζα (Milovanovic κ. ά. 2001)

Η σημασία αυτή του υβριδίου έγκειται στο ότι συνδυάζει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και των δυο γονέων όπως η καλή παραγωγικότητα του σιταριού, το χαμηλό ύψος και η καλή αρτοποιητική ικανότητα που διαθέτει με την ανθεκτικότητα της βρίζας στους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες, αλλά και την προσαρμοστικότητά της σε όξινα εδάφη (Oettler 2005).

Ωστόσο, οι πρωτογενείς σειρές σιταρόβριζας δε φέρουν τα επιθυμητά γνωρίσματα και χαρακτηρίζονται από κυτταρολογική αστάθεια, χαμηλή γονιμότητα και χαμηλή αγρονομική απόδοση. Μεταγενέστερες μελέτες έχουν αποδείξει ότι η αλληλεπίδραση γονιδιωμάτων του σίτου και της βρίζας επηρεάζει τη φαινοτυπική έκφραση των χαρακτηριστικών της πρωτογενούς σιταρόβριζας (Lelley 1992).

Η σιταρόβριζα είναι αμφιπλοειδής που προέρχεται μετά από υβριδισμό μεταξύ των γενών *Triticum* L. και *Secale* L. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, από κυτοταξινομικής πλευράς οι καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι εξαπλοειδείς ($2n=6x=42$) ή οκταπλοειδείς ($2n=8x=56$) (Ξυνιάς 1996). Πειραματικά έχει δημιουργηθεί τετραπλοειδής ($2n=4x=28$) και δεκαπλοειδής ($2n=10x=70$) σιταρόβριζα που όμως δεν έχουν γεωργικό ενδιαφέρον. Η τετραπλοειδής προέρχεται από τη διασταύρωση της εξαπλοειδούς σιταρόβριζας με τη βρίζα και αυτογονιμοποίηση του προκύπτοντος υβριδίου (Ξυνιάς 1996). Για αυτό το λόγο φέρει ολόκληρο το γονιδίωμα της βρίζας και ένα μείγμα Α και Β γονιδιωμάτων (Gupta και Priyadarshan 1982). Η τετραπλοειδής σιταρόβριζα δεν έχει καμιά γεωργική σημασία και χρησιμοποιείται μόνο στη βελτίωση οκταπλοειδών και εξαπλοειδών σειρών (Ξυνιάς 1996). Οι σειρές σιταρόβριζας διακρίνονται σε **πλήρεις**, όταν περιέχουν και τα 14 χρωμόσωμα της βρίζας και σε **υποκατάστασης**, όταν κάποιο(α) από τα χρωμόσωμα της βρίζας έχουν υποκατασταθεί από χρωμόσωμα του D γονιδιώματος (μαλακό σιτάρι) (Gupta και Priyadarshan 1982).

Οι πλήρεις σειρές σιταρόβριζας είναι πιο ανθεκτικές στα όξινα εδάφη. Γενικά οι πλήρεις σειρές είναι πιο ανθεκτικές στην καταπόνηση διότι φέρουν ολόκληρο το γονιδίωμα της βρίζας. Οι τύπου υποκατάστασης είναι πιο ανθεκτικές στα αλατούχα εδάφη και είναι πιο κατάλληλες για σποροπαραγωγή.

Ενώ λόγω των πλεονεκτημάτων τους οι τύπου υποκατάστασης είχαν κυριαρχήσει και επειδή ο αρχικός στόχος ήταν να δημιουργηθεί ένα φυτό που να συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του σιταριού αλλά και της βρίζας για τον λόγο αυτό τόσο το CIMMYT όσο και διεθνώς η σύγχρονη τάση δημιουργίας ποικιλιών είναι να έχουν και τα 14

χρωμοσώματα της βρίζας δηλαδή να είναι **πλήρεις** και η οποιαδήποτε υποκατάσταση να αφορά στο Α ή Β και D γονιδίωμα.

Πίνακας 1: Κυτταροταξινομική κατάταξη της σιταροβρίζας (Ξυνιάς 1996).

A/A	Επίπεδο πλοειδίας	Γένωμα	Αριθμ. χρωμοσωμάτων
1.	τετραπλοειδές	ABRR	$2n=4x=28$
2.	εξαπλοειδές	AABBRR	$2n=6x=42$
3.	οκταπλοειδές	AABBDDRR	$2n=8x=56$
4.	δεκαπλοειδές	AABBDDRRRR	$2n=10x=70$

3. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

3.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ριζικό σύστημα της σιταρόβριζας είναι θυσσανώδες και αποτελείται από δυο κατηγορίες ριζών: α) τις εμβρυακές και β) τις μόνιμες ή δευτερογενείς. Οι εμβρυακές βγαίνουν από τον 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. Τα 3/5 του ριζικού συστήματος της σιταρόβριζας αποτελείται από εμβρυικές ρίζες και σε γενικές γραμμές το ριζικό της σύστημα είναι εκτεταμένο και γι' αυτό το λόγο προστατεύει το έδαφος από την διάβρωση (Παπακώστα 2000). Η μορφή του ριζικού συστήματος δεν σχετίζεται με το ύψος των φυτών και εξαρτάται από το γενότυπο (Stoskorf 1985).

3.2. ΒΛΑΣΤΟΣ

Ο βλαστός της σιταρόβριζας και γενικότερα των χειμερινών σιτηρών ονομάζεται καλάμι. Είναι κυλινδρικός και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα, ως επί το πλείστον κενά στο εσωτερικό τους κατά την ωρίμανση, και από συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Η κοίλη κυλινδρική μορφή του στελέχους προσδίδει σ' αυτό έναν βαθμό ανθεκτικότητας. Ο αριθμός των μεσογονατίων εξαρτάται από την ποικιλία, όμως επηρεάζεται και από τις κλιματολογικές συνθήκες. Γενικά, τα μεσογονάτια της βάσης παραμένουν κοντά, ενώ το μήκος αυξάνει προοδευτικά από την βάση προς την κορυφή. Μακρύτερο απ' όλα είναι το τελευταίο μεσογονάτιο, που φέρει και την ταξιανθία. Το ύψος και η διάμετρος των φυτών εξαρτάται από την ποικιλία αλλά και τις συνθήκες ανάπτυξης. Σε γενικές γραμμές 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 πλάγιασμα (Παπακώστα 2000).

Στη βάση των μεσογονατίων μέσα στον κολεό του αντίστοιχου φύλλου, υπάρχει μια μικρή ζώνη η οποία παραμένει σε μεριστωματική κατάσταση και η οποία λιγνιτοποιείται μετά το ξεστάχασμα. Η ζώνη αυτή του στελέχους παρέχει τη δυνατότητα σε πλαγιασμένα στελέχη να επανέρχονται στην όρθια θέση με ασύμμετρη ανάπτυξη της

βάσης των μεσογονατίων. Η επαναφορά είναι δυνατή πριν τη λιγνιτοποίηση αυτής της μεριστωματικής ζώνης.

Στην βάση του βλαστού, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, υπάρχει η στεφάνη ή σταυρός. Σ' αυτή την ζώνη δημιουργούνται οι ρίζες και οι βλαστοί και θεωρείται το πιο ευαίσθητο σημείο του φυτού, διότι, εάν καταστραφεί από τις χαμηλές θερμοκρασίες ή την ξηρασία, αυτό συνεπάγεται ολοκληρωτική καταστροφή του φυτού. Όσον αφορά τις καταβολές των οφθαλμών οι οποίοι βρίσκονται στους κόμβους του βλαστού κάτω ακριβώς από την επιφάνεια του εδάφους από αυτές εκφύονται νέα στελέχη, τα αδέρφια. Από οφθαλμούς των αδερφιών μπορούν να σχηματισθούν δευτερογενή αδέρφια και ούτω καθ' εξής. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες και σε επάρκεια χώρου είναι δυνατό να δημιουργηθούν έως και 150 αδέρφια. Τόσο ο βλαστός όσο και το φύλλωμα καλύπτονται από κηρώδες επίχρισμα.

3.3. ΦΥΛΛΩΜΑ

Τα φύλλα αποτελούνται από δυο κύρια τμήματα τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός μπορεί να φέρει τριχίδια ή και όχι. Το έλασμα του φύλλου είναι επιμήκες και στενό με κύριες νευρώσεις, παράλληλες, χωρίς διακλαδώσεις, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους χωρίς να διασταυρώνονται με άλλα μικρότερα νεύρα. Και οι δυο επιφάνειες του ελάσματος καλύπτονται από προστατευτικό στρώμα κυττάρων και εσωτερικά απαντάται το σπογγώδες μεσόφυλλο. Τα στομάτια είναι διατεταγμένα σε παράλληλες σειρές και στις δυο πλευρές των φύλλων με τα περισσότερα απ' αυτά να βρίσκονται στην επάνω επιφάνειά τους. Το έλασμα στρέφεται προς τα δεξιά τις περισσότερες φορές, ενώ δεν αποκλείεται να παρουσιάζει και δυο συστροφές.

Το μήκος, το πλάτος και ο χρωματισμός του ελάσματος των φύλλων είναι χαρακτηριστικά για κάθε ποικιλία. Ο χρωματισμός παρ' όλα αυτά, επηρεάζεται και από την θερμοκρασία αλλά και από την εδαφική υγρασία και η ένταση του πράσινου χρώματος από την γονιμότητα του εδάφους και κυρίως από την περιεκτικότητά του σε άζωτο.

3.4. ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ-ΑΝΘΗ

Η ταξιανθία της σιταρόβριζας ονομάζεται στάχυς, και αποτελείται από τα σταχύδια (άνθη) που αναπτύσσονται εναλλάξ επάνω στη ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο. Η πυκνότητα των σταχυδίων στο στάχυ ποικίλλει σημαντικά και ανάλογα με την απόστασή μεταξύ των κόμβων της ράχης η ταξιανθία χαρακτηρίζεται ως πυκνή, ενδιάμεση ή χαλαρή. Το μήκος της ταξιανθίας κυμαίνεται από 5 έως 15cm. Ο αριθμός των σταχυδίων σε κάθε άρθρωση αλλά και ο αριθμός των άγονων και γόνιμων ανθέων σε κάθε σταχύδιο εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία αλλά και τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δυο λέπυρα, που ονομάζονται εξωτερικά λέπυρα. Υπάρχουν και άλλα δυο τα εσωτερικά, τα οποία περιβάλλουν το άνθος. Τα εξωτερικά λέπυρα καταλήγουν σε μια μύτη, την ακίδα. Από τα εσωτερικά λέπυρα εκείνο που αντιστοιχεί στη ράχη του κόκκου ονομάζεται χιτώνας και το άλλο ονομάζεται λεπίδα. Ο χιτώνας μπορεί να προεκτείνεται στο άκρο του και να σχηματίζει το άγανο. Η ύπαρξη ή όχι του άγανου, το μήκος, το χρώμα, και η υφή, 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 μια αυλάκωση η οποία προσαρμόζεται στη σχισμή του σπόρου. Τα εσωτερικά λέπυρα απομακρύνονται από τον σπόρο κατά τον αλωνισμό.

Σε κάθε άνθος μέσα στα εσωτερικά λέπυρα, περικλείονται τρεις στήμονες, ο ύπερος, που αποτελείται από μονόχωρη ωοθήκη και δυο στύλοι ενωμένοι με πτεροειδές στίγμα και δυο γλωχίνες στη βάση της ωοθήκης. 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. Η σιταρόβριζα είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό (παρατηρείται ποσοστό 1-4% στασταυρογονιμοποίησης ανάλογα με τις ποικιλίες και τις κλιματολογικές συνθήκες, (Παπακώστα 2000, Milovanovic κ. ά. 2001).

3.5. ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός είναι καρύωση, όπου το περίβλημα του σπόρου είναι ενωμένο σταθερά και σε ολόκληρη την έκτασή του με την εσωτερική πλευρά του περικάρπιου, ώστε καρπός και σπόρος να αποτελούν τον κόκκο (Παπακώστα 2000). Το σχήμα και το μέγεθος των

κόκκων επηρεάζεται από τον γενότυπο, την θέση τους στο στάχυ ή το σταχύδιο και την ποσότητα του αποθηκευθέντος ενδοσπερμίου. Το ενδοσπέρμιο είναι ο αμυλώδης ιστός που σχηματίζεται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του κόκκου και καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, εκτός από τον χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο. Προσφέρει θρεπτικά συστατικά στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και στο νεαρό φυτάριο μετά την βλάστηση του σπόρου έως το φυτό να μπορέσει να ικανοποιήσει τις ανάγκες του από το έδαφος. Το εξωτερικό στρώμα του ενδοσπερμίου αποτελεί την αλευρώνη. Τα κύτταρα της αλευρώνης είναι μεγάλα, ορθογώνια, δεν περιέχουν άμυλο και είναι πλούσια σε αλευρόκοκκους, οι οποίοι περιέχουν κυρίως πρωτεΐνες. Οι αλευρόκοκκοι περιβάλλονται από ελαιώδη σταγονίδια (Lersten 1987). Τα κύτταρα της αλευρώνης παραμένουν ζωντανά στον ώριμο κόκκο (Bradbury κ.ά.. 1956). Το υπόλοιπο τμήμα του ενδοσπερμίου εκτός από την αλευρώνη αποτελείται από μεγάλα κύτταρα και αλευρόκοκκους. Όταν οι τελευταίοι βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία στο ενδοσπέρμιο ο κόκκος γίνεται σκληρός, ενώ, όταν η αναλογία τους είναι μικρή, τότε ο κόκκος γίνεται αλευρώδης.

3.6. ΑΔΕΛΦΩΜΑ

Αδέλφωμα ονομάζεται η δυνατότητα των σιτηρών και συνεπώς και της σιταρόβριζας να σχηματίζουν πολλούς βλαστούς, τα αδέλφια, από οφθαλμούς, οι οποίοι βρίσκονται στα γόνατα του στελέχους λίγο πιο κάτω ή ακριβώς πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Η ανάπτυξη των οφθαλμών ,που θα δώσουν αδέλφια, ρυθμίζεται από την ισορροπία των ορμονών στο φυτό (Sarifand και Dale 1980). Ο ρυθμός έκπτυξης των αδερφιών είναι γενετικό γνώρισμα και επηρεάζεται και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, οι οποίες επηρεάζουν κυρίως την δυνατότητα έκπτυξης των οφθαλμών και όχι τον αριθμό τους. Στη σιταρόβριζα η παραγωγή αδελφιών είναι αρχικά έντονη (Παπακώστα 2000). Η εμφάνιση του πρώτου πρωτογενούς αδελφιού συμπίπτει με την εμφάνιση του τέταρτου φύλλου και στην συνέχεια φθάνει σε ένα μέγιστο βαθμό κατά την διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών. Στη συνέχεια, ακολουθεί μια περίοδος εκφυλισμού ενός αριθμού αδελφιών και ως αποτέλεσμα επιβιώνει μονάχα ένα ποσοστό αυτών στο υπόλοιπο διάστημα ζωής του φυτού. Η εμφάνιση των αδελφιών σχετίζεται στενά με την εμφάνιση των φύλλων σε περιπτώσεις απουσίας κάθε περιορισμού που αφορά την διαθεσιμότητα

θρεπτικών στοιχείων (Παπακώστα 2000). Συνήθως σχηματίζουν λιγότερα φύλλα από τον κύριο βλαστό, οπότε η άνθιση της ταξιανθίας των αδελφιών συγχρονίζεται σχετικά με εκείνη του κύριου βλαστού. Επίσης, τα αδέλφια έχουν μικρότερες ταξιανθίες σε σχέση με το κεντρικό φυτό και παράγουν λιγότερους κόκκους ανά ταξιανθία και συνεπώς οι κόκκοι έχουν μικρότερο βάρος.

Το αδελφωμα ευνοείται σε βραχυήμερες συνθήκες, μεγάλη ηλιοφάνεια, πρόωμη σπορά, γόνιμα εδάφη με επάρκεια N, υγρασίας και καλές φυσικές συνθήκες, αραιή σπορά και μεγάλους σπόρους (Παπακώστα 2000). Στην σιταρόβριζα τα αδέλφια συμβάλλουν θετικά στην παραγωγή. Γενότυποι χωρίς αδέλφια υστερούν σε απόδοση.

Η ικανότητα των φυτών να παράγουν αδέλφια έχει μεγάλη πρακτική σημασία. Σε περίπτωση αραιού φυτρώματος, καταστροφής του κεντρικού φυτού από την παγωνιά, προσβολές από έντομα και ασθένειες, η παραγωγή αντισταθμίζεται από την παραγωγή αδελφιών (Παπακώστα 2000). Τα αδέλφια, που δεν σχηματίζουν στάχεις, γενικά είναι ανεπιθύμητα κυρίως σε συνθήκες ξηρασίας και μειωμένης γονιμότητας, επειδή ανταγωνίζονται το κεντρικό φυτό και τα γόνιμα αδέλφια ως προς το νερό τα θρεπτικά συστατικά αλλά και το φως. Παρ' όλα αυτά ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν πως τα αδέλφια, πριν από τον γηρασμό μεταφέρουν αζωτούχες και άλλες οργανικές ουσίες στους βλαστούς που θα επιζήσουν και επιπλέον προσφέρουν στήριξη στο φυτό (Παπακώστα 2000).

3.7. ΚΑΛΑΜΩΜΑ

Μετά το αδελφωμα τα φυτά της σιταρόβριζας εισέρχονται σε μια περίοδο ταχείας ανάπτυξης, η οποία ονομάζεται καλάμωμα. Στη φάση αυτή γίνεται η ανάπτυξη 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 μια μεριστωματική περιοχή με ικανότητα ταχείας αύξησης. Κάθε μεσογονάτιο είναι μακρύτερο από το αμέσως προηγούμενό του. Το υψηλότερο μεσογονάτιο, το οποίο καλύπτεται από τον κολεό του ανώτερου φύλλου είναι το τελευταίο το οποίο επιμηκύνεται και διαφέρει από τα υπόλοιπα μεσογονάτια γιατί φέρει την ταξιανθία.

Η ανθεκτικότητα του στελέχους και το τελικό του ύψος εξαρτώνται τόσο από τον γενότυπο όσο και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η επάρκεια

νερού και N ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων. Οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα δεν επιτρέπουν την γρήγορη ανάπτυξη των μεσογονατίων στις φθινοπωρινές καλλιέργειες και το καλάμωμα ξεκινά, μόλις οι θερμοκρασίες είναι οι κατάλληλες ενώ στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες το καλάμωμα επιτυγχάνεται σύντομα χωρίς κάποια διακοπή (Παπακώστα 2000). Γενικά, οι διαφορές στο ύψος οφείλονται περισσότερο στο μήκος των μεσογονατίων παρά στον αριθμό τους.

3.8. ΠΛΑΓΙΑΣΜΑ

Με τον όρο πλάγιασμα εννοείται η κάμψη των στελεχών από την όρθια θέση προς το έδαφος. Ο βαθμός πλαγιάσματος ποικίλλει και μπορεί να αφορά απλή κλίση των στελεχών έως και πτώση των βλαστών πάνω στο έδαφος. Διακρίνονται τρεις τύποι πλαγιάσματος: κλίση των στελεχών, σπάσιμο των στελεχών σε οποιοδήποτε γόνατο και πλάγιασμα ριζών. Στη σιταρόβριζα συναντούμε κυρίως την κλίση των στελεχών, ενώ σπάσιμο παρατηρείται κυρίως στο πλάγιασμα που οφείλεται στο χαλάζι.

Το πλάγιασμα προκαλείται από τον δυνατό αέρα, τη βροχή, το χαλάζι και ευνοείται από την υπερβολική ποσότητα του αζώτου στο έδαφος, από την μη ισορροπημένη περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία, την χαμηλή περιεκτικότητα του φωσφόρου και του καλίου σε σχέση με το άζωτο, την υπερβολική υγρασία του εδάφους, την μεγάλη πυκνότητα των φυτών στο χωράφι, αλλά και τα διάφορα γενετικά χαρακτηριστικά π.χ. τα αδύνατα στελέχη (Παπακώστα 2000).

Η μεγάλη περιεκτικότητα αζώτου στο έδαφος και η υψηλή υγρασία ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων και την δημιουργία υδαρών ιστών, οι οποίοι είναι και πιο επιρρεπείς στο πλάγιασμα. Η μεγάλη πυκνότητα των φυτών στο χωράφι δημιουργεί υψηλότερα φυτά και δεν επιτρέπει το φως να εισέλθει στη βάση τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η περιεκτικότητά τους σε κυτταρίνη, η οποία σκληραίνει τα στελέχη (www.GRDC.com). Πλάγιασμα, τέλος, είναι δυνατό να προκληθεί και από προσβολές εντόμων και μερικών ασθενειών.

Πλάγιασμα μπορεί να συμβεί σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Διάφορα χαρακτηριστικά του στελέχους σχετίζονται με την ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα. Μεμονωμένα όμως χαρακτηριστικά δεν μπορούν να θεωρηθούν δείκτες ανθεκτικότητας,

διότι το πλάγιασμα οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Επιπλέον η εκδήλωση των χαρακτηριστικών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον.

Ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα παρουσιάζουν τα στελέχη με μικρό ύψος, μεγάλη διάμετρο στελέχους, αυξημένο αριθμό ηθμαγγειδών δεσμίδων στα κατώτερα μεσογονάτια, παχύ τοίχωμα, ελαστικότητα, μεγάλο βάρος ανά μονάδα μήκους, υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνη και λιγνίνη (Pinthus 1973).

3.9. ΞΕΣΤΑΧΥΑΣΜΑ

Την επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχους και η μετακίνησή του από την βάση του φυτού προς την κορυφή. Ο στάχυσ βρίσκεται πάντοτε στη βάση του υψηλότερου από το έδαφος κόμβου. Όταν ο στάχυσ φθάσει στον κολεό του τελευταίου φύλλου (φύλλο σημαία) ο κολεός διογκώνεται, σχίζεται κατά μήκος και εμφανίζεται η ταξιανθία. Το στάδιο αυτό ονομάζεται έκπτυξη ταξιανθίας ή ξεστάχυασμα. Στη σιταρόβριζα πρώτα μέσα από τον κολεό εμφανίζονται τα άγανα και στη συνέχεια ο στάχυσ. Το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει την ταξιανθία, συνήθως συνεχίζει να αυξάνεται και μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας έως αυτή να φθάσει πιο ψηλά από τα τελευταία φύλλα (Παπακώστα 2000) .

Η εποχή του ξεσταχυάσματος, παρ' όλο που επηρεάζεται από την θερμοκρασία, την υγρασία του περιβάλλοντος, την εποχή σποράς, την γονιμότητα του εδάφους και άλλους παράγοντες, αποτελεί χαρακτηριστικό του κάθε γενότυπου και θεωρείται δείκτης προωμότητας των ποικιλιών (Παπακώστα 2000).

4. ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΕΝΕΙΕΣ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ

Η σιταρόβριζα αναπτύσσεται καλύτερα σε ψυχρό περιβάλλον και μεγάλα υψόμετρα (έως και 2600) όπου ανταγωνίζεται και συνήθως ξεπερνά σε αποδόσεις το σιτάρι. Επίσης, είναι αποδοτικότερη από το σιτάρι και σε χαμηλά υψόμετρα, με την προϋπόθεση ότι επικρατούν σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Υψηλές θερμοκρασίες, κατά την πρώτη ανάπτυξη προκαλούν ανωμαλίες και τελική μείωση των αποδόσεων. Αντίθετα, υψηλοί

ρυθμοί αύξησης έχουν παρατηρηθεί ακόμη και όταν οι θερμοκρασίες της νύκτας πλησιάζουν στο μηδέν. Η ανθεκτικότητα της σιταρόβριζας στο ψύχος είναι σημαντική και υστερεί λίγο συγκριτικά με τις ανθεκτικότερες ποικιλίες βρίζας, αν και φαίνεται ότι στη Σοβιετική Ένωση ήδη υπάρχουν καλλιέργειες με ανθεκτικότητα ανάλογη της βρίζας. Συγκριτικά με το σιτάρι, υστερούν σε ανθεκτικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες (www.Gaia.επιχειρείν.gr).

Αρχικά, η σιταρόβριζα ήταν φυτό μεγάλης ημέρας, που είχε μεγάλη ανάπτυξη και καθυστερούσε την ωρίμασή της σε συνθήκες μικρής φωτοπεριόδου. Το 1964 ο Borlaug μέσω προγράμματος του CIMMYT, σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο της Manitoba και χρηματοδότηση από το ίδρυμα Rockefeller ξεκίνησε τις προσπάθειες της βελτίωσης της παραγωγής της σιταρόβριζας με σκοπό την βελτίωση της διατροφής των ανθρώπων στις αναπτυσσόμενες χώρες (Zilnisky 1974). Το 1967 και μετά από τυχαία φυσική διασταύρωση προέκυψε η **Armadillo**, μια ποικιλία με πολύ καλές αποδόσεις και ανθεκτικότητα στις καταπονήσεις. Μέχρι το 1970 η **Armadillo** αποδείχθηκε πολύ χρήσιμη στην επίλυση διαφόρων αγρονομικών προβλημάτων.

Ενθαρρυσμένοι από την ταχεία πρόοδο που ξεκίνησε από την ανακάλυψη της Armadillo, το Διεθνές Κέντρο Ερευνών Ανάπτυξης στον Καναδά και ο Οργανισμός Διεθνούς Ανάπτυξης το 1971 παρείχε 2,6 εκατομμύρια δολάρια για ένα 5ετές πρόγραμμα για την επιτάχυνση την ανάπτυξη της σιταρόβριζας ως καλλιέργεια στις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου (www.CIMMYT.org).

Με την πάροδο των ετών έχουν αναπτυχθεί και ποικιλίες σχετικά αδιάφορες στη φωτοπερίοδο, οι οποίες, εάν βρεθούν υπό συνθήκες μεγάλης ημέρας αδελφώνουν λίγο και παράγουν βραχείς στάχεις. Η βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 20°C, ανάπτυξης 10-24°C η ελάχιστη θερμοκρασία επιβίωσης είναι -10°C και η μέγιστη θερμοκρασία επιβίωσης είναι 33°C (www.infoAgro.com). Όσον αφορά τις ανάγκες σε πότισμα αυτές είναι περίπου 400-900mm/έτος.

Η λίπανση με άζωτο και φωσφορικά άλατα μπορεί να αυξήσει τις αποδόσεις και επίσης την αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού. Η λίπανση που πρέπει να πραγματοποιηθεί, πριν από τη φύτευση είναι 17kg P₂O₅/στρέμμα και 43kg K₂O/στρέμμα ανά 1000kg σπόρου και άζωτο σε ποσότητα 40 kg N/στρέμμα. Αναλυτικότερα :

Ο Φώσφορος επηρεάζει καθοριστικά την ευρωστία των φυτών, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την αύξηση της ανθεκτικότητας των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες

και στο πλάγιασμα. Το Κάλιο συμμετέχει στην μεταφορά των προϊόντων της φωτοσύνθεσης και την αύξηση της ανθεκτικότητας των φυτών σε αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες, τους οποίους θα αναφέρουμε παρακάτω.

Σε γενικές γραμμές, η σιταρόβριζα έχει υψηλές απαιτήσεις σε Άζωτο και Κάλιο, ενώ για την βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών χρειάζεται λίπανση με ποσότητες Φωσφόρου, Ασβεστίου, Θείου και Μαγνησίου. Το Άζωτο και το Κάλιο αντιπροσωπεύουν το 80% των αναγκών, ο Φώσφορος το Θείο, το Ασβέστιο και το Μαγνήσιο το 19% ενώ τα ιχνοστοιχεία μόλις το 1% (www.infoAgro.com).

Η σιταρόβριζα αναπτύσσεται σε όλους τους τύπους εδαφών, αλλά είναι παραγωγική και σε όξινα και αμμώδη εδάφη, όπου μπορεί να υποκαταστήσει το σιτάρι και τη βρίζα. Στα εδάφη αυτά οι αποδόσεις της ξεπερνούν εκείνες του σιταριού, αλλά αυτό δε συμβαίνει σε εδάφη υψηλής γονιμότητας. Έχει κοινούς εχθρούς με τα άλλα σιτηρά. Θα πρέπει, όμως, να σημειωθεί ότι η εξάπλωση της καλλιέργειας της κατά τα τελευταία χρόνια προκάλεσε την εμφάνιση μολυσματικών στελεχών διαφόρων παθογόνων, με αποτέλεσμα να παρουσιαστούν ιδιαίτερα προβλήματα από ασθένειες, όπως η μαύρη σκωρίαση στην Αυστραλία, η κίτρινη σκωρίαση στην Αν. Αφρική και τη Ν. Αμερική, και οι ελμινθοσποριώσεις στις υγρότερες περιοχές (www.Triticale.org). Τέλος, έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένα φυτά παρουσιάζουν ευπάθεια, όταν ψεκάζονται με εντομοκτόνα και, επομένως, χρειάζεται προσοχή στη χρήση τους για την καταπολέμηση των εχθρών της καλλιέργειας (www.Triticale.org).

Η σιταρόβριζα είναι αρκετά ανθεκτική σε παράσιτα και ασθένειες. Άλλωστε στην πραγματικότητα αυτός ήταν και ο κυριότερος λόγος της δημιουργίας της. Μπορεί ωστόσο να προσβληθεί από κάποια είδη αφίδων, όπως την *Metopolophium dirhodum*, την *Sitobion avenae*, αλλά και την *Hotel siphumpadi* αλλά και ασθένειες όπως τα εγκαύματα (*Rhynchosporium secalis*), τα οποία προκαλούν κηλίδες στο φύλλο, σκωρίαση (*Puccinia striiformis* και *Puccinia triticina*), η οποία προκαλεί ζημιά στη φυλλική επιφάνεια και από μυκητιάσεις, όπως τους *Cladosporium spp.*, και το *Alternaria spp.*, που προκαλούν κηλίδες στη φυλλική επιφάνεια (www.infoAgro.com).

4.1. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

Η βιοτική καταπόνηση εμφανίζεται ως αποτέλεσμα της βλάβης που προκαλείται στα φυτά από άλλους ζωντανούς οργανισμούς, όπως: βακτήρια, ιοί, μύκητες, παράσιτα, ωφέλιμα και επιβλαβή έντομα, ζιζάνια και καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά. Οι αβιοτικές καταπονήσεις οφείλονται στη δράση μη ζωντανών παραγόντων (ξηρασία, αλατότητα, υψηλές θερμοκρασίες κ. λπ.) και είναι εξίσου ζημιογόνες (Ξυνιάς 2014). Οι ζημιές που προκαλούνται από αυτούς τους διάφορους βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες, έχουν πολλές ομοιότητες και τα συμπτώματα δεν είναι συγκεκριμένα. Ακόμη και με στενή παρακολούθηση, η ακριβής διάγνωση μπορεί να είναι δύσκολη. Για παράδειγμα, το μαύρισμα των φύλλων (κάψιμο φύλλων) ενός αριθμού από τα φυτά που προκαλείται από ξηρασία, θερμικό καταπόνηση, υπερβολική εφαρμογή λιπασμάτων και από παθογόνα, μύκητες, βακτήρια ή ιούς. Παρά τις αμφιλεγόμενες και ακόμη και αρνητικές απόψεις για την σιταρόβριζα, η καλλιέργεια της βρίσκεται σε σταθερή ανάπτυξη (www.MordorIntelligence.com).

Αρχικά, οι ασθένειες δεν φάνηκε να περιορίζουν σημαντικά τις αποδόσεις των καλλιεργειών της σιταρόβριζας, γεγονός που αποδίδεται στις περιορισμένες εκτάσεις καλλιέργειάς της ανά τον κόσμο. Ως αποτέλεσμα, τα παθογόνα δεν έβρισκαν τις κατάλληλες συνθήκες να αναπτυχθούν και να καταστρέψουν τις καλλιέργειες. Οι σοβαρότερες ασθένειες άρχισαν να αποκτούν υπόσταση με την αύξηση των εκτάσεων καλλιέργειας της σιταρόβριζας που είχε αρχίσει να εκτίθεται σε ολόένα και πιο καταπονησιογόνα περιβάλλοντα και συνθήκες. Ασθένειες, όπως η σκωρίαση και το φουζάριο, προϋπήρχαν και ήδη είχαν αναγνωρισθεί (Arseniuk 1996). Εκτός όμως από τα παθογόνα που αφορούν μύκητες, η σιταρόβριζα μπορεί να προσβληθεί από ιούς, βακτήρια και νηματώδεις (Arseniuk και Coral 2015).

Οι περισσότερες από τις έρευνες, που έχουν ήδη δημοσιευθεί για τη σιταρόβριζα, την τοποθετούν ως προς την αντίσταση στο βιοτική καταπόνηση ανάμεσα στο σιτάρι και τη βρίζα. Ο Goral, σε μελέτη που εκπόνησε συγκρίνοντας μεταξύ τους την σιταρόβριζα και το σιτάρι κατά την περίοδο του χειμώνα διαπίστωσε ότι οι γραμμές της σιταρόβριζας οι οποίες μολύνθηκαν από το *Fusarium culmorum* έδειξαν συσσωρεύσεις της μόλυνσης σε παρόμοια επίπεδα με αυτό του σιταριού (www.Saskatchewan.ca).

Οι πυρήνες των κόκκων της σιταρόβριζας είναι κατά μέσο όρο πιο μαλακοί και τείνουν να έχουν υψηλότερο ρυθμό πρόσληψης νερού από αυτούς του σιταριού. Καναδοί ερευνητές παρατήρησαν ότι οι πυρήνες της σιταρόβριζας σε σχέση με το σιτάρι είναι πολύ πιο ευαίσθητοι σε βλάβες που προκαλεί το φουζάριο. Επίσης, το περικάρπιό της είναι πιο εύθραυστο ευνοώντας, έτσι την ανάπτυξη των μυκήτων με συνέπεια την καταστροφή του. Είναι ωστόσο αξιοσημείωτο, πως το ποσοστό του κατεστραμμένου πυρήνα από το φουζάριο ως επί το πλείστον είναι χαμηλότερο απ' αυτό του σιταριού (Langevinκ.ά.. 2004, Gorakκ.ά.. 2013).

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να αναφερθεί ότι η ανθεκτικότητα της σιταρόβριζας στη βιοτική καταπόνηση έχει να κάνει με το γεγονός ότι αποτελεί προϊόν διασταύρωσης της βρίζας με το σιτάρι κληρονομώντας μ' αυτό τον τρόπο όλα τα θετικά τους γνωρίσματα. Το γονιδίωμα της βρίζας συνέβαλε στην ουσία στην αντίσταση της σιταρόβριζας στις ασθένειες που πλήττουν το σιτάρι και αντίστροφα το γονιδίωμα του σιταριού συνετέλεσε, ώστε η σιταρόβριζα να αποκτήσει ανθεκτικότητα στις ασθένειες που πλήττουν την βρίζα. Με την πάροδο, όμως των ετών, η ανθεκτικότητα της σιταρόβριζας αμφισβητείται όλο και περισσότερο εξαιτίας των ολοένα και αυξανόμενων εκτάσεων καλλιέργειάς της, πράγμα που σημαίνει ότι εκτίθεται σε περισσότερα παθογόνα.

Ως αβιοτική ορίζεται η καταπόνηση που προκαλείται στο φυτό από μη ζωντανούς οργανισμούς και επηρεάζουν σε ακραίο βαθμό το περιβάλλον ανάπτυξής του. Η σιταρόβριζα έχει υψηλή ανθεκτικότητα σε πολλές αβιοτικές καταπονήσεις. Έχει υψηλή ανθεκτικότητα στον παγετό και μάλιστα σε πολύ ακραίες θερμοκρασίες (ακάλυπτη -35°C έως 37°C ενώ καλυμμένη με στρώμα χιονιού πάχους 20-25cm σε θερμοκρασίες -58°C έως 60°C). Έχει καλή ανεκτικότητα στα ελαφρώς όξινα και αλατούχα εδάφη. Επίσης, ανέχεται ικανοποιητικά τόσο εδάφη με υψηλό Ph (αλκαλικά εδάφη) όσο και εδάφη με χαμηλό Ph (όξινα εδάφη) αλλά και εδάφη με περιεκτικότητα πλούσια σε Βόριο. Γενικά, η σιταρόβριζα έχει ανώτερη ανθεκτικότητα στην ξηρασία συγκριτικά με το σιτάρι, το κριθάρι και την βρώμη και είναι αρκετά ανθεκτική στον θρυμματισμό και το πλάγιασμα. Το ανεπτυγμένο της ριζικό σύστημα αλλά και η ανθεκτικότητα της στην αβιοτική καταπόνηση αποτελούν χαρακτηριστικά που έχει κληρονομήσει από την βρίζα.

Γενικά, προσβάλλεται λιγότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα σιτηρά από ασθένειες και έντομα και για αυτό τον λόγο θεωρείται ως υγιής καλλιέργεια (Arseniuk 1996).

5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ

Ο τρόπος με τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί η σιταρόβριζα και τα παράγωγά της εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του είδους ή με ποιόν από τους γονείς έχει τις περισσότερες ομοιότητες. Είδη με μεγάλη βιομάζα χρησιμοποιούνται κατά κόρον ως ζωοτροφή. Είδη μεγάλοκοκκα με αυξημένα επίπεδα σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης σε σχέση μ' αυτά του αμύλου χρησιμοποιούνται για την παραγωγή συμπυκνωμένων ζωοτροφών. Όσον αφορά τον άνθρωπο, το αλεύρι της σιταρόβριζας χρησιμοποιείται σε μικρή κλίμακα στην αρτοποιία και στα προϊόντα υγιεινής διατροφής (Milovanovic κ. ά. 2001). Η χημική σύσταση της σιταρόβριζας φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Χημική σύσταση του καρπού της σιταρόβριζας (μέσες τιμές και εύρος τιμών, % ξηρού βάρους). Πηγή: Gaia επιχειρείν.

Υγρασία	Πρωτεΐνη	Υδατάνθρακες	Λίπη	Ινώδεις ουσίες	Τέφρα
12.0 (10.0-13.3)	15.2 (13.0-21.3)	77.9 (74.7-92.0)	2.1 (1.5-3.1)	2.8 (1.6-4.4)	2.1 (1.6-2.8)

5.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Μικρές, γενικά, ποσότητες αλεύρων σιταρόβριζας διατίθενται στο εμπόριο για την κατανάλωση από τον άνθρωπο. Συνήθως αναμειγνύεται με αλεύρι σίτου για την παραγωγή άρτου και των υποπροϊόντων του. Οι προβλέψεις της δεκαετίας του '70 που αφορούσαν την ταχεία εξάπλωση και ευρεία χρήση του αλευριού της σιταρόβριζας τελικά δεν ευοδώθηκαν. Η επιτυχία της σιταρόβριζας έγκειται μόνο στην ικανότητά της να υποκαθιστά σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό τα παραδοσιακά προϊόντα από σιτάρι (Lorenz 2003).

Οι κόκκοι της σιταρόβριζας αλέθονται με την ίδια διαδικασία που αλέθονται το σιτάρι, το κριθάρι, η βρίζα. Λόγω όμως, της μεγάλης διακύμανσης της στη σκληρότητα του πυρήνα και τον βαθμό συρρίκνωσης των κόκκων της, δεν υπάρχει συγκεκριμένος τρόπος άλεσης (Lorenz 2003). Έρευνες έχουν δείξει ότι είναι δυνατό να παραχθεί ψωμί από αλεύρι σιταρόβριζας υπό την προϋπόθεση πως αυτό αναμειγνύεται και προσαρμόζεται στις προδιαγραφές παραγωγής προϊόντων από αλεύρι σίτου. Η υψηλή δραστηριότητά της

α-αμυλάσης που περιέχεται στους περισσότερους τύπου αλεύρων σιταρόβριζας απαιτεί και διαφορετική διαχείριση της κάθε ζύμης. Οι δοκιμές ψησίματος του ψωμιού με αλεύρι σιταρόβριζας προερχόμενο από κόκκους μεγάλου ειδικού βάρους (74kg ανά εκατοστόλιτρο) έδειξαν πως παράγονται ψωμιά με όγκο παρόμοιο με αυτό του σίτου. Ωστόσο, η διαδικασία της ζυμώσεως έπρεπε να τροποποιηθεί ελαφρώς. Χρησιμοποιήθηκαν χαμηλές συνθήκες κατά την ζύμωση και προστέθηκαν επιπλέον ποσότητες ζυμομυκήτων, ώστε να αντισταθμιστούν οι διαφορετικές θερμοκρασίες (Rosentrater και Evers 2018). Με αυτές τις τροποποιήσεις υπήρξαν ποικιλίες σιταρόβριζας που απέδωσαν εξαιρετικής ποιότητας ψωμί και με μεγάλο ογκομετρικό βάρος, ακόμη και εάν κατά την παρασκευή τους χρησιμοποιήθηκε 100% αλεύρι σιταρόβριζας. Με την χρήση κανονικών μεθόδων ζύμωσης και ψησίματος είναι δυνατό να παρασκευασθεί ψωμί από ένα μείγμα αλεύρων σιταρόβριζας και σίτου σε αναλογία 30:70. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας μείγματα 75% αλεύρι σιταρόβριζας και 25% σίτου θα παραχθούν ψωμιά που δύσκολα κανείς θα μπορούσε να εντοπίσει διαφορές (Xue κ.ά.2015). Παρ' όλα αυτά, ακόμη και τα καλύτερα άλευρα σιταρόβριζας από τις καλύτερες ποικιλίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε καθαρή μορφή λόγω της κολλώδους σύστασής της ζύμης. Τα χαρακτηριστικά των αλεύρων της σιταρόβριζας ως προς την αρτοποιία είναι σε γενικές γραμμές αποθαρρυντικά για τους αρτοποιούς. Ωστόσο τα προϊόντα που παράγονται από τα άλευρα της σιταρόβριζας θεωρούνται πολύ καλής ποιότητας με μεγάλη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Το ψωμί που παράγεται σήμερα έχει αναλογίες 63% άλευρο σίτου και 35% άλευρο σιταρόβριζας και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στις Η.Π.Α με την ονομασία Tritibread (Lorenz 2003). Εκτός από την παραγωγή ψωμιού το αλεύρι σιταρόβριζας χρησιμοποιείται σε κάποιο βαθμό και στην παραγωγή άλλων αρτοποιητικών προϊόντων, όπως μπισκότα και κέικ, με την κατάλληλη επεξεργασία του με χλώριο, που όμως υστερούν σε εμφάνιση απ' αυτά που παράγονται με τα κλασσικά υλικά.

Το αλεύρι σιταρόβριζας χρησιμοποιείται και για άζυμα προϊόντα τα οποία συναντούμε και σε κάποιες χώρες ανά τον κόσμο όπως (National Research Council 1989):

1. Chapatís. Είναι ένα άζυμο πλατύ είδος ψωμιού που το συναντάται στη Νότια Ασία. Σε δοκιμές που διεξήχθησαν με χρήση αλεύρου σιταρόβριζας παρατηρήθηκε ότι το προϊόν ήταν ίδιο ή καλύτερο σε ορισμένες περιπτώσεις από αυτά που παρήχθησαν με το κλασσικό αλεύρι.

2. Tortillas. Με βάση τις δοκιμές του CIMMYT κάποια προϊόντα ήταν εξίσου καλά ή και καλύτερα ως προς το τελικό προϊόν. Διέφεραν στο χρώμα (γκρι-καφέ) και ήταν εύγεστες σε μεγάλο βαθμό. Οι κάτοικοι του Michoacan στο Μεξικό οι οποίοι χρησιμοποιούν κατά κόρον αλεύρι σιταρόβριζας ανέφεραν ότι η χρήση αυτού του είδους αλεύρου τους βοηθά να ελέγχουν καλύτερα και ευκολότερα τη ζύμη.
3. Concha. Είναι ένα είδος γλυκού ψωμιού ολικής αλέσεως φτιαγμένο με μελάσα και το συναντά κανείς στο Μεξικό. Οι μελέτες έδειξαν ότι το αλεύρι σιταρόβριζας δεν δημιουργεί απολύτως κανένα πρόβλημα κατά την παρασκευή του.
4. Enjera. Είδος τηγανίτας με ελαφρώς σπογγώδη υφή παραδοσιακά φτιαγμένο από αλεύρι teff. Και σε αυτή την περίπτωση, από μελέτες που διεξήχθησαν στην Αιθιοπία στον τόπο παραγωγής του, έδειξαν ότι το άλευρο σιταρόβριζας μπορεί να αντικαταστήσει επιτυχώς το 50% το αλεύρι teff και το φαγόπυρο, υλικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του.

Τέλος, παράγωγα της σιταρόβριζας χρησιμοποιούνται σε βιομηχανίες απόσταξης και ζυθοποιίας.



Εικόνα 3. Δείγματα μπισκότων από διάφορα. Δείγματα μπισκότων από διάφορα είδη άλευρων. 1) Από αλεύρι σίτου 2) Από αλεύρι σίτου ολικής αλέσεως 3) Από αλεύρι βρίζας 4) Από αλεύρι βρίζας ολικής αλέσεως 5) Από αλεύρι σιταρόβριζας 6) Από αλεύρι σιταρόβριζας ολικής αλέσεως. Πηγή: Researchgate.

5.2. ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ

Η σιταρόβριζα χρησιμοποιείται κυρίως για την διατροφή των χοίρων και των ορνιθοειδών. Διαθέτει όμως επιθυμητά διατροφικά χαρακτηριστικά και για τις υπόλοιπες κατηγορίες των ζώων. Αποτελεί πολύ καλή πηγή ενέργειας και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο και υδατάνθρακες. Η θρεπτική αξία της πρωτεΐνης της σιταρόβριζας έχει αποδειχθεί ότι είναι μεγαλύτερη από την πρωτεΐνη σίτου, χάρη στις υψηλότερες συγκεντρώσεις των περιοριστικών αμινοξέων, λυσίνη και θρεονίνη. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών (Myer και Lozano del Rio 2004, Stallknecht κ.ά.. 1996).

Έως τα μέσα της δεκαετίας του '80 η σιταρόβριζα θεωρείτο ότι έχει μια σειρά από μη θρεπτικές ενώσεις που μειώνουν την θρεπτικότητα κάποιων άλλων στοιχείων, όπως πεντοζάνες, πηκτίνες, τανίνες, β-γλυκάνες όχι όμως σε βαθμό που να επηρεάζει το πεπτικό σύστημα των ζώων (www.FeedPlanet.com).

Σε σύγκριση με άλλου είδους ζωοτροφές η σιταρόβριζα έχει την υψηλότερη απόδοση. Οι δοκιμές κατά την βόσκηση βοοειδών έδειξαν ημερήσια αύξηση του βάρους τους κατά 0,72kg για την σιταρόβριζα, 0,69kg για το σιτάρι και 0,59 kg για την βρίζα. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τα ζώα γαλακτοπαραγωγής. Στην Αλγερία για παράδειγμα, η διατροφή των ζώων γαλακτοπαραγωγής με σιταρόβριζα έδειξε εξαιρετικά αποτελέσματα έναντι των άλλων ζωοτροφών όσον αφορά την παραγωγή γάλακτος με ποσοστά 26%-53% περισσότερη ποσότητα αλλά και καλύτερη γεύση. Χρησιμοποιείται επίσης και στα ιχθυοτροφεία ως συμπλήρωμα (Oelke κ.ά. 1989).

Πολλές έρευνες εκπονούνται ανά τον κόσμο και ειδικότερα στο CIMMYT, ώστε να εντοπιστούν γονότυποι μ' ένα συγκεκριμένο διατροφικό προφίλ με συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά που θα αφορούν συγκεκριμένα ζωικά είδη.

5.3. ΧΟΡΤΟΝΟΜΗ-ΕΝΣΙΠΩΣΗ

Η σιταρόβριζα έχει εξελιχθεί σε κτηνοτροφικό είδος πολλαπλών χρήσεων ως υποκατάστατο του χειμερινού σίτου. Στις περισσότερες χώρες που καλλιεργείται χρησιμοποιείται ως χειμερινός βοσκότοπος ακολουθούμενος από την συγκομιδή των χειμερινών σιτηρών. Καλλιεργείται, επίσης, μεμονωμένα ή ως συγκαλλιέργεια με

ψυχανθή με σκοπό της χρήσης ως ενσίρωση. Επιπλέον οι νεότερες ποικιλίες έχουν την ικανότητα να παράγουν υψηλές ποσότητες και υψηλής ποιότητας άχυρο το οποίο έχει την ικανότητα να συγκρατά μεγάλα ποσοστά υγρασίας, γεγονός που το καθιστά ιδανικό ως υλικό στρωμνής για τα βοοειδή (www.Montana.edu).

5.4. ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Οι νεότερες ποικιλίες της σιταρόβριζας αποτελούν ανταγωνιστική πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης. Διαθέτει ένα αυτοαμυλολιτικό ενζυμικό σύστημα το οποίο βοηθά στην μετατροπή μεγάλων ποσοτήτων αμύλου σε ζυμώσιμα σάκχαρα. Είναι καταλληλότερη στην παραγωγή βιοκαυσίμων σε σχέση με το σιτάρι. Η χρήση της ως βιοκαύσιμο ήδη διερευνάται στην Ευρώπη αλλά και σε άλλες χώρες ανά τον κόσμο (Cantale 2016).

6. ΤΥΠΟΙ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ

6.1. ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

Η ανθεκτικότητα στην ξηρασία αποτελεί πρωταρχικό πλεονέκτημα του ανοιξιάτικου τύπου σιταρόβριζας. Σε ξηρά περιβάλλοντα αποτελεί πολύτιμη εναλλακτική λύση συγκριτικά με τη βρώμη ή το κριθάρι. Η απόδοσή αυτού του τύπου έναντι του σιταριού είναι 5%-19% μεγαλύτερη. Αυτό το πλεονέκτημα είναι πιο εμφανές σε περιοχές με μεγαλύτερη καλλιεργητική περίοδο (www.Agrofacts.com). Αποτελεί εξαιρετική επιλογή για τους κτηνοτρόφους μιας και αποδίδει 10% περισσότερο ως ενσίρωση και κατατάσσεται μεταξύ του κριθαριού και της βρώμης όσον αφορά στην ποιότητα ενσίρωσης και τη χορτοδοτική ικανότητα.

6.2. ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΣ ΤΥΠΟΣ

Ο χειμερινός τύπος σιταρόβριζας είναι υψηλής απόδοσης και πρώιμης ωρίμανσης. Προτιμάται κυρίως σε περιοχές με βραχεία καλλιεργητική περίοδο. Αποτελούν πολύτιμη πηγή για τη χρήση της ως ζωοτροφή. Μπορεί να συγκαλλιεργηθεί με κριθάρι ή βρώμη,

για να παραχθούν υψηλής ποιότητας ζωοτροφές. Δυο έως τέσσερις τόνους ανά στρέμμα ξηρής μάζας κατά το στάδιο της έκπτυξης του φύλλου σημαίας είναι συνήθως η απόδοσή της. Τέλος, προσφέρει κάλυψη του εδάφους κατά την διάρκεια του φθινοπώρου με αποτέλεσμα να το προστατεύει από την διάβρωση και να αποτρέπεται η έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων και να γίνεται η απορρόφησή τους απ' αυτό.

6.3. ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ VS ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΣ ΤΥΠΟΣ

Σε πειράματα που διεξήχθησαν για δυο έτη σε περιοχές της Μεσογείου αξιολογήθηκαν πέντε ποικιλίες χειμερινού τύπου σιταρόβριζα και πέντε ανοιξιάτικου τύπου την ίδια καλλιεργητική περίοδο. Το πείραμα αποτελούνταν από δυο πειραματικά τεμάχια. Το πρώτο προοριζόταν μόνο για σπόρο και το δεύτερο για σπόρο και για χορτονομή. Η συγκομιδή έλαβε χώρα μετά την ωρίμανση. Οι περιβαλλοντολογικές συνθήκες επηρέασαν τη σποροπαραγωγή και κυρίως την περιεκτικότητα των κόκκων σε πρωτεΐνη περισσότερο από τα φυτά που προοριζόταν για χορτονομή. Η περιεκτικότητα της τελευταίας σε ακατέργαστη πρωτεΐνη (GP, Grude Protein: μέτρο της ποσότητας πρωτεΐνης η οποία περιέχεται στην ζωοτροφή και προσδιορίζεται ως η ποσότητα του αζώτου επί 6,25. Ο συντελεστής αυτός είναι ο μέσος όρος των γραμμαρίων πρωτεΐνης που υπάρχει σε ένα γραμμάριο αζώτου. Η έννοια "ακατέργαστη" αναφέρεται στο γεγονός ότι στις περισσότερες ζωοτροφές δεν υπάρχει όλο το άζωτο αποκλειστικά με τη μορφή πρωτεΐνης) βρέθηκε σε περιεκτικότητα 24% στον ανοιξιάτικο τύπο ενώ στον χειμερινό 23,5%. Αντίθετα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν ως προς την περιεκτικότητα τους σε ίνες 20,7% και 21,6% αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα των κόκκων σε ακατέργαστη πρωτεΐνη δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά ήταν υψηλότερη στους ανοιξιάτικους τύπους της τάξεως 12,8% σε σχέση με τους χειμερινούς σε ποσοστό 11,9%. Υπήρχε μεγαλύτερη μεταβλητότητα για τα μετρούμενα χαρακτηριστικά των χειμερινών τύπων που μελετήθηκαν από ότι εντός των ανοιξιάτικων (Santiveri 2004). Το ειδικό βάρος των κόκκων των ανοιξιάτικών ποικιλιών ήταν κατά 26,8% μεγαλύτερο απ' αυτό των χειμερινών και τέλος οι ανοιξιάτικες ποικιλίες είχαν απόδοση περίπου 21% περισσότερο σε σύγκριση με τα χειμερινά.

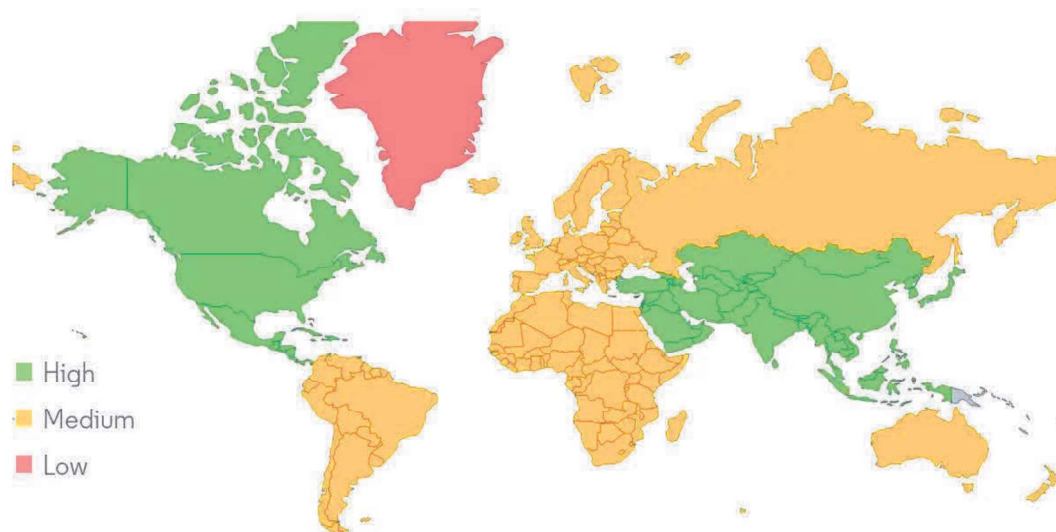
Οι συνθήκες ανάπτυξης εξηγούν τις περισσότερες από τις διαφορές που εντοπίστηκαν στα παραπάνω ποσοστά. Εύλογα συμπεραίνει κανείς πως οι ανοιξιάτικες ποικιλίες είναι πολύ πιο προσαρμοσμένες σε σχέση με τις χειμερινές στις συνθήκες της Μεσογείου.

7. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΙΤΑΡΟΒΡΙΖΑΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Η Ευρώπη αποτελεί την κύρια περιοχή καλλιέργειας της σιταρόβριζας χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν καλλιεργείται εκτενώς και σε άλλες χώρες όπως η Αμερική. Η σιταρόβριζα χαρακτηρίζεται από μεγάλη προσαρμοστικότητα και μπορεί να καλλιεργηθεί σ' όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη του κόσμου.

Οι ποσότητες οι οποίες καλλιεργούνται στην Ευρώπη αντιπροσωπεύουν το 89,7% της παγκόσμιας παραγωγής. Το 2021 παρέμεινε η κυριότερη περιοχή καλλιέργειας της σιταρόβριζας. Η Πολωνία, η Γερμανία, η Γαλλία και η Λευκορωσία αποτελούν τις κύριες χώρες παραγωγής. Από την άλλη, η Βόρειος Αμερική είναι μια περιοχή, η οποία με γοργούς ρυθμούς αυξάνει την καλλιέργεια σιταρόβριζας. Έως το 2026 θα έχει τον υψηλότερο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης.

Το 2020 σύμφωνα με τον FAO παρήχθησαν 15.361.341 τόνοι σιταρόβριζας σε 3.812.724 εκτάρια.



Εικόνα 4. Εκτάσεις καλλιέργειας σιταρόβριζας ανά τον κόσμο. Πηγή:FAO.

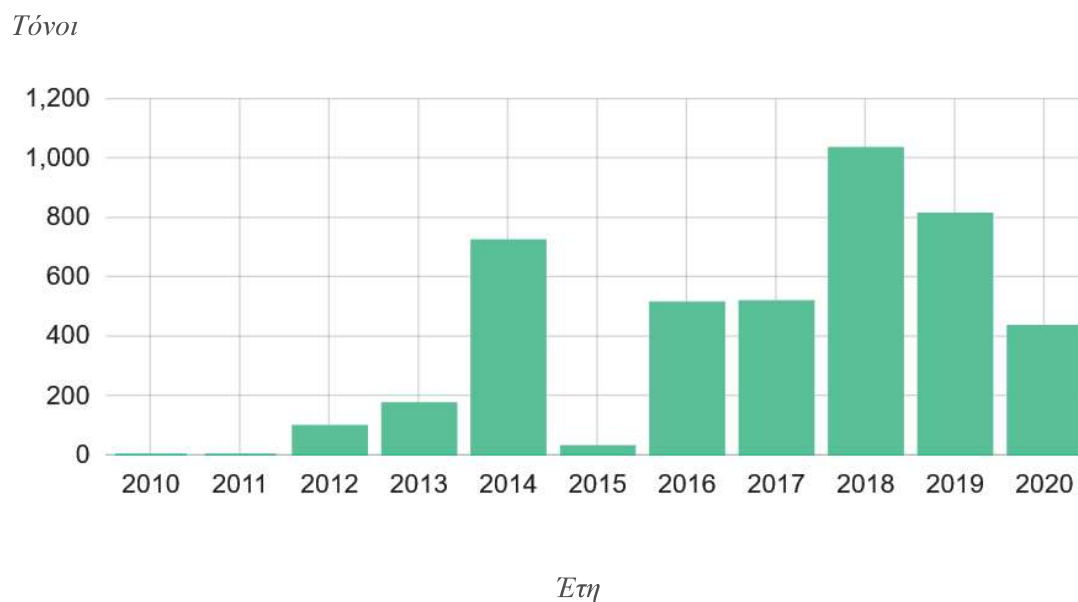
Πίνακας 3: Χώρες παραγωγής και αποδόσεις (Hg/Ha το2020).
Πηγή:www.mordorintelligence.com.

Βέλγιο	65,02
Δανία	63,708
Ελβετία	62,83
Σουηδία	60,086
Γερμανία	59,663
Αυστρία	58,401
Λουξεμβούργο	57,013
Εσθονία	51,785
Τσεχία	50,656
Χιλή	50,543
Σλοβενία	50,516
Ολλανδία	46,667
Ιταλία	46,327
Γαλλία	46,132
Σερβία	44,36
Πολωνία	43,773
Βοσνία	43,004
Κροατία	42,949
Νορβηγία	41,952

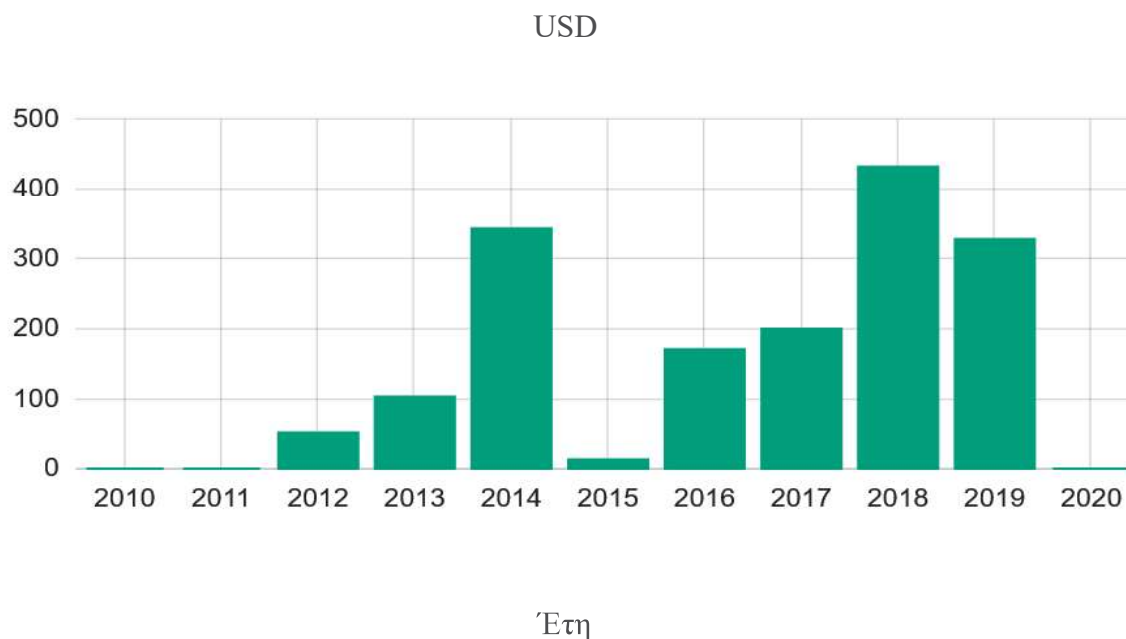
Ουγγαρία	41,268
Λετονία	39,571
Λιθουανία	37,999
Σλοβακία	35,826
Ηνωμένο Βασίλειο	34,184
Τουρκία	34,062
Λευκορωσία	33,053
Ρουμανία	31,885
Ισπανία	30,608
Βουλγαρία	30,568
Ρωσία	28,12
Μεξικό	27,764
Ελλάδα	27,488
Τυνησία	26
Βραζιλία	25,322
Καναδάς	23,243
Κύπρος	21,333
Κίνα	20,885
Πορτογαλία	16,921
Κιργιστάν	15,758
Αυστρία	10,557
Αλγερία	10,307

Η παραγωγή σιταρόβριζας αναμένεται να σημειώσει αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης CAGR (Compound Annual Growth Rate) κατά 2,8% έως και το 2025.

Στην Ελλάδα το 2020 οι εξαγωγές ήταν 433 τόνοι σαφώς πολύ λιγότεροι απ' αυτούς του 2019 που άγγιζαν τους 819 τόνους. Γενικά στην ελληνική αγορά υπήρξε μείωση 21,4% σε σχέση με το 2019.



Σχήμα ~1~ Παραγωγή σιταρόβριζας σε τόνους στην Ελλάδα.
Πηγή: www.mordorintelligence.com.



Σχήμα ~2~ Εξαγωγές σιταρόβριζας στην Ελλάδα και η αξία τους σε χιλιάδες δολάρια.

Πηγή: www.mordorintelligence.com.

7.1. ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ

Στην Αυστραλία η καλλιέργεια της σιταρόβριζας είναι πολύ διαδεδομένη και κυρίως ο ανοιξιάτικος τύπος. Η καλλιέργειά της ξεκίνησε περίπου στις αρχές του 1970 σε πειραματική βάση πρωτίστως με σπόρους από ποικιλίες προερχόμενες από το CIMMYT. Η πρώτη αυστραλιανή ποικιλία ήταν η Growquick μια ποικιλία με αργή ωρίμανση, φτωχή απόδοση με ακατάλληλη για ζωοτροφή. Έως το 1980 11 ποικιλίες κυκλοφόρησαν στη χώρα και είναι οι εξής: Satu, Dua, Armidale, Samson, Ninghadhu, Bejon, Coorong, Venus, Currency, Towan, Tyalla και Toort. Σήμερα καλλιεργούνται οι ποικιλίες Abacus, Credit, Everest, Muir, Prime322, Tahara, Tickit, Treat, Madonna, Maiden, Hillary, Jackie and Eleanor. Χρησιμοποιείται κυρίως για ζωοτροφές, ενώ είναι πολύ περιορισμένη η χρήση της στην ανθρώπινη διατροφή. Το μεγαλύτερο μέρος της διοχετεύεται στην εγχώρια αγορά και ένα πολύ μικρό ποσοστό εξάγεται (Mergoumk.ά. 2004).

7.2. ΒΡΑΖΙΛΙΑ

Η καλλιέργεια της σιταρόβριζας ξεκίνησε το 1982 στη Βραζιλία και συγκεκριμένα στο Ρίο Γκράντε. Λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής της σε σχέση με το σιτάρι η καλλιέργειά της διπλασιάστηκε από την δεκαετία του 1970 και μετά. Καλλιεργείται κυρίως στην Νότια Βραζιλία και κυρίως ο ανοιξιάτικος τύπος με την χρήση της να αφορά εξ ολοκλήρου ζωοτροφές (Mergoumk.ά. 2004).

Πέντε ιδρύματα ασχολούνται με τη σιταρόβριζα στη Βραζιλία: Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) at the National Wheat Research Center (Embrapa Trigo), Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa (FUNDACEP FECOTRIGO), Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda. (COODETEC) και το Instituto Agronômico de São Paulo (IAC).

7.3. ΚΑΝΑΔΑΣ

Το 1953 το πανεπιστήμιο της Manitoba στον Καναδά δημιούργησε το πρώτο φυτό της σιταρόβριζας. Οι πρώτες προσπάθειες αναπαραγωγής της επικεντρώθηκαν στο να παραχθεί μια ποικιλία υψηλής απόδοσης, ανθεκτική στην ξηρασία με καταλληλότητα κατανάλωσης απ' τον άνθρωπο. Το 1969, στα πλαίσια ενός προγράμματος του «Τμήματος Επιστήμης Φυτών» του Πανεπιστημίου της Manitoba, δημιουργήθηκε η πρώτη εμπορική ποικιλία σιταρόβριζας με την ονομασία Rosner. Παράλληλα κυκλοφόρησε και η ποικιλία Welsh. Οι δυο αυτές ποικιλίες άρχισαν να καλλιεργούνται με εντατικούς ρυθμούς που έφταναν και τα 10.000 εκτάρια ετησίως. Και οι δυο ποικιλίες όμως είχαν αδυναμίες ως προς την απόδοση, παρουσίαζαν πρόωρη βλάστηση και έδιναν συρρικνωμένο σπόρο. Οι πιο πρόσφατες μελέτες και προγράμματα επικεντρώθηκαν στο να δημιουργηθούν ποικιλίες με προορισμό την χρήση τους ως ζωοτροφές. Οι Καναδοί αγρότες εξακολουθούν να καλλιεργούν σιταρόβριζα για ενσίρωση, επειδή μπορεί να συγκομιστεί πριν ή μετά από άλλες καλλιέργειες, επιτρέποντας έτσι στους αγρότες να χρησιμοποιούν το χρόνο και τα μηχανήματα τους πιο αποτελεσματικά. Η ποικιλία που

χρησιμοποιούν ονομάζεται "Carmen" και καταλαμβάνει τώρα το 95 τοις εκατό των αγρών τριτικάλε στον Δυτικό Καναδά.

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον των αγροτών έχει αυξηθεί ως προς την καλλιέργειά της. Στον Καναδά χρησιμοποιείται για ζωοτροφές και ένα πολύ μικρό ποσοστό εξάγεται στις Η.Π.Α. Τέλος, έχει 5%-10% περισσότερη απόδοση απ' ό τι το καναδικό σιτάρι (Mergoumk.ά. 2004).

7.4. ΚΙΝΑ

Οι πρώτες έρευνες για την σιταρόβριζα στην Κίνα ξεκίνησαν το 1950 από το ίδρυμα Chinese Academy of Agricultural Sciences. Το 1976 καλλιεργήθηκε και διαδόθηκε πρώτη φορά στην χώρα με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στην διατροφή του ανθρώπου. Λόγω της ανθεκτικότητας της στις ασθένειες, το ψύχος και την καλή της προσαρμογή σε αντίξοα περιβάλλοντα όπως τα υψηλά υψόμετρα με φτωχά εδάφη της Κίνας, από το 1996 και μετά άρχισε η χρήση της και ως ζωοτροφή (Yuanshu κ.ά. 1996). Πλέον, η καλλιέργειά της έχει επεκταθεί στην πεδιάδα Huang-huai-haiplain, νότια του ποταμού Yangtze και στα βορειοανατολικά τμήματα της χώρας. Οι οργανισμοί οι οποίοι ασχολούνται με τη σιταρόβριζα στη χώρα είναι: The Institute of Crop Breeding and Cultivation, Crop Research Institute of Guizhou, Academy of Agricultural Sciences, Agricultural College of Xinjiang Shihezi University και το Northeast Agricultural University. Η όλη έρευνα συντονίζεται από το Ινστιτούτο CAAS (Crop Breeding and Cultivation: Ινστιτούτο Φυτικής Παραγωγής και Καλλιέργειας) το οποίο έχει συσταθεί το 1970 με στόχο την βελτίωση των ποικιλιών, τη μείωση του χρόνου ανάπτυξης και την προώθηση της σιταρόβριζας στην χώρα. Κάποιες από τις ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Κίνα είναι Triticale No.2, Triticale No.3, Zhongla No.1, Zhongxin No.1881, Zhongqin No.1 and No.2, Zhongsi No.1890, Zhongxin No.830, Jinsong No.49, Qianzhong No.3, Zhongsi No.237, με τις δυο τελευταίες να έχουν δημιουργηθεί το 1998.

7.5. ΓΑΛΛΙΑ

Η παραγωγή σιταρόβριζας στην Γαλλία ξεκίνησε στις αρχές του 1980. Καλλιεργείται κυρίως στο Massif, μια κεντρική ημιορεινή περιοχή της χώρας, στη Βρετάνη και στην

Pays de Loire. Η σιταρόβριζα στη Γαλλία χρησιμοποιείται για ζωοτροφή κυρίως. Οι εισαγωγές και οι εξαγωγές κινούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Κάποιες εταιρείες προσπάθησαν να διευρύνουν τη χρήση της και στην ανθρώπινη διατροφή χωρίς όμως ιδιαίτερα αποτελέσματα (Mergoum κ.ά. 2004).

Το National Institute for Agricultural Research ήταν το πρώτο που άρχισε να ασχολείται με την σιταρόβριζα. Το 1983 καταχώρησε την πρώτη Γαλλική ποικιλία με το όνομα Clercal στον επίσημο κατάλογο. Κάποιες από τις ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα είναι οι Indian, Kortego, Tricolor, Galtjo, Trimaran, Ampiac, CarnacTridel, Zeus , Rotégo.

7.6. ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Οι πρώτες ποικιλίες χειμερινού τύπου σιταρόβριζας καταχωρήθηκαν το 1986 και ήταν ξένης προέλευσης. Σε λιγότερο από 20 χρόνια η καλλιέργεια σιταρόβριζας είχε εξελιχθεί σε μια πολύ σημαντική καλλιέργεια στην Γερμανία. Έως την δεκαετία του 1980 οι έρευνες είχαν αφιερωθεί κυρίως στην κυτταρογενετική και φυσιολογική έρευνα καθώς και την παραγωγή και τη μελέτη της πρωτογενούς σιταρόβριζας. Το γενετικό υλικό, που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα προήλθε από τον Καναδά, την Γαλλία, το Μεξικό και την Πολωνία (Mergoum κ.ά. 2004).

Από τη συνολική παραγωγή σχεδόν το 95% χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, περίπου το 3% για σποροπαραγωγή, το 2% για εξαγωγές και το 1% στη ζυθοποιία. Από επίσημες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στη χώρα δεν προκύπτει η χρήση της στην ανθρώπινη διατροφή. Από τις ζωοτροφές περίπου τα δυο τρίτα καταναλώνονται απ' τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και το ένα τρίτο διοχετεύεται στο εμπόριο ως μείγμα ζωοτροφών. Δυο ινστιτούτα ασχολούνται με την παραγωγή της σιταρόβριζας. Το Ομοσπονδιακό Κέντρο Έρευνας και Αναπαραγωγής για τα καλλιεργούμενα φυτά Gross Luesewitz, και το State Plant Breeding Institute, University of Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim. Οι έρευνες των ινστιτούτων ουσιαστικά αυτοχρηματοδοτούνται, όμως εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό και από ιδιώτες λόγω των περικοπών που έχουν γίνει στη χώρα τα τελευταία χρόνια (Mergoum κ.ά. 2004).

7.7. ΟΥΓΓΑΡΙΑ

Η έρευνα για την καλλιέργεια σιταρόβριζας ξεκίνησε το 1952 από τον Kiss και Redei. Στις αρχές του 1960 ο Kiss διασταυρώνοντας οκταπλοειδείς με εξαπλοειδείς γραμμές σιταρόβριζας είχε δημιουργήσει τους δευτεροειδείς εξαπλοειδείς πληθυσμούς T30, T57, T64. Έδωσε αυτή την ονομασία επειδή προέρχονταν από διασταυρώσεις πρωτογενών εξαπλοειδών με οκταπλοειδείς γραμμές. Αμέσως ξεκίνησαν οι δοκιμές σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με αμμώδη εδάφη (Kiss 1966, Kiss και Kiss 1981). Στην πραγματικότητα οι ουγγρικές ποικιλίες T57 και T64 ήταν οι πρώτες ποικιλίες που κυκλοφόρησαν παγκοσμίως για εμπορική χρήση (Zillinsky 1985).

Παρά όμως τις πολύ επιτυχημένες μελέτες αναπαραγωγής της σιταρόβριζας το 1970, το Ουγγρικό Υπουργείο Γεωργίας αποφάσισε τον τερματισμό αυτών των ερευνών για την επέκταση της καλλιέργειας της με την πρόφαση ότι η παραγωγή σιταριού ήταν πολύ πιο αποδοτική απ' αυτή. Έτσι, το 1970 η ποικιλία νάνος Bokolo του Kiss κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στην Γερμανία. Με βάση αυτή την απόφαση ο Kiss αναγκάστηκε να δωρίσει όλη του την έρευνα και τα αποτελέσματα αυτής στους πολωνούς επιστήμονες (Mergoumκ.ά. 2004). Από τότε η καλλιέργεια της σιταρόβριζας στην Πολωνία ενισχύθηκε σημαντικά. Πολωνοί επιστήμονες κατέβαλαν τεράστια προσπάθεια για τη βελτίωση της σιταρόβριζας ως προς την ανθεκτικότητά της σε αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες και κυρίως στον παγετό. Τα τελευταία χρόνια μόνο πολωνικές ποικιλίες έχουν χρησιμοποιηθεί στην Ουγγαρία όπως οι Presto, Bogó, Marko, Lamberto και Kitaro. Τρία είναι τα προγράμματα αναπαραγωγής της σιταρόβριζας στην Ουγγαρία: Το Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, το Agricultural Research Station of the University of Debrecen και το Cereal Research Non Profit Co. Η σποροπαραγωγή πιστοποιημένων σπόρων γίνεται από ιδιωτικές εταιρείες και αγροκτήματα. Παράγονται 10.000 τόνοι /έτος πιστοποιημένοι σπόροι ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της χώρας.

8. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

Τα πιο σημαντικά θρεπτικά γνωρίσματα της σιταρόβριζας είναι η περιεκτικότητα της σε άμυλο και η περιεκτικότητα και ποσότητα σε πρωτεΐνη. Πολλές είναι οι μελέτες οι οποίες έχουν αποδείξει ότι η θρεπτική αξία της σιταρόβριζας είναι παρόμοια μ' αυτή του σιταριού. Σε γενικές γραμμές η σιταρόβριζα έχει χαμηλότερα ποσοστά συγκέντρωσης σε λυσίνη και νιασίνη σε σχέση με το σιτάρι. Αποτελεί καλή πηγή φωσφόρου και μαγνησίου και πολύ καλή πηγή μαγγανίου (Pattison 2014). Περιέχει βιταμίνες της ομάδας Β, κυρίως θειαμίνη και φυλλικό οξύ. Ωστόσο, αυτά τα υψηλά επίπεδα είναι πιθανό να οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνη. Τέλος, οι συγκεντρώσεις των αμινοξέων βρίσκονται σε παρόμοια επίπεδα μ' αυτά του σιταριού.

Οι Villegas κ.ά. (1968) μελέτησαν την ποιότητα της πρωτεΐνης σε αρουραίους και βρήκαν ότι η πεπτικότητά της είναι παρόμοια με αυτή του σιταριού, ενώ η βιολογική της αξία είναι 10% υψηλότερη. Όπως συμβαίνει και με το σιτάρι, η λυσίνη είναι το περιοριστικό στοιχείο στη σιταρόβριζα. Σε επόμενες μελέτες, που πραγματοποιήθηκαν και πάλι σε αρουραίους, καθιερώθηκε η ακόλουθη αλληλουχία των περιοριστικών αμινοξέων: Λυσίνη, Θρεονίνη, Μεθειονίνη και Βαλίνη (Heger 1990).

Αντίστοιχες μελέτες σε μικρότερο, όμως βαθμό έχουν γίνει και σε ανθρώπους. Ένας αριθμός ατόμων τρεφόταν με ψωμάκια από αλεύρι σίτου, ενώ ένας άλλος με ψωμάκια από αλεύρι σιταρόβριζας. Σε επίπεδο πρόσληψης πρωτεΐνης, 4 g N/ημέρα οδήγησε σε απώλεια του N στο σώμα - 0,62 g N/ημέρα για το σιτάρι και 0,44 g N/ημέρα στη σιταρόβριζα. Με βάση τα παραπάνω, βγήκε το συμπέρασμα πως η βιολογική αξία της σιταρόβριζας είναι ανώτερη απ' αυτή του σίτου (Firdous 2020).

Πίνακας 4: Συγκριτικός πίνακας θρεπτικών στοιχείων Σιταρόβριζας , Καλαμποκιού και Σιταριού (Πηγή:Ergomix.com).

Θρεπτικό συστατικό	Σιταρόβριζα	Καλαμπόκι	Σιτάρι
Ακατέργαστη πρωτεΐνη %	12,5	8,3	11,5
Λυσίνη %	0,39	0,26	0,3
Ακατέργαστες φυτικές ίνες %	2,8	2,5	2,4
Λιπαρά %	1,8	3,9	1,9
Ασβέστιο %	0,5	0,03	0,04
Φώσφορος %	0,33	0,28	0,39
M.E Kcal	1450	1550	1500

ME= Μεταβολιζόμενη ενέργεια.

Όσον αφορά τις ζωοτροφές, όπου και χρησιμοποιείται κυρίως η σιταρόβριζα, η τελευταία παρουσίασε καλύτερα διατροφικά αποτελέσματα από άλλα δημητριακά σε βοοειδή, πρόβατα και χοίρους. Τέλος, η σιταρόβριζα περιέχει Κάλιο, Ασβέστιο, Φώσφορο και Μαγγάνιο σε υψηλότερες ποσότητες απ'ότι το σιτάρι και περιέχει υψηλές ποσότητες Σιδήρου, Νατρίου, και Ψευδαργύρου. Η περιεκτικότητά της σε βιταμίνες, και συγκεκριμένα Βιοτίνη, Φολλικό οξύ και Β6, υπερτερεί έναντι του σίτου, όμως έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Θειαμίνη, Ριβοφλαβίνη και Παντοθειικό οξύ από το σιτάρι (Firdous 2020).

9. ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Η αρτοποιητική ικανότητα και απόδοση της σιταρόβριζας είναι χαμηλότερες από το σιτάρι. Η χαμηλή απόδοση οφείλεται στο επίμηκες σχήμα του κόκκου στην υψηλότερη σχέση μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας και του όγκου του κόκκου αλλά και στο μαλακό ενδοσπέρμιο. Στο ενδοσπέρμιο οι κόκκοι αμύλου βρίσκονται με τη μορφή μορίων πρωτεΐνης. Κατά τη διάρκεια της αλέσεως ένα ποσοστό κόκκων αμύλου καταστρέφεται επηρεάζοντας έτσι τις ιδιότητες του αλεύρου και τροποποιεί την ικανότητα ενυδάτωσης του, καθώς απορροφούν τρεις φορές περισσότερη υγρασία από εκείνο το άμυλο που

βρίσκεται στους άθικτους κόκκους (Bushuk 1998). Ως αποτέλεσμα η ζύμη χάνει την συνοχή της και γίνεται κολλώδης. Οι Barrera κ.ά. (2007) αναφέρουν ότι τα κατεστραμμένα επίπεδα αμύλου πάνω από 10% οδηγούν σε κακή αρτοποιητική ικανότητα. Στο σιτάρι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας των αλεύρων σε πρωτεΐνες και γλουτών. Αυτή η συσχέτιση είναι πολύ μικρότερη στη σιταρόβριζα επειδή μέρος των πρωτεϊνών του προέρχεται από τη βρίζα και έχει μικρότερη ικανότητα σχηματισμού γλουτένης (Skonmand κ.ά. 1984). Ομοίως, υπάρχουν σειρές σιταρόβριζας οι οποίες παράγουν άλευρα με περιεκτικότητα σε γλουτένη παρόμοια με τα καλύτερα σιτηρά, η οποία δεν δεν συνεπάγεται καλή απόδοση στο ψήσιμο (CIMMYT 1980). Πιθανώς, η υψηλή δραστηριότητα α-αμυλάσης και οι σεκαλίνες από τη βρίζα αποτελούν τους περιοριστικούς παράγοντες για την παραγωγή καλού ψωμιού με αλεύρι σιταρόβριζας (Varughese κ.ά. 1996).

10. ΑΓΡΟΚΟΜΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

10.1. ΑΠΟΔΟΣΗ

Με τον όρο απόδοση εννοείται η συνολική έκφραση των περισσότερων φυσιολογικών χαρακτηριστικών ενός φυτού μετά από αλληλεπίδραση με το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται. Στην ουσία εννοείται η παραγωγικότητα και αποτελεί ένα πολύ σπουδαίο γνώρισμα. Οι δυο καθοριστικοί παράγοντες για την απόδοση είναι ο αριθμός των κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας και το βάρος κάθε κόκκου. Οι υψηλές αποδόσεις οφείλονται στην ανάπτυξη του βέλτιστου αριθμού των αδελφιών αλλά και της φυλλικής επιφάνειας που επηρεάζει θετικά τον αριθμό και το μέγεθος των σχηματιζόμενων στο φυτό στάχων και κόκκων (Παπακώστα 2020). Είναι, όμως, γενικά αποδεκτό ότι η απόδοση έχει να κάνει με τον αριθμό των παραγόμενων κόκκων ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας και σε λιγότερο βαθμό με το βάρος τους. Σε περίπτωση όμως, που είναι επιθυμητό να συγκριθούν ποικιλίες τότε πρέπει να ληφθεί υπόψη και το βάρος τους.

10.2. ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ

Το βάρος των σπόρων αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά της απόδοσης. Επηρεάζεται από γενετικούς αλλά και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ανάπτυξη και το τελικό ατομικό βάρος των σπόρων εξαρτάται από το σταχύδιο και τη θέση του ανθιδίου από το οποίο σχηματίζεται (Kirby 1974). Οι σπόροι που σχηματίζονται στα κεντρικά σταχύδια και στα κεντρικά ανθίδια των σταχυδίων είναι συνήθως μεγαλύτεροι. Το βάρος 1000 σπόρων δείχνει την καλή και φυσιολογική ανάπτυξη των σπόρων και επομένως και την ισορροπία των χημικών συστατικών τους (Παπακώστα 2020).

10.3. ΥΨΟΣ

Το ύψος των φυτών της σιταρόβριζας, όπως και στα υπόλοιπα σιτηρά, είναι ένα πολυγονιδιακό γνώρισμα. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή παίζουν πολύ σημαντικό ρολό στη διαμόρφωση του ύψους των φυτών. Το μειωμένο ύψος έχει άμεση σχέση και με την ανθεκτικότητά τους στο πλάγιασμα, με άμεσο αντίκτυπο και στο δείκτη συγκομιδής. Σε μελέτες τα γονίδια του κοινού σιταριού Rh+12 και Rht-B1b (Reduced height) σε εξαπλοειδείς σειρές σιταρόβριζας (AABBRR), ώστε να γίνει κατανοητή η επίδρασή τους στο ύψος των φυτών. Το αποτέλεσμα έδειξε ότι τα γονίδια αυτά μείωσαν τα ύψη των φυτών της σιταρόβριζας κατά 37,7% και 29,9% αντίστοιχα (Mergoum 2009). Τόσο το Rh+12 όσο και το Rht-B1b είχαν σημαντικές επιδράσεις στο μήκος, τη διάμετρο και το πάχος του βασικού στελέχους, γεγονός που μπορεί να μειώσει σημαντικά την αντίσταση των φυτών στις καταπονήσεις από το πλάγιασμα. Επιπλέον, ο καθαρός ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυξήθηκε κατά 28,7%. Τέλος, το μειωμένο ύψος αυξάνει και το δείκτη συγκομιδής.

10.4. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

Η ποιότητα των κόκκων καθορίζεται από την περιεκτικότητά τους σε οργανικές ενώσεις, ανόργανα άλατα, βιταμίνες, αντιοξειδωτικά κ.ά.. Τα ποιοτικά γνωρίσματα των νεότερων ποικιλιών σιταρόβριζας διαφέρουν πολύ από τα αντίστοιχα στις παλαιότερες σειρές. Η μέση περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη των νεότερων ποικιλιών είναι 17% ενώ των

παλαιότερων ήταν 13%. Οι βελτιωτές, όχι μόνο αύξησαν την απόδοση σε πρωτεΐνη και άμυλο, αλλά βελτίωσαν και την ποιότητά τους (Bishnoi κ.ά. 1979).

Η σύσταση των πρωτεϊνών που περιέχει η σιταρόβριζα είναι ενδιάμεση μεταξύ του σιταριού και της βρίζας. Από τα αμινοξέα, η λυσίνη βρίσκεται σε υψηλότερη αναλογία απ' ό τι στο σιτάρι, αλλά εξακολουθεί να υπολείπεται της ανεκτής περιεκτικότητας, όπως αυτή καθορίζεται από τον FAO (Biel κ.ά. 2020). Τα άλλα αμινοξέα δεν παρουσιάζουν ουσιώδεις διαφορές σε περιεκτικότητα από τους δύο γονείς. Από τους υδατάνθρακες, το άμυλο βρίσκεται σε περιεκτικότητα 53.4-62.6% του ξηρού βάρους του καρπού και αποτελείται κατά 29% από αμυλόζη. Παρατηρείται μια αυξημένη περιεκτικότητα σε αναγωγικά ζάχαρα συγκριτικά και με τους δύο γονείς, πιθανότατα λόγω της υψηλής περιεκτικότητας της α-αμυλάσης στους καρπούς (www.Botanicalonline.com).

Η περιεκτικότητα των κόκκων της σιταρόβριζας σε λιπαρά οξέα δεν διαφέρει ουσιαστικά από την αντίστοιχη του σιταριού. Η σιταρόβριζα περιέχει κάπως λιγότερο στεατικό, αλλά ελαφρώς περισσότερο λινολενικό οξύ από το σιτάρι. Επίσης, η περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι ελαφρώς υψηλότερη στην σιταρόβριζα. Η περιεκτικότητα σε βιταμίνες μοιάζει με εκείνη του σιταριού και είναι καλύτερη από της βρίζας, με εξαίρεση τις σημαντικά χαμηλότερες τιμές νιασίνης στη σιταρόβριζα. Τέλος, έχει υψηλότερες αναλογίες φωσφόρου και μαγνησίου, όπως επίσης και ορισμένων ιχνοστοιχείων, από το σιτάρι και τη βρίζα (www.Gaia επιχειρείν.gr).

10.5. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΗ

Η ποιότητα των κόκκων καθορίζεται από την περιεκτικότητά τους σε οργανικές ενώσεις, ανόργανα άλατα, βιταμίνες, αντιοξειδωτικά και άλλες ουσίες (Yan Li κ.ά. 2011). Η πρωτεΐνη είναι ένα από τα σημαντικότερα χημικά συστατικά του κόκκου και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την θρεπτική αξία και την ποιότητα της σιταρόβριζας. Η κάθε ποικιλία παρουσιάζει διακύμανση της περιεκτικότητάς της σε πρωτεΐνη λόγω των συνθηκών καλλιέργειας, στις οποίες περιλαμβάνονται οι κλιματικές διακυμάνσεις. Οι πρωτεΐνες χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: Τις αλβουμίνες, τις γλοβουλίνες, τις γλιαδίνες και τις γλουτενίνες. Η γλουτενίνη και η γλιαδίνη αποτελούν μέρη της γλουτένης, που αποτελεί το 85% της πρωτεΐνης του αλεύρου (Biel κ.ά. 2020). Το μόνο συστατικό, που διαδραματίζει τον κυριότερο ρόλο στην συνοχή της ζύμης είναι οι

πρωτεΐνη και κυρίως η γλουτένη. Η περιεκτικότητα της σιταρόβριζας σε πρωτεΐνη κυμαίνεται 10%-20% επί ξηρού βάρους και τοποθετείται περίπου ενδιάμεσα, σε σχέση με την βρίζα και το σιτάρι. Σε παγκόσμια κλίμακα, η μέση περιεκτικότητα της σε πρωτεΐνη είναι χαμηλότερη σε σχέση με το σιτάρι. Σύμφωνα με τους Heger και Eddum (1991) η σιταρόβριζα παράγει μεγαλύτερη ποσότητα εύπεπτης πρωτεΐνης ανά εκτάριο καλλιέργειας λόγω της υψηλότερης απόδοσης και της υψηλότερης περιεκτικότητάς της σε λυσίνη. Ωστόσο, η διαφορά μεταξύ αλεύρου σίτου και σιταρόβριζας είναι ελάχιστη. Γενικά οι λευκωματίνη και η σφαιρίνη παράγονται στις αρχές του σταδίου γεμίσματος των κόκκων ενώ με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα σχηματισμού της προλαμίνης και της γλουτενίνης αυξάνεται. Ταυτόχρονα, το υψηλότερο ποσοστό μοριακού βάρους της πρωτεΐνης παρατηρείται όταν οι κόκκοι πλησιάζουν προς την ωρίμανση (Perezκ.ά.. 2004).

10.6. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΓΛΟΥΤΕΝΗ

Είναι γνωστό ότι η ποιότητα του αρτοποιήσιμου σιτάλευρου εξαρτάται από την ποσότητα και την ποιότητα των πρωτεϊνών της γλουτένης. Η γλουτένη είναι ένα σύμπλεγμα πρωτεΐνης -λιπιδίων-υδατανθράκων που σχηματίζεται ως αποτέλεσμα των ειδικών ομοιοπολικών και μη ομοιοπολικών αλληλεπιδράσεων από τα συστατικά του αλεύρου κατά την διάρκεια της παρασκευής της ζύμης, καθώς τα συστατικά ενυδατώνονται και παρέχεται ενέργεια από την μηχανική εισροή της διεργασίας ανάμιξης (Pattisonκ.ά. 2014). Η σιταρόβριζα περιέχει περισσότερη γλουτένη από το ρύζι αλλά λιγότερη από το σιτάρι. Η ποιότητα της γλουτένης καθορίζει την καλή ή όχι αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου. Η ποιότητα της γλουτένης του αλεύρου της σιταρόβριζας είναι χαμηλή και γι' αυτό το λόγο δεν έχει καλή αρτοποιητική ικανότητα, αν και περιέχει πολλά θρεπτικά συστατικά (Kuktaitè 2004).

Αν και η γλουτένη αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα στον κλάδο της αρτοποιίας, ωστόσο προκαλεί κάποιες διαταραχές στον άνθρωπο. Οι πιο συνήθεις είναι η κοιλιοκάκη, μία αυτοάνοση διαταραχή, που προσβάλλει το έντερο, η αλλεργία στο σιτάρι (άσθμα του αρτοποιού), μία ανεπιθύμητη ανοσολογική αντίδραση ενάντια στις πρωτεΐνες του σιταριού και η δυσανεξία στη γλουτένη (Call κ.ά. 2020).

10.7. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΜΥΛΟ

Οι κόκκοι της σιταρόβριζας αποθηκεύουν ενέργεια με την μορφή αμύλου, που καταλαμβάνει το 60-75% του βάρους του κόκκου και εξαρτάται από την ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας στον αγρό. Το άμυλο σε γενικές γραμμές απαντάται σε κοκκώδη μορφή που του επιτρέπει να συμπιέζεται, είναι αδιάλυτο στο νερό, ενώ έχει ενζυματική δράση πριν από την βλάστηση (Leonk.ά. 2008). Χημικώς ανήκει στους πολυσακχαρίτες. Αποτελείται από δεκάδες χιλιάδες μόρια γλυκόζης, που ενώνονται με τον αποκαλούμενο «γλυκοζιτικό δεσμό» και σχηματίζουν σπειροειδή και διακλαδισμένη αλυσίδα. Περιλαμβάνουν την αμυλόζη (πολλά μόρια γλυκόζης σε γραμμική διάταξη), σε ποσοστό 20-25%, και την αμυλοπηκτίνη (πολλά μόρια γλυκόζης σε διακλαδισμένη διάταξη), σε ποσοστό 75-80%. Μια από τις κυριότερες ιδιότητες του αμύλου είναι η ζελατινοποίηση, όπου ένα αιώρημα αμύλου, όταν θερμανθεί σε νερό ορισμένης θερμοκρασίας (56-60 °C), το νερό εισδύει στα μόρια της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης με αποτέλεσμα την απότομη αύξηση του ιξώδους και τη μετατροπή του αιωρήματος σε γέλη (gel). Το φαινόμενο αυτό έχει σημασία στην αρτοποιία, διότι κατά το ψήσιμο (ειδικότερα στα πρώτα στάδια του κλιβανισμού) το άμυλο ζελατινοποιείται (Leonk.ά. 2008). Το τροποποιημένο άμυλο, που δεν είναι γενετικά τροποποιημένο τρόφιμο, προέρχεται από επεξεργασία του αρχικού αμύλου είτε με φυσικές είτε με ενζυματικές είτε με χημικές μεθόδους, με στόχο την αλλαγή των ιδιοτήτων της αρχικής πρώτης ύλης. Το τροποποιημένο άμυλο χρησιμοποιείται σχεδόν εξ ίσου με το αρχικό σε πολλές εφαρμογές, ως παράγοντας διόγκωσης, ως σταθεροποιητής ή γαλακτωματοποιητής. Χρησιμοποιείται, επίσης, σε φαρμακευτικά σκευάσματα ως έκδοχο, κυρίως σε δισκία ή ταμπλέτες, και ως παράγοντας δέσμευσης σε τύπους χαρτιού με ειδικές επικαλύψεις (Leonk.ά. 2008).

10.8. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η περιεκτικότητα σε υγρασία του σπόρου (mc) είναι η ποσότητα νερού που υπάρχει στον σπόρο και συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό. Η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι η πιο ζωτική παράμετρος, η οποία επηρεάζει την ποιότητα τους και τη διάρκεια

αποθήκευσης τους. Η περιεκτικότητα σε υγρασία των σπόρων συνδέεται στενά με πολλές πτυχές της ποιότητας τους. Για παράδειγμα, σχετίζεται με την ωριμότητα των σπόρων, τον βέλτιστο χρόνο συγκομιδής, τις μηχανικές βλάβες, την τεχνητή ξήρανση των σπόρων, τη μακροζωία των σπόρων και τη μόλυνση από έντομα και παθογόνα (www.GRDC.com). Υπάρχουν ποικίλες μέθοδοι για τον προσδιορισμό της υγρασίας και δεδομένου ότι η τελευταία επηρεάζει πολλές φυσιολογικές παραμέτρους της ζωής ενός φυτού, η επιλογή της καλύτερης μεθόδου εξαρτάται από χημική σύνθεση και τη δομή των σπόρων, το επίπεδο περιεκτικότητας σε υγρασία, τον απαιτούμενο βαθμό ακρίβειας και τους περιορισμούς χρόνου, τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης και κόστους (www.GRDC.com).

10.9. ΕΚΑΤΟΛΙΤΡΙΚΟ ΒΑΡΟΣ

Το εκατολιτρικό βάρος είναι το βάρος σε χιλιόγραμμα που αντιστοιχεί σε κόκκους σιταριού όγκου εκατό λίτρων. Αποτελεί ένα μέγεθος με το οποίο μετράται το πόσο καλά έχει γεμίσει ο κόκκος, αφού οι πολύ συρρικνωμένοι σπόροι έχουν χαμηλό εκατολιτρικό βάρος (Gogas 2009). Οι συχνοί χειρισμοί και μεταφορές μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα να γίνουν οι κόκκοι πιο λείοι και να αυξηθεί το εκατολιτρικό βάρος. Κόκκοι διαβρωμένοι από τις υπάρχουσες καιρικές συνθήκες με ανώμαλη επιφάνεια μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση του εκατολιτρικού βάρους. Το μέγεθος των κόκκων έχει μικρή ή καθόλου επίδραση στο εκατολιτρικό βάρος, ενώ το σχήμα και η ομοιομορφία του μεγέθους αποτελούν σημαντικούς παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν το εκατολιτρικό βάρος, γιατί επιδρούν στον τρόπο με τον οποίο είναι προσανατολισμένοι οι κόκκοι στον χώρο (Gogas 2009). Επίσης το ειδικό βάρος, η βιολογική δομή αλλά και η χημική σύσταση των κόκκων επηρεάζουν σημαντικά το εκατολιτρικό βάρος αλλά και η υγρασία. Η πυκνότητα της μάζας ελαττώνεται όσο η περιεκτικότητα της υγρασίας αυξάνεται σε ποσοστό πάνω του 12%. Τέλος, το εκατολιτρικό βάρος επηρεάζεται, και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο του γεμίσματος του κόκκου.

10.10. ΤΙΜΗ ΚΑΘΪΖΗΣΗΣ (ZELENY TEST)

Η τιμή καθίζησης σύμφωνα με τον Zeleny (τιμή Zeleny) περιγράφει τον βαθμό καθίζησης του αλεύρου που εναιωρείται σε διάλυμα γαλακτικού οξέος κατά τη διάρκεια ενός τυπικού χρονικού διαστήματος. Ο βαθμός αυτός λαμβάνεται ως μέσο μετρήσεως της δύναμης της γλουτένης και ως μέτρο της αρτοποιητικής ικανότητας του αλεύρου (Hrušková και Faměra 2003). Η υψηλότερη περιεκτικότητα και ποιότητα σε γλουτένη έχει ως αποτέλεσμα τη βραδύτερη καθίζηση και την υψηλότερη τιμή δοκιμής Zeleny. Για τη μέτρηση της αρκούν μικρές ποσότητες δείγματος σπόρου και αυτό αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα για τους βελτιωτές που συχνά έχουν στην διάθεσή τους μικρές ποσότητες δειγμάτων σπόρων (Gogas 2009)

11. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

11.1. ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

Η **φωτοσύνθεση** είναι ίσως η πιο σημαντική βιοχημική διαδικασία στον πλανήτη. Αυτή η δυνατότητα των πράσινων τμημάτων του φυτού να φωτοσυνθέτουν είναι η προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής στην γη. Φωτοσύνθεση είναι η διαδικασία με την οποία οι αυτότροφοι οργανισμοί χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια, για να παράγουν υδατάνθρακες και οξυγόνο από διοξείδιο του άνθρακα και νερό (Παπαθανασίου 2021). Στα περισσότερα φυτά η φωτοσύνθεση λαμβάνει χώρα στα φύλλα και στους χλωροπλάστες. Η φωτοσύνθεση είναι μια οξειδοαναγωγική διαδικασία. Μόρια νερού διασπώνται και ηλεκτρόνια και ιόντα H^+ απομακρύνονται, αφήνοντας αέριο O_2 . Αυτά τα ηλεκτρόνια και ιόντα H^+ μεταφέρονται στο CO_2 , παράγοντας υδατάνθρακες (Παπαθανασίου 2021).

Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης επηρεάζεται από την ένταση του φωτός, τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα, το νερό, τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα διαφόρων ορυκτών στοιχείων. Η χλωροφύλλη, η οποία βρίσκεται εκεί είναι υπεύθυνη για το πράσινο χρώμα των φωτοσυνθετικών μερών του φυτού.

Ο συνοπτικός χημικός της τύπος είναι:



και δείχνει ότι πρώτα διασπάται το νερό και μετά ανάγεται το διοξείδιο του άνθρακα σε υδαάνθρακες. Η πρώτη αντίδραση ονομάζεται αντίδραση φωτός και περιλαμβάνει την φωτόλυση του νερού. Η δεύτερη αντίδραση που συμπεριλαμβάνει την αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα είναι η αντίδραση σκότους. Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης περιλαμβάνει στην πραγματικότητα πολυάριθμες αντιδράσεις που καταλύονται από ένζυμα (οργανικούς καταλύτες). Οι αντιδράσεις αυτές λαμβάνουν χώρα σε δύο στάδια: το "φωτεινό" στάδιο, που αποτελείται από φωτοχημικές αντιδράσεις (δηλαδή αντιδράσεις που δεσμεύουν το φως) και το "σκοτεινό" στάδιο, που περιλαμβάνει χημικές αντιδράσεις που ελέγχονται από ένζυμα. Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου (Bowyer κ.ά. 1997), η ενέργεια του φωτός απορροφάται και χρησιμοποιείται, για να οδηγήσει σε μια σειρά από μεταφορές ηλεκτρονίων, με αποτέλεσμα τη σύνθεση του ATP και του φωσφορικού δινουκλεοτιδικού αδενινίου της νικοτίνης (NADPH). Κατά τη διάρκεια του σκοτεινού σταδίου, το ATP και το NADPH που σχηματίζονται στις αντιδράσεις δέσμευσης του φωτός χρησιμοποιούνται για τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα σε οργανικές ενώσεις άνθρακα (Bowyer κ.ά. 1997). Αυτή η αφομοίωση του ανόργανου άνθρακα σε οργανικές ενώσεις ονομάζεται δέσμευση άνθρακα. Η χημική αυτή διαδικασία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή σχεδόν όλου του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα και για τη δέσμευση περίπου 10^{11} τόνων του διοξειδίου του άνθρακα σε οργανικές ενώσεις ετησίως από τα φυτά. Μόνο τα φυτά που περιέχουν χλωροφύλλη μπορούν με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας να φωτοσυνθέτουν, να είναι δηλαδή αυτότροφα (Bowyer κ.ά. 1997).

Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί σχετικά με το εάν η φωτοσύνθεση επηρεάζει την απόδοση με την απάντηση να είναι αμφιλεγόμενη. Η απόδοση των καλλιεργειών είναι προϊόν ολοκλήρου του συστήματος και των διεργασιών του και όχι μόνο της φωτοσύνθεσης. Η φωτοσύνθεση παρέχει ενέργεια από την οποία εξαρτάται ολόκληρο το σύστημα του φυτού. Αυτή η αλληλεπίδραση εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως η ανάπτυξη, η δομή και η αρχιτεκτονική των φύλλων. Ο Sinclair κ.ά. (2019) έχοντας στοιχεία από μακροχρόνιες έρευνες ισχυρίστηκε πως οι αυξημένες αποδόσεις δεν σχετίζονται με την αυξημένη φωτοσύνθεση. Για πολλές υπό μελέτη καλλιέργειες δεν υπήρξε αύξηση του ισοζυγίου του άνθρακα προς την μονάδα επιφάνειας των φύλλων.

Έτσι βγήκε το συμπέρασμα ότι η απόδοση ήταν αποτέλεσμα πολύπλευρων διαδικασιών και ότι η φωτοσύνθεση δεν είναι κρίσιμη μεταβλητή για την αύξηση της απόδοσης (Evans 1994, Boote και Sinclair 2006). Ένα όμως πρόσφατο άρθρο (Υσοπκ.ά. 2020) έρχεται σε αντίθεση υποστηρίζοντας ότι η υπερέκφραση της Rubisco στο ρύζι απέδωσε 28% αύξηση της απόδοσης και 11-23% αύξηση της βιομάζας.

Η πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι ερευνητές είναι το εάν ο αυξημένος αριθμός φωτοσύνθεσης οδηγεί στην ταχύτερη εξάντληση των υδάτινων πόρων. Η μοντελοποίηση των συστημάτων από τους Wu κ.ά. (2019) έδειξε ότι η αυξημένη φωτοσύνθεση βελτιώνει την αύξηση της βιομάζας στις αρχές της καλλιεργητικής περιόδου όταν το νερό βρίσκεται σε επάρκεια αλλά παράλληλα εξαντλεί τους υδάτινους πόρους μη αφήνοντας έτσι την καλλιέργεια περιθώριο στο να αναπτυχθεί με αποτέλεσμα να υπάρχει καθυστέρηση της ανάπτυξης. Αυτό επηρεάζει άμεσα την απόδοση σε όλα τα γεωργικά περιβάλλοντα εκτός από αυτά που είναι πλήρως ενυδατωμένα.

11.2. ΔΙΑΠΝΟΗ

Η διαπνοή είναι φυσιολογική διεργασία των φυτών. Αποτελεί τμήμα του κύκλου του νερού και συνίσταται στην αποβολή νερού υπό μορφή υδρατμών από τμήματα των φυτών. Η διαπνοή λαμβάνει χώρα κυρίως στα φύλλα, αλλά μπορεί να συμβαίνει, επίσης, τόσο στους πράσινους βλαστούς, όσο και στα άνθη. Η επιφάνεια των φύλλων, όταν παρατηρηθεί με μεγεθυντικό φακό ή μικροσκόπιο εμφανίζει μικρά ανοίγματα, υπό μορφή πόρων, τα οποία ονομάζονται στόματα και που τα περισσότερα βρίσκονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Τα στόματα μπορούν να ανοίγουν και να κλείνουν με τη βοήθεια ειδικών κυττάρων, τα οποία ονομάζονται καταφρακτικά κύτταρα. Η διαπνοή αποτελεί, επίσης, μηχανισμό αποβολής θερμότητας από το φυτό και παράλληλα επιτρέπει τη μεταφορά των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών από τη ρίζα στο βλαστό και στα φύλλα δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες διαφοράς πίεσης. Η διαπνοή μπορεί, επίσης, να γίνεται και με την αποβολή νερού υπό υγρή μορφή από υγιή φύλλα και βλαστούς, ενώ έρευνες έχουν καταδείξει ότι περίπου το 10% της ατμοσφαιρικής υγρασίας οφείλεται στην διαπνοή των φυτών.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την διαπνοή είναι (www.wikipedia.org):

1. Η θερμοκρασία: Ο ρυθμός της διαπνοής αυξάνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία περιβάλλοντος, ειδικά κατά την εποχή της ανάπτυξης του φυτού. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες προκαλούν το άνοιγμα των στομάτων από τα καταφρακτικά κύτταρα, ενώ αντίθετα οι χαμηλότερες προκαλούν το κλείσιμο των στομάτων. Η θερμοκρασία σε φυσικές συνθήκες - όχι σε συνθήκες θερμοκηπίου - επηρεάζεται από την ηλιοφάνεια και την έντασή της, εξ' ου και η συνάρτηση της διαπνοής από την γεωγραφική θέση και την εποχή (www.wikipedia.org).
2. Η σχετική υγρασία: Η ξηρή ατμόσφαιρα ευνοεί την εξάτμιση του νερού καθώς δεν είναι κορεσμένη από υδρατμούς. Συνεπώς όσο ξηρότερη είναι η ατμόσφαιρα τόσο πιο έντονη είναι η διαπνοή.
3. Άνεμοι και κινήσεις της ατμόσφαιρας: Όσο περισσότερο κινείται ο αέρας που περιβάλλει ένα φυτό τόσο πιο έντονη γίνεται η διαπνοή. Αυτό σχετίζεται με τον προηγούμενο παράγοντα, καθώς ακόμη και σε ξηρή ατμόσφαιρα, αν ο αέρας γύρω από το φυτό παραμένει ακίνητος, βαθμιαία κορεννύεται γύρω από αυτό. Αν όμως κινείται, ο κορεσμένος σε υδρατμούς αέρας απομακρύνεται από το φυτό και αντικαθίσταται από ξηρότερο (www.wikipedia.org).
4. Η υγρασία του εδάφους: Όταν υπάρχει έλλειψη νερού στο έδαφος, τα φυτά είναι πιθανόν να αρχίσουν να γερνούν πρόωρα, με συνέπεια να διαπνέουν λιγότερο (www.wikipedia.org). Σημαντικό ρόλο παίζει, επίσης, και ο τύπος του εδάφους (www.wikipedia.org): Αν το έδαφος τείνει να είναι πολύ συμπαγές με μικρούς πόρους ανάμεσα στα σωματίδια που το συγκροτούν (σκληρό χώμα) παρεμποδίζεται η ανάκτηση νερού από τις ρίζες του φυτού με συνέπεια την ανάλογη μείωση της διαπνοής.
5. Ο τύπος του φυτού: Τα διάφορα είδη φυτών διαπνέουν σε ποικίλους ρυθμούς. Μερικά φυτά που αναπτύσσονται σε σχεδόν τελείως ξηρές περιοχές, όπως είναι οι κάκτοι, αποθηκεύουν το διαθέσιμο νερό ελαττώνοντας σε μηδενικά σχεδόν επίπεδα την διαπνοή τους. Αντίθετα, φυτά που ζουν σε υγρές περιοχές διαπνέουν εντονότερα (www.wikipedia.org).
6. Η φάση ζωής του φυτού: Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ενός φυτού η διαπνοή από ένα φύλλο είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με το ίδιο το βάρος του: Ένα χωράφι με καλαμπόκι έκτασης μισού περίπου στρέμματος διαπνέει 11.000 - 15.000 λίτρα νερού ημερησίως, ενώ μια μεγάλη βαλανιδιά διαπνέει περίπου 150.000 λίτρα νερού ετησίως (μόνο 410 λίτρα ημερησίως).

11.3. ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CO₂

Τα φύλλα αποτελούν τη βασική διεπαφή με την ατμόσφαιρα. Στο εσωτερικό των φύλλων, τα κύτταρα του μεσόφυλλου καταναλώνουν CO₂ κατά τη διάρκεια της φωτοσυνθετικής αφομοίωσης και κατά συνέπεια, η συγκέντρωση CO₂ στο μεσοκυττάριο διάκενο είναι χαμηλότερη από ότι στον αέρα εκτός του φύλλου. Το CO₂ εισέρχεται στα φύλλα με διάχυση μέσω στοματικών πόρων στην επιφάνεια των φύλλων, οπότε ουσιαστικά δείχνει το υπόστρωμα CO₂ που είναι διαθέσιμο. Τα κύτταρα στο εσωτερικό των φύλλων είναι υγρά και τα στόματα επιτρέπουν τη διαφυγή των υδρατμών μέσω της διαπνοής. Αν και τα στόματα μπορούν να κλείσουν εάν η αφυδάτωση γίνει υπερβολική, η είσοδος CO₂ περιορίζεται επίσης από το κλείσιμο των στοματίων, μειώνοντας έτσι την διαπνοή (Zheng κ.ά. 2019).

Σε γενικές μετρήσεις ανταλλαγής αερίων η ενδοκυτταρική συγκέντρωση CO₂ υπολογίζεται από τη σχέση μεταξύ της εξόδου των υδρατμών και της εισόδου του CO₂ μέσω των στομάτων (Moss και Rawlins 1963). Αντ' αυτού, οι Sharkey κ. ά. (1982) μέτρησαν απευθείας την ενδοκυτταρική συγκέντρωση CO₂. Τοποθέτησαν αμφίστομα φύλλα (τα φύλλα με στόματα τόσο στην άνω όσο και στην κάτω επιφάνεια, που ονομάζονται αμφιστοματικά, είναι σχετικά σπάνια σε σύγκριση με τα υποστοματικά φύλλα με στόματα μόνο στην κάτω επιφάνεια. Η αμφιστοματοποίηση εμφανίζεται κυρίως σε ταχέως αναπτυσσόμενα ετήσια ποώδη φυτά και σε βραδέως αναπτυσσόμενους πολυετείς θάμνους και δέντρα) μεταξύ ενός θαλάμου και ενός ποτηριού και μέτρησαν τη συγκέντρωση CO₂ στο εσωτερικό του ποτηριού αφού είχε εξισορροπηθεί. Επειδή δεν υπάρχει καθαρή ανταλλαγή CO₂ με αυτού του είδους φυλλώματος, η συγκέντρωση CO₂ που μετράται στο κύπελλο θα είναι κοντά στη συγκέντρωση στο εσωτερικό του φύλλου. Πράγματι, οι τιμές της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης CO₂ ήταν ταυτόσημες με την υπολογισμένη τιμή CO₂ του φυλλώματος.

11.4. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Αν και το νερό είναι άφθονο στη Γη καλύπτοντας το 71% της συνολικής επιφάνειας η κατανομή του είναι δεν είναι ομοιόμορφη και μπορεί εύκολα να προκαλέσει

περιορισμούς στη διαθεσιμότητα της φυτικής παραγωγής. Σε παγκόσμιο επίπεδο οι περιορισμοί αυτοί παρατηρούνται εύκολα σε ξηρά κλίματα και μπορούν να εμφανιστούν και σε άλλες περιοχές οι οποίες δεν βιώνουν σήμερα ξηρασία, όπως προβλέπεται από την παγκόσμια αλλαγή του κλίματος (IPCC 2007). Οι επιδράσεις της απώλειας του νερού όσον αφορά τη βλάστηση πάνω στη γη είναι σημαντικά μεγαλύτερες από όλες τις άλλες απώλειες μαζί, οι οποίες είναι που προκαλούνται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Boyer 1985). Αυτή η εντυπωσιακή επίδραση του νερού στα φυτά προκύπτει από τη φυσιολογική του σημασία, καθώς αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα για την επιτυχή ανάπτυξη των φυτών που περιλαμβάνει τη φωτοσύνθεση και διάφορες άλλες βιοχημικές διεργασίες, όπως η σύνθεση ενεργειακών σύνθετων υλικών και νέων ιστών.

Η διαδικασία μεταφοράς νερού και αλάτων μέσω του αγγειακού ιστού των φυτών ονομάζεται αγωγιμότητα (www.wikipedia.org). Οι αγγειακές δεσμίδες του βλαστού, των ριζών και των φλεβών των φύλλων δημιουργούν ένα συνεχές σύστημα ιστών που είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά του νερού των θρεπτικών συστατικών και των αλάτων προς τα πάνω μέσω του ξυλώματος και προς τα κάτω μέσω του φλοιού. Η στοματική αγωγιμότητα είναι μία ιδιότητα των φυτών που σχετίζεται με την ευκολία την οποία διαρρέουν υδρατμοί από τα φύλλα των φυτών μέσα από τους μικρούς πόρους στα φύλλα, γνωστά ως στόματα. Η διαπνοή από την επιφάνεια των φύλλων δημιουργεί δυνάμεις απορρόφησης στα κύτταρα του μεσοφύλλου, οι οποίες μεταδίδονται μέσω του υδροδυναμικού συστήματος του φυτού στην επιφάνεια της ρίζας. Το νερό κινείται σε υγρή μορφή από το έδαφος προς τα κύτταρα των φύλλων μέσω των κυττάρων της ρίζας και του αγωγίμου συστήματος του ξυλώματος. Μετακινείται σε μορφή ατμού από τα κύτταρα των φύλλων στον αέρα μέσω των μεσοκυττάρων χώρων του φύλλου και των στοματικών ανοιγμάτων.

Η στοματική αγωγιμότητα διαδραματίζει ρόλο στην ανταλλαγή νερού μεταξύ φυτού και ατμόσφαιρας και γι' αυτό αποτελεί βασική παράμετρο σε πολλά οικολογικά μοντέλα. Είναι μία ιδιότητα των φυτών που έχει να κάνει με το πόσο εύκολα μπορούν και διαρρέουν οι υδρατμοί από τα φύλλα των φυτών μέσα από τους μικρούς πόρους στα φύλλα, γνωστά ως στόματα.

Επίσης, η διάχυση του διοξειδίου του άνθρακα στη μεσοφυλλική επιφάνεια των φύλλων προέρχεται κυρίως από το στοματικό άνοιγμα, το οποίο ελέγχεται από ένα πολύπλοκο

σύστημα των φυτών. Σχεδόν όλο το νερό που περιέχουν τα φυτά χάνεται μέσω των στομάτων (Ridge2005).

12. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

12.1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 12 εμπορικές ποικιλίες σιταρόβριζας, από τις οποίες οι τρεις έχουν δημιουργηθεί από το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης. Οι σειρές αυτές σπάρθηκαν τον Δεκέμβριο του 2021 στο Κεντρικό αγρόκτημα του ΕΛΓΟ Δήμητρα στη Θέρμη Θεσσαλονίκης και την ίδια μέρα πραγματοποιήθηκε και η βασική λίπανση. Δεν πραγματοποιήθηκε κάποια χημική καταπολέμηση ζιζανίων, καθώς δεν κρίθηκε απαραίτητο. Όσον αφορά τα γνωρίσματα των γενοτύπων περιγράφονται ως εξής:

Αλκμήνη: Αγανοφόρος ποικιλία, με δυνατό καλάμι, πολύ πρόιμη, με υψηλή σταθερή απόδοση, καλό γέμισμα σπόρου, κατάλληλη για αρτοποιία, πολύ καλή για ζωοτροφή, άριστη για βιοαέριο και κατάλληλη για ενσίρωση. Επίσης είναι ανθεκτική στο πλάγιασμα, στην ξηρασία, στο ψύχος και τις ασθένειες και με μεγάλη προσαρμοστικότητα στα φτωγά και όξινα εδάφη. Βάρος 1.000 κόκκων: 43±2.

Δάδα: Το ύψος στελέχους είναι περίπου 110cm. Άριστη ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, στο ψύχος και τις ασθένειες και με υψηλές και σταθερές αποδόσεις. Αδελφώνει μέτρια και έχει βάρος 1000 καρπών περίπου 35g. Ο σπόρος είναι μέτριου μεγέθους με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο, υψηλή απόδοση στο μύλο και καλή αρτοποιητική ικανότητα. Η απόδοση και η ποιότητα αυτής της ποικιλίας της σιταρόβριζας εκφράζονται καλύτερα στα ημιγόνιμα έως γόνιμα όλης της χώρας. Σπέρνεται πρώιμα με 18-20 κιλά σπόρου/στρέμμα. Βάρος 1000 κόκκων περίπου 38g.

Forricale: Ποικιλία προέλευσης Ισπανίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ενσίρωση όσο και για καρπό με υψηλή παραγωγή. Είναι ίσως η πρωιμότερη ποικιλία σιταρόβριζας. Ιδιαίτερα υψηλή με πλούσιο φύλλωμα και καλή ανθεκτικότητα στις ασθένειες και το πλάγιασμα.

Madraki: Δεν είναι εγγεγραμμένη ποικιλία και για το λόγο αυτό δεν υπάρχουν δεδομένα.

Oceania: Ποικιλία με μέτριο ύψος, πρώιμο ξεστάχυασμα, είναι κατάλληλη για σπορά και ενσίρωση, είναι ανθεκτική στο πλάγιασμα και παρουσιάζει μέτρια ανθεκτικότητα στο ωίδιο και τις σκωριάσεις.

Satiro: Ποικιλία με μέτριο ύψος, πρώιμο ξεστάχυασμα, είναι κατάλληλη για σπορά, ενσίρωση και βιομάζα με αρκετά μεγάλη απόδοση. Έχει υψηλή ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, στο ωίδιο, τις σκωριάσεις αλλά και στο ψύχος.

Scudo: Ποικιλία με δυνατό στέλεχος, μεσαίου ύψους, με καλή ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, το ψύχος την ξηρασία και με καλή ανθεκτικότητα σε μυκητολογικές ασθένειες. Είναι κατάλληλη για παραγωγή σπόρου, σανού και ενσιρώματος.

Sileno: Ποικιλία με ψηλό στέλεχος, είναι ανθεκτική στο πλάγιασμα, στο ψύχος, στο ωίδιο, ενώ είναι μέτρια ανθεκτική στη σεπτορίαση και παρουσιάζει καλή ανθεκτικότητα στη φουζαρίωση. Τέλος, έχει μεγάλη παραγωγικότητα σε βιομάζα παρουσιάζει καλή προσαρμογή σε διάφορα εδάφη και δίνει καλές αποδόσεις.

Θίσβη: Πρόκειται για αγανοφόρο ποικιλία σιταρόβριζας ψηλή με δυνατό καλάμι, μέτριο αδελφωμα, πολύ ανταγωνιστική με τα ζιζάνια και άλλα φυτικά είδη γενικότερα, με άριστη ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα και στο ψύχος. Δίνει πολύ καλές αποδόσεις και προσαρμόζεται καλύτερα από τις υπόλοιπες ποικιλίες σιταρόβριζας στα αμμώδη εδάφη. Ο σπόρος είναι μέτριου μεγέθους, γεμίζει ικανοποιητικά και είναι κατάλληλος για ψωμί και για κτηνοτροφία.

Titus: Ποικιλία με υψηλό στέλεχος, υψηλή ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα, το ψύχος και την ξηρασία. Ο σπόρος που παράγει είναι εξαιρετικής ποιότητας.

TT11: Δεν είναι εγγεγραμμένη ποικιλία και για το λόγο αυτό δεν υπάρχουν δεδομένα.

Αρήτη: Ποικιλία με εξαιρετική απόδοση βιομάζας, καλή παραγωγή καρπού, και καλή ανθεκτικότητα στις ασθένειες και στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Είναι ποικιλία με ψηλό στέλεχος και εξαιρετικό αδελφωμα. Δίνει σπόρο μεγάλο και μακρύ.

12.2. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ

Τα γνωρίσματα τα οποία μετρήθηκαν ήταν τα παρακάτω:

1. Πρώιμη ανάπτυξη(cm): ως το ύψος των φυτών από το έδαφος έως την κορυφή του τελευταίου φύλλου.

2. Ημέρες έως την έναρξη της άνθησης: ως ο αριθμός των ημερών από τη σπορά έως την έναρξη της άνθησης.
3. Ύψος ωρίμανσης (cm): Για τη μέτρηση του ύψους των φυτών χρησιμοποιήθηκε ραβδόμετρο, έγιναν 12 μετρήσεις από κάθε Block επί τρεις επαναλήψεις και τέλος υπολογίστηκε ο μέσος όρος.
4. Πλάγιασμα: Κλίμακα από 0 (κανένα πλαγιασμένο φυτό) έως 9 όλα τα φυτά πλαγιασμένα)
5. Ευπάθεια στην κίτρινη σκωρίαση: Κλίμακα από 0 (κανένα προσβεβλημένο φυτό) έως 9 όλα τα φυτά προσβεβλημένα)
6. Απόδοση (g): Η απόδοση υπολογίστηκε ζυγίζοντας συνολικά το σπόρο από όλα τα στάχυα του κάθε γενοτύπου χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας.
7. Βάρος χιλίων κόκκων (g): Για την μέτρηση των χιλίων σπόρων χρησιμοποιήθηκε το όργανο μέτρησης σπόρων ContadorPfeuffer (εικόνα 5).
8. Εκατολιτρικό βάρος: Για την μέτρηση του εκατολιτρικού χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας και ένας εκατολιτρικός σωλήνας.
9. Ποιοτικά γνωρίσματα : Για να μετρηθεί η πρωτεΐνη, η υγρασία, το άμυλο, η υγρή γλουτένη και η τιμή καθίζησης χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό όργανο αυτόματης ανάλυσης σπόρων (Εικόνα 6) NIR Infratec 1241 Grain analyzer (FossDenmark) το οποίο υπάρχει στο εργαστήριο βοτανικής του Πανεπιστημίου και έχει το πλεονέκτημα να υπολογίζει τα γνωρίσματα τα οποία ενδιαφέρουν ακόμη και σε μικρά δείγματα και χωρίς να καταστρέφεται ο σπόρος. Η μέτρηση έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.



Εικόνα 5. Όργανο μέτρησης σπόρων contadorpfeuffer. Πηγή: contadorpfeuffer.



Εικόνα 6. Όργανο αυτόματης ανάλυσης σπόρων NIR Infratec 1241.(Foss–Infratec).

10. Φυσιολογικά γνωρίσματα

Για τη μέτρηση της χλωροφύλλης, χρησιμοποιήθηκε το Chlorophyll I Meter SPAD-502Plus, KonicaMinolta (Εικόνα 7), σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.



Εικόνα 7. Όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης (KonicaMinoltaeu).

Οι τιμές του φθορισμού μετρήθηκαν με τη βοήθεια του οργάνου fluorescencemeterosp+ optisciences, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Όργανο μέτρησης φθορισμού fluorescencemeterosp+ (Agriexpo).

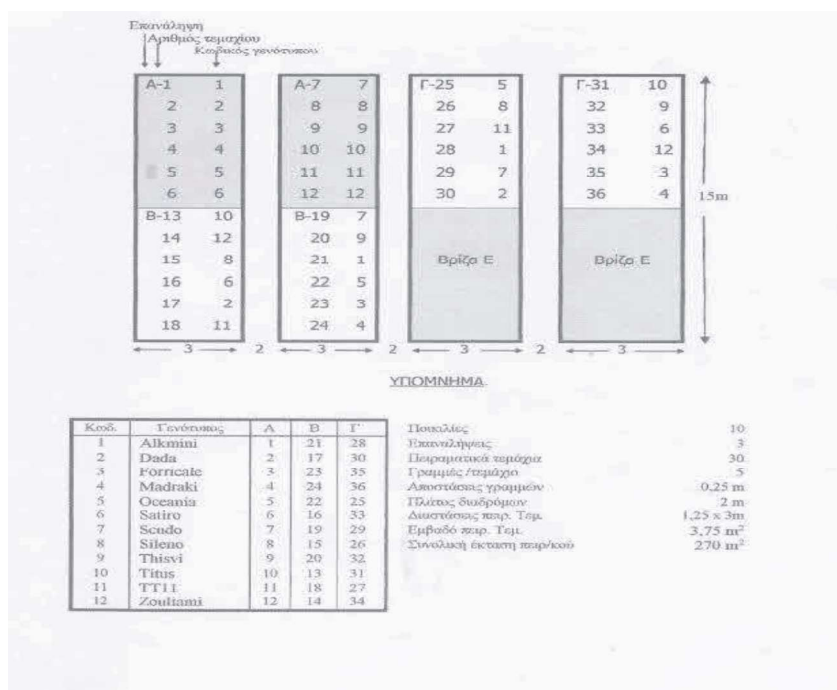
Τέλος, μετρήθηκαν οι παράμετροι της φωτοσύνθεσης δηλαδή ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, η στοματική αγωγιμότητα, και η κυτταρική συγκέντρωση σε CO₂ με την βοήθεια του οργάνου που ονομάζεται LI-6400XT, Li-Cor, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Όργανο μέτρησης παραμέτρων της φωτοσύνθεσης LI-6400XT(Li-cor).

12.3. ΜΕΘΟΔΟΙ.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε και οι υπόλοιπες πληροφορίες για την εγκατάσταση του πειράματος απεικονίζονται στο παρακάτω σχέδιο σποράς (σχήμα 3).



Σχήμα ~3~ Σχέδιο σποράς για την εγκατάσταση του πειραματικού αγρού αξιολόγησης των 12 ποικιλιών σιταρόβριζας.

Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των πλήρων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη με τρεις επαναλήψεις. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του περιθωρίου σπάρθηκαν με το χέρι πέντε γραμμές σποράς ενώ στο τέλος συγκομίσθηκαν οι τρεις μεσαίες. Έγιναν όλες οι απαραίτητες εργασίες ώστε τα φυτά να μεγαλώσουν όσο το δυνατό καλύτερα

12.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όλες οι παρατηρήσεις που λήφθηκαν για το σκοπό της Διατριβής υπάρχουν στους πίνακες 1Σ έως 3Σ στο συμπλήρωμα, στο τέλος της διατριβής. Στη συνέχεια, έγινε η ανάλυση της ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) για όλα τα γνωρίσματα (Πίνακες 5-23). Η κατάταξη των ποικιλιών έγινε με τη μέθοδο της ελαχίστης σημαντικής διαφοράς. Ακολούθησε ο υπολογισμός των συσχετίσεων μεταξύ των διάφορων γνωρισμάτων. Στην ανάλυση που αναφέρθηκε προηγουμένως χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Yuan (Fern και Eisensmith 1986). Τέλος υπολογίσθηκε ο συντελεστής κληρονομικότητας h^2 για όλα τα γνωρίσματα χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο:

$$MT\pi = (M1)$$

$$MT\sigma\phi = (M2)$$

$$\sigma^2_g = M1 - M2/3$$

$$\sigma^2_\pi = M1/3$$

$$h^2 = \sigma^2_g / \sigma^2_\pi$$

Όπου σ^2_g η γενετική παραλλακτικότητα.

Όπου σ^2_π η παραλλακτικότητα του περιβάλλοντος

Όπου h^2 συντελεστής κληρονομικότητας

Ο τύπος αυτός με τον οποίο υπολογίζεται ο συντελεστής κληρονομικότητας, βοηθά να εκτιμηθεί η σχετική συνεισφορά των γενετικών και των μη γενετικών παραγόντων στην ολική φαινοτυπική διακύμανση του πληθυσμού. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής κληρονομικότητας τόσο λιγότερο το περιβάλλον επηρεάζει την φαινοτυπική έκφραση του γνωρίσματος. Αντίθετα, όσο μικρότερος είναι αυτός ο συντελεστής, τόσο περισσότερο το περιβάλλον επηρεάζει τη φαινοτυπική έκφραση του γνωρίσματος. Τα ποιοτικά γνωρίσματα επηρεάζονται ελάχιστα από το περιβάλλον και για την εκδήλωσή τους υπεύθυνος είναι αποκλειστικά ο γενότυπος. Αντίθετα, τα ποσοτικά επηρεάζονται πολύ (Ξυνιάς 2014).

13. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι αναλύσεις της παραλλακτικότητας (πίνακες 5-23) αποκάλυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε πέντε γνωρίσματα, αυτό της απόδοσης ($F = 2,3^*$ Πίνακας 5), του ύψους ($F = 31,76^{**}$ Πίνακας 8), της προσβολής από την κίτρινη σκωρίαση ($F = 8,08^{**}$ Πίνακας 9), του πλαγιάσματος ($F = 33,33^{**}$ Πίνακας 10) και του αμύλου ($F = 2,72^{**}$ Πίνακας 15). Ο ένας αστερίσκος δηλώνει διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ενώ οι δύο σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Στα υπόλοιπα γνωρίσματα οι 12 ποικιλίες δεν παρουσίασαν καμία διαφορά (πίνακες 7, 11-14, 16, 17, 18-23). Τέλος, οι τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας ήταν λίγο πολύ αναμενόμενες με τις τιμές να κυμαίνονται από 0,57 για την απόδοση που είναι ποσοτικό γνώρισμα. Τα ποιοτικά γνωρίσματα εμφάνισαν χαμηλές τιμές, κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο γιατί έδειξαν να επηρεάζονται από το περιβάλλον. Εξάίρεση αποτέλεσε το άμυλο που έδειξε να επηρεάζεται περισσότερο από τον γενότυπο ($h^2 : 0,63$). Μικρότερες ήταν οι τιμές των φυσιολογικών γνωρισμάτων με εξαίρεση τη φωτοσύνθεση που έδειξε να επηρεάζεται κυρίως από τον γενότυπο ($h^2 : 0,82$).

Πίνακας 5: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της απόδοσης των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	0,093	0,047	1,7479	0,198
Γενότυποι	11	0,675	0,061	2,3028*	0,046
Σφάλμα	22	0,586	0,027		
Σύνολο	35	1,354			

CV:17,82%

$h^2 : 0,57$

Πίνακας 6: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της πρώιμης ανάπτυξης των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	21,500	10,750	0,2459	0,000
Γενότυποι	11	759,417	69,038	1,5791	0,1741
Σφάλμα	22	961,833	43,720		
Σύνολο	35	1742,750			

CV: 14,89%

h² : 0,37

Πίνακας 7: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του ξεσταχυάσματος των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	0,000	0,000	0,000	0,000
Γενότυποι	11	332,333	30,212	0,7204	0,000
Σφάλμα	22	922,667	41,939	0,7204	
Σύνολο	35	1255,000			

CV:5,91%

h² : 0,39

Πίνακας 8: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του τελικού ύψους των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	234,889	117,444	7,4868	0,003
Γενότυποι	11	5480,972	498,270	31,7635**	0,000
Σφάλμα	22	345,111	15,687		
Σύνολο	35	6060,972			

CV:3,40%

h² : 0,97

Πίνακας 9: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της κίτρινης σκωρίασης των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	24,889	12,444	5,2203	0,014
Γενότυποι	11	211,889	19,263	8,0805**	0,000
Σφάλμα	22	52,444	2,384		
Σύνολο	35	289,222			

CV:41,48%

$h^2 : 0,88$

Πίνακας 10: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του πλαγιάσματος των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	44,667	22,333	8,2809	0,002
Γενότυποι	11	99,000	9,000	3,3374**	0,008
Σφάλμα	22	59,333	2,697		
Σύνολο	35	203,000			

CV:31,79%

$h^2 : 0,7$

Πίνακας 11: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του βάρους χιλίων κόκκων των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	29,761	14,881	0,7094	0,000
Γενότυποι	11	315,232	28,657	1,3661	0,2600
Σφάλμα	22	461,503	20,977		
Σύνολο	35	806,496			

CV:16,38%

$h^2 : 0,27$

Πίνακας 12: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του εκατολιτρικού βάρους των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	9,471	4,735	0,2016	0,000
Γενότυποι	11	343,893	31,263	1,3307	0,2727
Σφάλμα	22	518,856	23,494		
Σύνολο	35	870,221			

CV:7,62%

h² : 0,25

Πίνακας 13: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της πρωτεΐνης των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	2,112	1,056	0,7274	
Γενότυποι	11	26,073	2,370	1,6329	0,1577
Σφάλμα	22	31,935	1,452		
Σύνολο	35	60,120			

CV:8,73%

h² : 0,39

Πίνακας 14: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της υγρασίας των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	1,140	0,570	6,9410	0,005
Γενότυποι	11	1,543	0,140	1,7085	0,137
Σφάλμα	22	1,807	0,082		
Σύνολο	35	4,490			

CV:3,03%

h² : 0,38

Πίνακας 15: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του αμύλου των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	2,261	1,130	0,4416	0,000
Γενότυποι	11	76,783	6,980	2,7273**	0,0217
Σφάλμα	22	56,306	2,559		
Σύνολο	35	135,350			

CV:2,48%

h² : 0,63

Πίνακας 16: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της γλουτένης των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	17,427	8,714	0,6906	0,000
Γενότυποι	11	178,536	16,231	1,2864	0,2948
Σφάλμα	22	277,573	12,617		
Σύνολο	35	473,536			

CV:10,61%

h² : 0,22

Πίνακας 17: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της καθίζησης (ZelenyTest) των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	190,112	95,056	0,9923	0,000
Γενότυποι	11	1684,421	153,129	1,5986	0,1680
Σφάλμα	22	2107,375	95,790		
Σύνολο	35	3981,907			

CV:23,73%

h² : 0,37

Πίνακας 18: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	146,352	731,176	2,5928	0,0975
Γενότυποι	11	330,388	30,035	1,0642	0,4301
Σφάλμα	22	620,908	28,223		
Σύνολο	35	1097,648			

CV:10,77%

h² : 0,06

Πίνακας 19: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της φωτοσύνθεσης των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	9,072	4,536	0,5805	-0,820
Γενότυποι	11	38,523	3,502	0,4482	0,000
Σφάλμα	22	171,907	7,814		
Σύνολο	35	219,502			

CV:20,36%

h² : 0,82

Πίνακας 20: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του φθορισμού των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	0,014	0,007	0,9802	-0,160
Γενότυποι	11	0,065	0,006	0,8021	0,000
Σφάλμα	22	0,162	0,007		
Σύνολο	35	0,241			

CV:20,080%

h² : 0,16

Πίνακας 21: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης CO₂ των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	3656,839	1828,420	4,5169	0,0227
Γενότυποι	11	9332,434	848,403	2,0954	0,0672
Σφάλμα	22	8905,433	404,792		
Σύνολο	35	21894,701			

CV:8,68%

h² : 0,52

Πίνακας 22: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) της στοματικής αγωγιμότητας των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	0,007	0,004	0,8132	
Γενότυποι	11	0,067	0,006	1,3979	0,242
Σφάλμα	22	0,096	0,004		
Σύνολο	35	0,171			

CV:31,44%

h² : 0,35

Πίνακας 23: Ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) του ρυθμού διαπνοής των 12 γενοτύπων του πειράματος.

Πηγή παραλλακτικότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	F _{0,05}
Ομάδες	2	10,477	5,239	10,334	0,0007
Γενότυποι	11	8,023	0,729	1,4388	0,2247
Σφάλμα	22	11,152	0,507		
Σύνολο	35	29,653			

CV:13,96%

h² : 0,3

Για την κατάταξη των ποικιλιών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ΕΣΔ. Ως προς το γνώρισμα της απόδοσης οι τιμές κυμάνθηκαν από **0,68** για την ποικιλία Titus έως **1,12** για την ποικιλία Satiro (Πίνακας 24). Ως προς το ύψος ωρίμανσης, η χαμηλότερη ποικιλία ήταν η Θίσβη με ύψος **99,33** cm ενώ ψηλότερη ήταν η TT11 με **137,3** cm (Πίνακας 25). Στην κίτρινη σκωρίαση ο βαθμός προσβολής της κίτρινης σκωρίασης κυμάνθηκε από **1** για τη Sileno έως **7,66** για τη Madraki (Πίνακας 26). Στο πλάγιασμα οι τιμές κυμάνθηκαν από **3** για τη Scudo έως **8,33** για τη Madraki (Πίνακας 27). Τέλος,

όσον αφορά το γνώρισμα της περιεκτικότητας σε αμύλο οι τιμές κυμάνθηκαν από **62,37** για την ποικιλία Δάδα έως για την TT11 **67,03** (Πίνακας 28).

Πίνακας 24: Κατάταξη των γενοτύπων ως προς την απόδοση.

Σειρά κατάταξης	Γενότυπος	Απόδοση
1	Satiro	1,120 A
2	Sileno	1,093 AB
3	Αρήτη	1,053 ABC
4	Scudo	1,040 ABCD
5	Αλκμήνη	0,9700 ABCD
6	Forricale	0,9400 ABCDE
7	TT11	0,9100 ABCDE
8	Madraki	0,8270 BCDE
9	Θίσβη	0,800 CDE
10	Oceania	0,7870 CDE
11	Δάδα	0,7790 DE
12	Titus	0,6800 E
ΕΣΔ		0,2782

Πίνακας 25: Κατάταξη των γενοτύπων ως προς το ύψος ωρίμανσης.

Σειρά κατάταξης	Γενότυπος	Ύψος ωρίμανσης
1	TT11	137, A
2	Madraki	134,0 AB
3	Forricale	128,3 BC
4	Sileno	121,7 CD
5	Scudo	119,7 D
6	Αρήτη	119,3 D
7	Titus	116,0 D
8	Satiro	115,7 D
9	Αλκμήνη	104,0 E
10	Δάδα	101,7 E
11	Oceania	101,3 E
12	Θίσβη	99,33 E
ΕΣΔ		6,707

Πίνακας 26: Κατάταξη των γενοτύπων ως προς την κίτρινη σκωρίαση.

Σειρά κατάταξης	Γενότυπος	Κίτρινη σκωρίαση
1	Madraki	7,667 A
2	TT11	7,667 A
3	Forricale	7,000 A
4	Δάδα	5,667 A
5	Αρήτη	3,000 B
6	Oceania	3,000 B
7	Αλκμήνη	2,333 B
8	Titus	2,333 B
9	Θίσβη	1,667 B
10	Scudo	1,667 B
11	Satiro	1,667 B
12	Sileno	1,000 B
ΕΣΔ		2,615

Πίνακας 27: Κατάταξη των γενοτύπων ως προς το πλάγιασμα.

Σειρά κατάταξης	Γενότυπος	Πλάγιασμα
1	Madraki	8,333 A
2	Forricale	7,667 A
3	Αρήτη	6,333 ABC
4	Sileno	5,667 ABCD
5	TT11	5,667 ABCD
6	Satiro	5,667 ABCD
7	Titus	5,000 BCD
8	Θίσβη	4,333 CD
9	Δάδα	3,667 CD
10	Occeania	3,667 CD
11	Αλκμήνη	3,000 D
12	Scudo	3,000 D
ΕΣΔ		2,781

Πίνακας 28: Κατάταξη των γενοτύπων ως προς την περιεκτικότητα σε άμυλο.

Σειρά κατάταξης	Γενότυπος	Άμυλο
1	TT11	67,03 A
2	Scudo	66,57 A
3	Sileno	66,00 AB
4	Madraki	65,70 ABC
5	Θίσβη	64,67 ABCD
6	Titus	64,63 ABCD
7	Αλκμήνη	64,53 ABCD
8	Forricale	64,43 ABCD
9	Satiro	63,70 BCD
10	Occeania	63,20 CD
11	Αρήτη	62,40 D
12	Δάδα	62,37 D
ΕΣΔ		2,709

Οι συντελεστές συσχετίσεων υπολογίστηκαν (πίνακας 29) μεταξύ της απόδοσης με: την πρόωμη ανάπτυξη (0,118), με την έναρξη της άνθισης (0,08), με το ύψος ωρίμανσης (0,237), με την κίτρινη σκωρίαση (- 0,136), με το πλάγιασμα (0,132), με το B1000K (0,115) και με το εκατολιτρικό βάρος (0,247). Επίσης, υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχετίσεων μεταξύ της πρόωμης ανάπτυξης με: τις ημέρες άνθισης (0,525), με το ύψος ωρίμανσης (-0,075), με την κίτρινη σκωρίαση (0,227), με το πλάγιασμα (-0,075), με το B1000K (0,488) και με το εκατολιτρικό βάρος (0,230). Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης της έναρξης άνθισης με: το ύψος ωρίμανσης (0,254), με την κίτρινη σκωρίαση (0,025), με το πλάγιασμα (0,089), με το B1000K (-0,266) αλλά και με το εκατολιτρικό βάρος (-0,084). Ακολούθως υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης του ωρίμανσης με : την κίτρινη σκωρίαση (0,425), με το πλάγιασμα (0,589), με το B1000K (0,223) και το εκατολιτρικό βάρος (0,301). Ο συντελεστής συσχέτισης της προσβολής της κίτρινης σκωρίασης με: το πλάγιασμα (0,0329), το B1000K (0,210) και το εκατολιτρικό βάρος (-0,018). Τέλος, το πλάγιασμα βρέθηκε να συσχετίζεται με: το B1000K (-0,067) και με το εκατολιτρικό βάρος (0,056).

Πίνακας 29: Συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν.

	Πρόωμη ανάπτυξη (cm)	Έναρξη Άνθισης (ημέρες)	Ύψος ωρίμανσης (cm)	Κίτρινη σκωρίαση (κλίμακα)	Πλάγιασμα (κλίμακα)	Βάρος 1000 σπόρων (g)	Εκατολιτρικό βάρος (g)
Απόδοση (g)	0,118	0,08	0,237	-0,136	0,132	0,115	0,247
Πρόωμη ανάπτυξη	-	-0,525	-0,075	0,227	-0,075	0,488	0,230
Έναρξη Άνθισης	-	-	0,254	0,025	0,089	-0,266	-0,084
Ύψος ωρίμανσης	-	-	-	0,425	0,589*	0,223	0,301
Κίτρινη σκωρίαση	-	-	-	-	0,329	0,210	-0,018
Πλάγιασμα	-	-	-	-	-	-0,067	0,056
Βάρος 1000 σπόρων	-	-	-	-	-	-	0,583*

14. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος της δημιουργίας της σιταρόβριζας ήταν να δημιουργηθεί ένα νέο είδος που να συνδυάζει την προσαρμοστικότητα του σιταριού και την ανθεκτικότητα της βρίζας στη βιοτική και αβιοτική καταπόνηση (Mergoum κ.ά. 2019). Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκαν 12 δευτερογενείς σειρές σιταρόβριζας, τόσο σε ποσοτικά όσο και σε μορφολογικά, ποιοτικά και φυσιολογικά γνωρίσματα. Παραλλακτικότητα παρατηρήθηκε στην απόδοση, στο ύψος ωρίμανσης, στην ευπάθεια από την κίτρινη σκωρίαση, στο πλάγιασμα και στην περιεκτικότητα σε άμυλο. Η παραλλακτικότητα αποτελεί σημαντική παράμετρο διότι βοηθά τους βελτιωτές να αναπτύξουν διάφορα προγράμματα βελτιωτικά ή μη και να προβούν σε πιο ορθή επιλογή των ποικιλιών. Ειδικότερα:

Πρώιμη ανάπτυξη

Η ικανότητα ενός φυτού να φυτρώνει γρήγορα από το έδαφος είναι γνωστή ως πρώιμη ανάπτυξη (σφρίγος) (Heydecker 1960). Η ισχυρή πρώιμη ανάπτυξη των φυτών είναι ζωτικής σημασίας για την εγκατάστασή τους και την τελική επιτυχία τους όσον αφορά την παραγωγή βιομάζας ή την απόδοση. Η πρώιμη ανάπτυξη εκφράζεται με βάση το ύψος που έχουν τα φυτά κατά τον μήνα Μάρτιο και για το λόγο αυτό αναφέρεται και ως ύψος Μαρτίου. Η ανάπτυξη των φυτών και τελικά η απόδοση, συνήθως επηρεάζονται από τη φωτοπερίοδο (διάρκεια ημέρας και η θερμοκρασία, Shorter κ.ά., 1991). Όμως, στην παρούσα εργασία δε βρέθηκαν διαφορές ως προς το γνώρισμα αυτό, το οποίο, επιπλέον, δε συσχετιζόταν με την αποδοτικότητα των φυτών. Το αποτέλεσμα αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι οι ποικιλίες που μελετήθηκαν δεν επηρεάζονται από τη φωτοπερίοδο ίσως λόγω της καταγωγής τους από διασπώμενο υλικό του CIMMYT.

Ύψος

Ως προς το ύψος των φυτών υπάρχει η εξής διαφοροποίηση: συνήθως οι χαμηλόσωμοι γενότυποι περιέχουν την υποκατάσταση 2D(2R), με την οποία ένα γονίδιο νανισμού μεταφέρθηκε στη σιταρόβριζα, και αυτό είναι ενδεικτικό της καταγωγής τους από τις σειρές Armadillo του CIMMYT. Οι υψηλόσωμοι γενότυποι κατά πάσα πιθανότητα στερούνται το γονίδιο του νανισμού και εκεί οφείλεται το μεγάλο ύψος τους (Muntzing 1974, Varughese κ. ά.1987). Στην παρούσα εργασία τρεις γενότυποι ήταν σημαντικά υψηλότεροι από τους υπολοίπους και αυτό είναι πιθανά ενδεικτικό ότι είναι πλήρεις σειρές, περιέχοντας ολόκληρο το γονιδίωμα της βρίζας. Γενικά οι υψηλόσωμοι γενότυποι

(πλήρεις σειρές) θεωρούνται πιο αποδοτικοί, με πλουσιότεροι ανάπτυξη και αυτοί που είναι ανθεκτικοί στο πλάγιασμα είναι κατάλληλοι για συγκαλλιέργεια με άλλες καλλιέργειες, όπως είναι τα ψυχανθή. Αντίθετα οι σειρές υποκατάστασης που είναι κοντές θεωρούνται κατάλληλες για παραγωγή σπόρου.

Κίτρινη σκωρίαση

Η κίτρινη σκωρίαση είναι μια από τις πιο καταστροφικές ασθένειες των φυτών συμπεριλαμβανομένης και της σιταρόβριζας (Losert κ.ά. 2017). Το παθογόνο (*Puccinia striiformis* f. Sp) που την προκαλεί, προτιμά υγρό δροσερό περιβάλλον και μπορεί να διαχειμάσει σε φυτά που σπέρνονται το Φθινόπωρο (Sodkiewicz κ.ά. 2009). Η πλούσια ανάπτυξη των φυτών δημιουργεί το κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη του μύκητα και για το λόγο αυτό οι πιο ψηλές από τις ποικιλίες που μελετήθηκαν ήταν και οι πλέον ευάλωτες. Γενικά η κίτρινη σκωρίαση δεν αντέχει θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 20°C κατά την άνοιξη και για τον λόγο αυτό έως πριν από μερικά χρόνια δεν αποτελούσε ιδιαίτερο πρόβλημα (Ξυνιάς 2014). Όμως κατά τα τελευταία χρόνια πιθανώς να έχουν δημιουργηθεί νέες φυλές του μύκητα, ανθεκτικές στις τρέχουσες θερμοκρασίες της άνοιξης και για το λόγο αυτό οι προσβολές είναι συχνές.

Πλάγιασμα

Το πλάγιασμα των φυτών προ της συγκομιδής έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ωρίμανσης, τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για σκωρίαση και ασθένειες και δυσκολίες κατά την συγκομιδή. Τέλος είναι πιθανό το φύτευμα των σπόρων πάνω στο στάχυ ή και το σάπισμα των σπόρων (Σφήκας 1991). Όσον αφορά τις ποικιλίες που μελετήθηκαν, βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς το πλάγιασμα, και η σχέση μεταξύ ύψους φυτών και πλαγιασματος ήταν θετική και σημαντική. Για το λόγο αυτό, οι τέσσερις υψηλότεροι γενότυποι ήταν οι πλέον ευαίσθητοι και επιρρεπείς στο πλάγιασμα.

Βάρος χιλίων σπόρων

Ως προς το βάρος χιλίων σπόρων, δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που δοκιμάστηκαν. Αυτό το αποτέλεσμα έρχεται σε συμφωνία με τους Conley και John (2013) οι οποίοι ανέφεραν πως το βάρος των χιλίων σπόρων επηρεάζεται όχι μόνο από το περιβάλλον αλλά και από τον ίδιο τον γενότυπο. Το βάρος 1000 σπόρων, όπως ήταν αναμενόμενο, βρέθηκε να σχετίζεται σημαντικά με το εκατολιτρικό βάρος. Τέλος, οι Canderon και Bernard (1980) ανέφεραν πως η απόδοση σχετίζεται άμεσα με τον βάρος χιλίων σπόρων κάτι όμως που δε βρέθηκε στην παρούσα εργασία.

Εκατολιτρικό βάρος

Όσον αφορά το εκατολιτρικό βάρος δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που δοκιμάστηκαν. Το γνώρισμα αυτό όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα ήταν θετικά συσχετισμένο με το βάρος 1000 σπόρων.

Απόδοση

Στο σπουδαιότερο γνώρισμα, που είναι η απόδοση, παρατηρήθηκαν μικρές διαφορές μεταξύ των γενοτύπων. Οι ποικιλίες χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες οι οποίες όμως ήταν μικτές γιατί κάθε μια μπερδεύονταν με την επόμενη. Οι ποικιλίες TT11, Madrakí και Forricale που ήταν οι πιο ψηλές με το πιο πλούσιο φύλλωμα κατέλαβαν τις μεσαίες θέσεις στην κατάταξη. Οι ποικιλίες Forricale και TT11 ανήκαν και στην πρώτη και στην δεύτερη ομάδα ενώ η ποικιλία Madrakí ανήκε μόνο στη δεύτερη ομάδα. Η απόδοση είναι ποσοτικό, πολύπλοκο γνώρισμα και επηρεάζεται πολύ από το περιβάλλον. Μάλιστα ο Puri κ.ά. (1995) βρήκαν ότι η απόδοση της σιταρόβριζας σχετίζεται άμεσα με την ηλιακή ακτινοβολία και κατά συνέπεια τη θερμότητα η οποία έχει άμεση θετική συσχέτιση με την απόδοση. Όμως η απόδοση επηρεάζεται και από κάποια δευτερεύοντα γνωρίσματα που δεν επηρεάζονται από το περιβάλλον. Οι Ruben κ.ά. (2021) βρήκαν ότι ο αριθμός των κόκκων του σπάδικα, που είναι ανεξάρτητος από τη δράση του περιβάλλοντος, παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση. Για τον λόγο αυτό ο αριθμός των σπόρων ανά στάχυ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως έμμεσος τρόπος για την αύξηση των αποδόσεων (Ξυνιάς 2014).

Ποιοτικά γνωρίσματα

Ως προς την ποιότητα, δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που μελετήθηκαν, οι δε συσχετίσεις των ποιοτικών γνωρισμάτων με την απόδοση ήταν μη σημαντικές και με εξαίρεση το άμυλο ήταν αρνητικές. Εξαίρεση αποτελεί η περιεκτικότητα σε άμυλο στην οποία οι ποικιλίες παρουσίασαν μεταξύ τους στατιστικές διαφορές. Από τις Ελληνικές ποικιλίες τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα είχαν δυο ποικιλίες του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης (ποικιλίες Θίσβη και Αλκμήνη), που δε διέφεραν από τις πρώτες. Στον αντίποδα, τις τελευταίες θέσεις κατάλαβαν οι άλλες δυο Ελληνικές ποικιλίες (Αρήτη και Δάδα).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σχέση που υπάρχει μεταξύ περιεκτικότητας σε γλουτένη και τιμή καθίζησης. Αν και οι γενότυποι δε διέφεραν μεταξύ τους βρέθηκε υψηλή συσχέτιση μεταξύ των δυο αυτών γνωρισμάτων (συντελεστής συσχέτισης 0,964*). Αυτό είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Hrušková και Famèra (2003) και Laidig (2018) που βρήκαν ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε γλουτένη έχει ως αποτέλεσμα την την βραδύτερη καθίζηση και υψηλότερες τιμές της δοκιμής Zeleny.

Φυσιολογικά γνωρίσματα

Σύμφωνα με τον Espinozak.ά. (2019) η απόδοση της σιταρόβριζας είναι άμεσα συνδεδεμένη με την περιεκτικότητα των φύλλων της σε χλωροφύλλη. Από την άλλη, οι Kabanova και Chaika (2001) ανέφεραν ότι υπάρχουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της ανατομίας των φύλλων και γενικά των μορφολογικών γνωρισμάτων της σιταρόβριζας και της χλωροφύλλης και ότι η τελευταία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή της. Παρόλα αυτά στην παρούσα εργασία δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των γενοτύπων που μελετήθηκαν.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι ελάχιστες τιμές του φθορισμού συσχετίζονται αρνητικά με την ανάπτυξη των φυτών (Mauro κ.ά. 2020). Για τον λόγο αυτό ο φθορισμός μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο δείκτη για την επιλογή των ανεκτικών φυτών στην υποξία των ριζών τους. Στην παρούσα εργασία δε βρέθηκε διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών ως προς το γνώρισμα αυτό.

Όσον αφορά τη φωτοσύνθεση, οι Delgado κ.ά. (2006) μελέτησαν τη συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και του καθαρού ρυθμού φωτοσύνθεσης. Επίσης, οι Rees κ.ά. (1993) ανέφεραν θετική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού φωτοσύνθεσης πριν και μετά τα στάδια της άνθησης. Τέλος, οι Reynolds κ.ά. (2006) βρήκαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού φωτοσύνθεσης και της απόδοσης κατά την ανάπτυξη, την άνθιση και κατά το στάδιο του γεμίσματος του σπόρου. Παρόλα όμως αυτά στην παρούσα εργασία δε βρέθηκε διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών που δοκιμάστηκαν η δε συσχέτιση βρέθηκε μη σημαντική.

Οι περισσότερες μελέτες που έχουν εκπονηθεί πάνω στο γνώρισμα της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στα φύλλα, αποκάλυψαν την επίδραση του αυξημένου διοξειδίου του άνθρακα των φύλλων στην απόδοση η οποία αυξάνεται κατά 25% (Thilakarathne κ.ά. 2013, Broberg κ.ά. 2019). Επίσης, βρέθηκε ότι η ενδοκυτταρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στα φύλλα έχει αρνητική επίδραση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αφού η αυξημένη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα μειώνει την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης των σπόρων (Myers κ.ά. 2014). Παρόμοια συμπεράσματα έβγαλαν και οι Wang, Feng και Schgoerring (2013) οι οποίοι ανέφεραν πως επιδρά όχι μόνο στην απόδοση αλλά και στην φυσιολογία του φυτού. Παρόμοια αρνητική συσχέτιση όμως μεταξύ του γνωρίσματος της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στα φύλλα και της περιεκτικότητας των σπόρων σε πρωτεΐνη δε βρέθηκε στην παρούσα εργασία.

Στο γνώρισμα της στοματικής αγωγιμότητας δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των δοκιμαζόμενων ποικιλιών. Οι Sedighen κ.ά. (2011) ανέφεραν πως όσο αναπτύσσεται το φυτό τόσο μειώνεται η στοματική αγωγιμότητα. Πολύ νωρίτερα ο Shinshi κ.ά. (1975) είχαν αναφέρει την θετική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και της στοματικής αγωγιμότητας σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες κοντά σε αρδευτικά κανάλια. Κάτι τέτοιο όμως δε βρέθηκε στην παρούσα εργασία, στην οποία η συσχέτιση μεταξύ στοματικής αγωγιμότητας και απόδοσης ήταν μη σημαντική και αρνητική

Ο ρυθμός διαπνοής αναγνωρίζεται ευρέως ως μια σημαντική διαδικασία σε μελέτες ανταπόκρισης των φυτών στις περιβαλλοντικές αλλαγές (Wullschelger κ.ά. 1992). Η συσχέτιση αυτή μεταξύ ρυθμού διαπνοής και ανταπόκρισης στις περιβαλλοντικές αλλαγές όπως αναφέρουν οι Amthor (1989) και Poorter κ.ά. (1990) ήταν θετική. Ωστόσο, έχει αναφερθεί και αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και του ρυθμού διαπνοής στα φυτά εκείνα που προορίζονται για ζωοτροφές. Γενικά, ο ρυθμός διαπνοής χρησιμοποιείται πολύ συχνά ως δείκτης στα βελτιωτικά προγράμματα (Wilson και Jones 1982, Kraus κ.ά. 1993). Στην παρούσα εργασία οι γενότυποι που μελετήθηκαν δε διέφεραν μεταξύ τους ως προς το ρυθμό διαπνοής, ούτε βρέθηκε συσχέτιση (θετική ή αρνητική) ως προς την επίδραση του γνωρίσματος αυτού στην αποδοτικότητα των φυτών.

15. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα και τη στατιστική τους επεξεργασία μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα.

Όσον αφορά την απόδοση, που είναι το πιο σπουδαίο γνώρισμα για τους βελτιωτές, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών που μελετήθηκαν ήταν μικρές (επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Όσον αφορά τα ποιοτικά γνωρίσματα, μεγάλη διαφοροποίηση παρατηρήθηκε ως προς την περιεκτικότητα σε άμυλο (επίπεδο σημαντικότητας 1%), ενώ ως προς τα υπόλοιπα ποιοτικά γνωρίσματα δε βρέθηκαν διαφορές. Τέλος, και ως τα φυσιολογικά γνωρίσματα δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση, ενδεικτικό της στενής γενετικής σχέσης των περισσότερων ποικιλιών μεταξύ τους.

Σημαντική διαφοροποίηση διαφοροποίηση υπήρξε ως προς το ύψος ωρίμανσης με τις πιο εύσωμες ποικιλίες να είναι οι πιο ευάλωτες στο πλάγιασμα.

Πιο κοντές βρέθηκε να είναι οι ποικιλίες του Ινστιτούτου Σιτηρών Θεσσαλονίκης, κάτι που ήταν αναμενόμενο λόγω της παρουσίας σε αυτές της 2R(2D) χρωμοσωματικής υποκατάστασης.

Οι ποικιλίες TT11 και Madraki λόγω του μεγάλου ύψους ωρίμανσης, πιθανά να είναι πλήρεις σειρές (δεν υπάρχει δηλαδή η 2R(2D) χρωμοσωματική υποκατάσταση, που φέρει το γονίδιο του νανισμού). Αυτό όμως πρέπει να αποδειχθεί είτε κυτταρολογικά είτε μοριακά.

Όπως αναμενόταν, θετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ ύψους ωρίμανσης και πλαγιάσματος καθώς και βάρους 1000 σπόρων και εκατολιτρικού βάρους. Στα υπόλοιπα γνωρίσματα που μελετήθηκαν δε διαπιστώθηκε η ύπαρξη συσχετίσεων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα αυτά της Διατριβής είναι προκαταρκτικά, και πρέπει να γίνει μια κανονική αξιολόγηση των ποικιλιών σε περισσότερες τοποθεσίες και έτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Γκόγκας, Α. Χ. 2009. Μελέτη αγρονομικής συμπεριφοράς των F₂ διαλληλικών διασταυρώσεων έξι ποικιλιών μαλακού σιταριού και των γονέων τους. Μεταπτυχιακή διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- Γκόγκας, Δ., Στρατηλάκης, Σ., Κοτζαπαυλίδου, Κ., Ξυνιάς, Ι. Ν., και Χατζηλαμπρου, Κ. 1991. Τριτικάλε (X *Triticosecale* Wittmack). Από το βιβλίο "Οι ελληνικές ποικιλίες σιτηρών και η καλλιέργειά τους", σελ.78-96. Έκδοση Υπουργείου Γεωργίας- ΕΘΙΑΓΕ-Ινστιτούτου Σιτηρών. Αθήνα,
- Κουζώνη, Ε., Ανδρικοπούλου, Β. 2010. Ένταση του φωτός στην ανάπτυξη της Φασκομηλιάς (*Salvia officinalis*): Φυσιολογικές και βιοχημικές παράμετροι. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Μεσολόγγι.
- Παπαθανασίου, Φ. 2021. Σύγχρονα θέματα Φωτοσύνθεσης. Σημειώσεις Φυσιολογίας Φυτών, Φλώρινα.
- Παπακώστα, Δ. 2000. Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι : Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά. Θεσσαλονίκη.
- Ξυνιάς, Ι.Ν. 1991. Τάσεις δημιουργίας ποικιλιών τριτικάλε: χθες και σήμερα. Βελτιωτικά,7:25-30.
- Ξυνιάς, Ι.Ν. 1996. Παραγωγή, Κυτοταξινομική Κατάταξη και Ονοματολογία της Σιταρόβριζας (Τριτικάλε). Βελτιωτικά, 11-12: 8-10.
- Ξυνιάς, Ι. Ν. 1997. Παραλλακτικότητα ενός Ελληνικού πληθυσμού σίκαλης και χρησιμοποίησή του στην δημιουργία πρωτογενών σειρών εξαπλοειδούς τριτικάλε. (X *Triticosecale* Wittmack). Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- Ξυνιάς, Ι.Ν. 2014. Βελτίωση Φυτών: Θεωρία και Ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα. (ISBN 960-8002-39-7).

Ξενόγλωσση

- Arseniuk, E. 1996. Triticale diseases. pp. 499-526. In H. Guedes- Pindo, N. Darvey and V. P. Carnide (eds.) Triticale today and tomorrow. Kluwer Academic Publishers, London.
- Arseniuk, E. 2014. Triticale biotic stresses-an overview. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 79:82-100.
- Arseniuk, E. 2015. Triticale Abiotic Stresses-an overview. Triticale:79:69-81. Springer, Berlin, Heidelberg.

- Arseniuk, E. 2019. Recent Developments in Triticale Breeding Research and Production. Department of plant Pathology, Plant Breeding and Acclimatization Institute-National Research Institute, Radzikow, 5th International Triticale Symposium ,5: 68-73 Blonie, Poland.
- Babić, V., Rajičić, V., and Đurić Nenad. 2021. Economic Significance Nutritional Value and Application of Triticale. *Economics of Agriculture*, 68:1089-1107.
- Bilgili, U., Aydogan Cifci, E., Hanoglu , H.,Yagdi, K and Acikgoz, E. 2009. Yield quality of triticale forage. Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Uludag University, 16059, Bursa, Turkey. Marmara Animal Research Institute, Bandirma, Balikesir, Turkey.*Journal of Food Agriculture and Environment* ,7: 556-560.
- Bishnoi, U.R. and Hughes, J. L. 1979. Agronomic Performance and Protein Content of Fall planted Triticale, Wheat and Rye. *Agronomy Journal*, 71:359-360.
- Blum, A. 2014. The Abiotic Stress Response and Adaptation of Triticale. A Review. *Cereal Research Communications*, 42: 359-375.
- Brazauskas, G. 2022. Grain Yield Performance and Quality Characteristics of Wax and Non-Waxy Winter Wheat Cultivars under High a Low-Input Farming Systems.Impact of Agro-Technological Measures on Quality of Grain 11: 2-20.
- Burešová, I., Sedláčková, I., Faměra, O. and Lipavský, J. 2009. Effect of growing conditions on starch and protein content in triticale grain and amylose content in starch. *Plant Soil Environ.* 56:99-104.
- Call, L., Kapeller, M., Grausgruber, H., Reiter, E., Schoenlechner, R. and D'Amico, S. 2020. Effects of species and breeding on wheat protein composition. *Journal of Cereal Science*, 93: 102974.
- Cantale, C., Petrazzuolo, F., Correnti, A., Farneti, A. Felici, F., Latini, A. and Geleffi, P. 2016. Triticale for Bioenergy Production. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8: 609-619.
- Ceseviciene, J., Gorash, A., Liatukas, Ž., Armoniene, R., Ruzgas, V., Statkevici, G., Jaškune, K. and Chapman, B. 2005. Triticale Production and Utilization Manual (SARDA), Falher, Alberta, Canada, Alberta Agriculture, Food and Rural Development, 118: 1-5.
- Cheng, X., Matros, A., Mock, H.P. and Muhling, K.H. 2019. Protein Composition and Baking Quality of Wheat Flour as Affected by Split Nitrogen Application. *Structural Biology Plant Science*, 10: 1-10
- Chun-Yan, L., Li, Lee, B., Laroche, A., Cao, LP., Gupta, P. K. and Priyadarshan, P.1982. Triticale: present status and future prospects. *Advances in Genetics*, 21: 255-345.
- Cooper, K.V., Jessop, R.S., Darvey N.L., Mergoum, M., and Gomez- Macpherson, H. 2004. Triticale improvement and production. *FAO Plant Production and Protection Paper 179*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1-175.

- Dale, N. Moss, S. and Rawlins, L. 1963. Concentration of Carbon Dioxide inside Leaves. *Nature*, 197: 1320–1321.
- Derbal, N., Benbelkacem, A. and Dib Y. 2014 An effective increase in milk production through triticale feeding. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 79: 153-157.
- Finch, H.J.S. and Lane, G.P.F. 2014. *Lockhart and Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland (Eighth Edition)*.
- Fischer, R. A. 1973. Agronomy and physiology of triticales. In MacIntyre, R. and Campbell, M (eds.) *Triticale. Proceedings of an International Symposium, El Batan, Mexico, 1-3, 201-209, October 1973*.
- Fischer, R.A., Rees, D., Sayre, K.D., Lu, Z.M., Condon, A.G. and Larque Saavedra, A. 1998. Wheat Yield Progress Associated with Higher Stomatal Conductance and Photosynthetic Rate, and Cooler Canopies. 38:1467-1475.
- Freed, R. D., and Eisensmith. 1986. Mstatc. Michigan State University, Michigan, Lansing, USA.
- Girma M. 2016. Yellow rust (*Puccinia striiformis*) epidemics and yield loss assessment on wheat and triticale crops in Amhara region, Ethiopia. *African Journal of Crop Science*, 4: 280-285.
- Gulmezoglu, N. and Aytac, Z. 2010. Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer. Faculty of Agriculture, Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* ,5:2563- 2569.
- Habtam, A., Kumssa, T.T., Twain, J., Butler, T. and Ma, X.F. 2018. Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States. Noble Research Institute, Ardmore, OK, United States. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1-8.
- Havilah, E.J. 2011. Forages and Pastures. *Annual Forage and Pasture Crops Species and Varieties. Food Science, Reference Module in Food Science* 2:552-562.
- Hills, M.G., Hall, L.M., Doug F., Graf, BR.G., Beres, B.L and Eudes, F. 2008. valuation of crossability between triticale (*X Triticosecale* Wittmack) and common wheat, durum wheat and rye. *Alberta Agriculture and Food/University of Alberta, Environmental Biosafety Research*,6:249-257.
- Kabal., S., Gill , A. and Omokanye, T. 2016. Spring Triticale Varieties Forage Yield, Nutrients Composition and Suitability for Beef Cattle Production. *Smoky Applied Research and Demonstration Association*, 8:1-14.
- Kim, B.Y., Baier, A.C., Somers D.J. and Gustafson, J.P. 2002. Aluminum tolerance in triticale, wheat and rye. Mutations, *In vitro* and Molecular Techniques for Environmentally Sustainable Crop Improvement, *Euphytica*, 120:101-111.

- Kondic, D., Knezevic, D. and Paunovic, A. 2012. Grain weight of genotypes of triticale (*X Triticosecale* Wittmack) in agroecological conditions of Banja Luka. *Genetika*, 44: 419 – 428.
- Lelley, T. 1992. Triticale; still a promise? *Plant Breeding*, 109: 1-17.
- Leon, A.E., and Gambiela. T. 2008, Triticale flours: Composition, Properties and utilization. *Global Science Books*, 17-22.
- Lorenz, K. and Dr. Pomeranz, Y. 2009. The history, development, and utilization of Triticale. *Food Science and Nutrition*. 5:175-280.
- Matthew, P. 2021. Improving Photosynthetic Metabolism for Crop Yield's: What is going to work? *Plant Science*, 12: 1-4.
- Milovanovic, S. M., Rigin, V. B. and Xynias, I. N. 2001. Genetic and Breeding studies on triticale (*X Triticosecale* Wittmack). pp. 235-298. In S. Quarrie, V. Janjic, A. Atanassov, D. Knezevic and S. Stojanovic (eds.) *Genetic and breeding of small grains*. Belgrade.
- Myer, R.O. and Barnett, R.D. 2008 Triticale Grain in Swine Diets. *Institute of Food and Agricultural Sciences*, 37: 1-3.
- McGoverin, C., Snyders, F., Muller, N., Botes, W., Fox, G., and Manley, M. 2011. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 1155-1165.
- Mergoum, M., Singh, P.K., Peña, R.J., Lozano-del Río, A.J., Salmon, D.F. and Gómez, M. 2009. Triticale: A “New” Crop with Old Challenge *Cereals. Handbook of Plant Breeding book series (HBPB, volume 3)* pp. 267–287.
- Mergoum, M., ElFatih, A. and Sapkota, E. 2019. Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) Breeding. *Cereals Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*, 5: 405-451.
- Pattison, A.L., Appelbee, M. and Trethowan, R. 2014. Characteristics of Modern Triticale Quality: Glutenin and Secalin Subunit Composition and Mixograph Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 : 4924-4931.
- Qiang, A., Chunlian, L., Hongwei, L., Zheng, Q., Bin, L. and Zhensheng, L. 2022. An Analysis of the Genetic Relation between Photosynthesis and Yield-Related Traits in Wheat. *Agriculture*, 12: 8-16.
- Rajaram, S., Varughese, G., Abdalla, O., Pfeiffer, W.H. and Ginkel, M.V. 1993. Accomplishments and challenges in wheat and triticale breeding at CIMMYT. *Wheat Program CIMMYT*, 63: 132-138.
- Royo, C., Insa, J.A., Boujenna, A., Ramos, J.M. and Montesinos, E.1994. Yield and quality of spring triticale used for forage and grain as influenced by sowing date and cutting stage. *Grass and Forage Science*, 37: 161-169.

- Salmon, D.F., McLelland, M., Schoff, T. and Juskiw P.E. 2001. *Triticale Agrifacts* 118: 1-4.
- Santiveri, F., Royo, C. and Romagosa I. 2004. Growth and yield responses of spring and winter triticale cultivated under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 20: 281-292.
- Skoneczny, M., Cioch., Zdaniewicz, M., Pater, A. and Skoneczny, S. 2019. Impact of triticale malt application on physiochemical composition and profile of volatile compounds in beer. *European Food Research and Technology*, 245: 1431–1437.
- Tominaga, J., Shimada, H., and Kawamitsu, Y. 2018. Direct measurement of intercellular CO₂ concentration in a gas-exchange system resolves overestimation using the standard method. *Oxford Journals. Journal of Experimental Botany*, 69: 1981-1991.
- Wang, Z., Ma, S., Sun, B., Wang, F., Huang, J., Wang, X. and Bao, Q. 2021. Effects of thermal properties and behavior of wheat starch and gluten on their interaction: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 177: 474-484.
- Zakir, M.S. and Belete, T. 2019. Review on History and Achievements of Triticale Breeding Status in Ethiopia. *Ethiopian Institute of Agricultural Research*, 9: 8-13.
- Zhen Xiang, L. 2011. Morphological characterization of triticale starch granules during endosperm development and seed germination. *Canadian Journal of Plant Science*, 91:51-67.
- Zhu, F. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food chemistry*. 2018. 15 241: 468-79.

Ιστοσελίδες

- <https://www.gaiapedia.gr>
- <https://triticale.org>
- <https://infoagro.com>
- <https://MordorIntelligence.com>
- <https://Saskatchewan.ca>
- <https://FeedPlanet.com>
- <https://Mondana.edu>
- <https://Agrofacts.com>
- <https://Ergomix.com>
- <https://Botanicalonline.com>
- <https://GRDC.com>

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1Σ: Μετρήσεις και Μ.Ο όλων των ποιοτικών γνωρισμάτων των γενότυπων του πειράματος.

Γενότυπος	Βάρος 1000 κόκκων g	Εκατολιτρικό βάρος g	Πρωτεΐνη %	Υγρασία %	Άμυλο %	Γλουτένη %	Τιμή καθίζησης (Zeleny Test)%
1	30,99	66,01	12,6	9,5	64,9	29,1	33,1
2	25,06	58,37	14	10	62,5	33	46,6
3	37,1	68,82	14,3	8,9	64,5	25,4	46,2
4	31,64	68,18	14,8	9,4	63,8	37	49,4
5	22,19	55,39	16,7	9,9	60,5	40,2	59,3
6	23,79	63,25	15,6	9,4	63,4	39,4	54,6
7	28,75	67,48	12,4	9,6	67	29,9	26,8
8	28,1	69	12,5	9,4	67,2	30,2	26,4
9	22,53	59,38	14,3	9,6	62,9	33,7	47,3
10	24,81	59,16	13,7	9,5	65,2	33,5	41
11	33	65,08	11,4	9,9	67,6	28,2	22,7
12	24,72	54,94	15,1	9,5	61,8	36,1	53,8
10	20,25	58,21	15,2	9,2	63,3	38,3	51
12	24,65	54,98	16,3	9,6	60,2	40,1	58,2
8	23,95	66,99	14	9,2	65,8	35,3	42,2
6	24,11	63,24	14,9	9,3	64,2	38	59,9
2	25,94	59,55	14,7	9,7	61,2	35,2	51,7
11	40,81	69,11	11,8	10	67,5	29,2	26,5
7	39,24	70,9	12,1	9,6	66,2	27,9	27
9	34,12	68,37	12,4	9,3	66,3	29,4	26,5
1	28,61	56,78	12,8	9,7	65,7	30,4	31,8
5	32,7	70,46	11,6	9,8	66,5	26,5	24,2
3	25,28	61,78	13,7	9,8	64,1	32	40,5

4	29,69	68,51	11,8	10	67,6	27,7	24,2
5	25,31	54,88	15	9,4	62,6	36,2	52,1
8	23,18	67,49	14,8	9,1	65	37,5	47,7
11	32,38	64,86	13,6	9,3	66	34	46
1	26,29	66,39	14,6	9,4	63	36,2	49,5
7	25,06	67,21	13,2	9,7	66,5	32,1	35,3
2	31,54	62,64	13,9	8,9	63,4	33	42,8
10	35,38	70,29	13,5	8,6	65,4	32,6	36,4
9	30,41	66,66	13,5	9,2	64,8	32,4	38,5
6	30,07	58,66	14	9,7	63,5	33,4	46,7
12	23,94	64,21	14,5	8,9	65,2	36,5	46,5
3	23,07	63,38	13,9	8,7	64,7	32,6	41,3
4	28,03	60,36	13,4	9,5	65,7	32,7	38
<i>M.O</i>	28,23	63,63	13,79	9,45	64,6	33,19	41,43

Πίνακας 2Σ: Μετρήσεις των Μ.Ο φυσιολογικών γνωρισμάτων των γενοτύπων του πειράματος.

Γενότυπος	Χλωροφύλλη nm	Φθορισμός μm	Φωτοσύνθεση μmol	Ενδοκυτταρική συγκέντρωση CO ₂ mg/L	Στοματική Αγωγιμότητα mmol	Ρυθμός Διαπνοής mmol
1	53,29	0,38	12,76	0,20	240,79	4,27
2	46,44	0,41	13,59	0,27	267,24	5,17
3	53,99	0,32	13,31	0,17	210,40	4,12
4	45,00	0,44	9,46	0,08	172,91	3,00
5	48,43	0,46	13,22	0,15	185,46	3,99
6	58,44	0,30	11,62	0,16	235,00	4,04
7	56,36	0,35	9,29	0,10	212,00	2,82
8	50,70	0,43	16,68	0,31	239,26	5,49
9	52,21	0,49	13,57	0,17	218,62	3,89
10	56,60	0,37	18,80	0,35	244,82	6,10
11	49,95	0,42	14,54	0,26	252,09	4,82
12	51,47	0,35	13,47	0,26	255,06	5,11
10	43,56	0,29	15,55	0,30	254,94	5,53
12	50,01	0,49	14,93	0,29	245,99	5,46
8	46,57	0,59	12,48	0,23	256,99	5,58
6	37,45	0,39	9,92	0,16	232,14	3,60
2	55,48	0,37	14,83	0,19	210,19	4,84
11	48,53	0,35	17,20	0,25	221,90	5,82
7	44,98	0,26	13,54	0,16	206,87	4,47
9	39,57	0,45	16,80	0,21	201,38	5,42
1	55,41	0,49	17,60	0,24	209,01	5,99
5	50,76	0,48	15,55	0,19	208,16	5,71
3	47,26	0,54	13,58	0,17	211,36	4,99
4	46,87	0,52	12,54	0,15	211,51	5,01
5	41,90	0,41	17,03	0,26	224,56	6,94
8	50,55	0,48	13,10	0,18	218,96	6,31
11	45,22	0,52	11,03	0,19	250,01	6,00
1	53,87	0,44	13,36	0,20	234,24	5,39
7	43,45	0,53	11,68	0,19	248,46	5,25
2	53,60	0,54	11,04	0,23	269,34	5,32
10	55,26	0,50	9,60	0,24	291,77	5,12

9	37,04	0,35	11,81	0,19	246,45	4,94
6	56,78	0,35	16,80	0,25	219,41	5,98
12	48,86	0,36	12,93	0,22	249,58	5,53
3	53,97	0,43	15,35	0,24	238,38	5,74
4	44,14	0,36	16,95	0,33	254,61	6,06

Πίνακας 3Σ: Μετρήσεις και Μ.Ο όλων των αγρονομικών γνωρισμάτων όλων των γενοτύπων του πειράματος.

Γενότυπος	Πρώιμη ανάπτυξη cm	Πλάγιασμα (κλίμακα 0- 9)	Κίτρινη σκωρίαση(κλίμακα 0-9)	Απόδοση Kg	Ύψος cm
1	104	5	5	2,2	102
2	106	3	7	1,5	95
3	108	7	9	1,2	132
4	108	7	9	1,1	133
5	110	3	5	0,8	102
6	112	5	3	1,6	113
7	108	3	1	2,1	121
8	114	5	1	1,5	126
9	105	3	3	1,2	98
10	118	3	1	1,6	113
11	110	5	7	1,3	136
12	108	9	7	0,8	120
10	118	5	3	0,6	117
12	108	5	1	1,4	116
8	114	5	1	1,4	120
6	112	5	1	1,8	114
2	106	1	7	1,5	96
11	110	5	9	2,3	134
7	108	1	3	1,8	120
9	105	1	1	1,8	98
1	104	1	1	1,6	100
5	110	3	1	1,8	99
3	108	7	7	1,2	124
4	108	9	7	2,0	127
5	110	5	3	1,5	103
8	112	7	1	1,2	119
11	110	7	7	1,3	142
1	104	3	1	1,1	110
7	108	5	1	1,0	118
2	106	7	3	1,8	114
10	118	7	3	1,8	118

9	105	9	1	1,4	102
6	112	7	1	1,4	120
12	108	5	1	1,6	122
3	108	9	5	1,0	129
4	108	9	7	2,1	142
<i>M.O</i>	<i>109,19</i>	<i>5,17</i>	<i>3,72</i>	<i>1,5</i>	<i>116,53</i>

Πίνακας 4Σ: Μετρήσεις της χλωροφύλλης των γενοτύπων των τριών επαναλήψεων του πειράματος.

Αριθμός	Επανάληψη	Πειραματικό τεμάχιο	Γενότυπος	Όνομα γενοτύπου	Μέτρηση	Χλωροφύλλη nm
1	1	1	1	Αλκμήνη	1	59,3
2	1	1	1	Αλκμήνη	2	51,9
3	1	1	1	Αλκμήνη	3	55,5
4	1	1	1	Αλκμήνη	4	59,5
5	1	1	1	Αλκμήνη	5	52,2
6	1	1	1	Αλκμήνη	6	58,3
7	1	1	1	Αλκμήνη	7	38,1
8	1	1	1	Αλκμήνη	8	43
9	1	1	1	Αλκμήνη	9	61,8
10	1	1	1	Αλκμήνη	10	53,3
11	1	2	2	Δάδα	1	53,5
12	1	2	2	Δάδα	2	50,7
13	1	2	2	Δάδα	3	30,8
14	1	2	2	Δάδα	4	50,4
15	1	2	2	Δάδα	5	61,2
16	1	2	2	Δάδα	6	30,4
17	1	2	2	Δάδα	7	48,2
18	1	2	2	Δάδα	8	46,3
19	1	2	2	Δάδα	9	50,7
20	1	2	2	Δάδα	10	42,2
21	1	3	3	Forricale	1	54,2
22	1	3	3	Forricale	2	62,7
23	1	3	3	Forricale	3	61,3
24	1	3	3	Forricale	4	50,2
25	1	3	3	Forricale	5	58,6
26	1	3	3	Forricale	6	54,9
27	1	3	3	Forricale	7	23,6
28	1	3	3	Forricale	8	61,1
29	1	3	3	Forricale	9	56,3

30	1	3	3	Forricale	10	57
31	1	4	4	Madraki	1	57
32	1	4	4	Madraki	2	23
33	1	4	4	Madraki	3	54,9
34	1	4	4	Madraki	4	48
35	1	4	4	Madraki	5	47
36	1	4	4	Madraki	6	50,8
37	1	4	4	Madraki	7	45,9
38	1	4	4	Madraki	8	52,6
39	1	4	4	Madraki	9	30,3
40	1	4	4	Madraki	10	49
41	1	5	5	Oceania	1	44
42	1	5	5	Oceania	2	56,8
43	1	5	5	Oceania	3	20,8
44	1	5	5	Oceania	4	54,6
45	1	5	5	Oceania	5	58,5
46	1	5	5	Oceania	6	56,5
47	1	5	5	Oceania	7	58,2
48	1	5	5	Oceania	8	40,2
49	1	5	5	Oceania	9	40,4
50	1	5	5	Oceania	10	54,3
51	1	6	6	Satiro	1	58,1
52	1	6	6	Satiro	2	61,5
53	1	6	6	Satiro	3	58,8
54	1	6	6	Satiro	4	56,1
55	1	6	6	Satiro	5	62
56	1	6	6	Satiro	6	62,3
57	1	6	6	Satiro	7	52,9
58	1	6	6	Satiro	8	57,7
59	1	6	6	Satiro	9	53,6
60	1	6	6	Satiro	10	61,4
61	1	7	7	Scudo	1	57,3
62	1	7	7	Scudo	2	59
63	1	7	7	Scudo	3	58,7
64	1	7	7	Scudo	4	51,9
65	1	7	7	Scudo	5	53,3

66	1	7	7	Scudo	6	56,2
67	1	7	7	Scudo	7	59,1
68	1	7	7	Scudo	8	58,4
69	1	7	7	Scudo	9	56,2
70	1	7	7	Scudo	10	53,5
71	1	8	8	Sileno	1	49,4
72	1	8	8	Sileno	2	55,3
73	1	8	8	Sileno	3	29,6
74	1	8	8	Sileno	4	51,9
75	1	8	8	Sileno	5	58,6
76	1	8	8	Sileno	6	58,2
77	1	8	8	Sileno	7	54,3
78	1	8	8	Sileno	8	51,4
79	1	8	8	Sileno	9	46,1
80	1	8	8	Sileno	10	52,2
81	1	9	9	Θίσβη	1	56,5
82	1	9	9	Θίσβη	2	28,3
83	1	9	9	Θίσβη	3	56,6
84	1	9	9	Θίσβη	4	59,9
85	1	9	9	Θίσβη	5	58,6
86	1	9	9	Θίσβη	6	58,2
87	1	9	9	Θίσβη	7	54,3
88	1	9	9	Θίσβη	8	51,4
89	1	9	9	Θίσβη	9	46,1
90	1	9	9	Θίσβη	10	52,2
91	1	10	10	Titus	1	56,6
92	1	10	10	Titus	2	62,3
93	1	10	10	Titus	3	55,8
94	1	10	10	Titus	4	53,3
95	1	10	10	Titus	5	54,2
96	1	10	10	Titus	6	61,9
97	1	10	10	Titus	7	57,4
98	1	10	10	Titus	8	59
99	1	10	10	Titus	9	55,9
100	1	10	10	Titus	10	57
101	1	11	11	TT11	1	47

102	1	11	11	ΤΤ11	2	51,4
103	1	11	11	ΤΤ11	3	40,5
104	1	11	11	ΤΤ11	4	48,3
105	1	11	11	ΤΤ11	5	57,6
106	1	11	11	ΤΤ11	6	30,2
107	1	11	11	ΤΤ11	7	60,5
108	1	11	11	ΤΤ11	8	57,7
109	1	11	11	ΤΤ11	9	48,8
110	1	11	11	ΤΤ11	10	57,5
111	1	12	12	Αρήτη	1	42
112	1	12	12	Αρήτη	2	59,3
113	1	12	12	Αρήτη	3	41,7
114	1	12	12	Αρήτη	4	48
115	1	12	12	Αρήτη	5	60,1
116	1	12	12	Αρήτη	6	56
117	1	12	12	Αρήτη	7	54,9
118	1	12	12	Αρήτη	8	55,8
119	1	12	12	Αρήτη	9	43,7
120	1	12	12	Αρήτη	10	53,2
121	2	1	10	Τίτιος	1	32,2
122	2	1	10	Τίτιος	2	50,5
123	2	1	10	Τίτιος	3	58,9
124	2	1	10	Τίτιος	4	47,8
125	2	1	10	Τίτιος	5	35,5
126	2	1	10	Τίτιος	6	40,9
127	2	1	10	Τίτιος	7	33,6
128	2	1	10	Τίτιος	8	36,4
129	2	1	10	Τίτιος	9	50,1
130	2	1	10	Τίτιος	10	49,7
131	2	2	12	Αρήτη	1	52,9
132	2	2	12	Αρήτη	2	54,9
133	2	2	12	Αρήτη	3	54,6
134	2	2	12	Αρήτη	4	42,2
135	2	2	12	Αρήτη	5	52
136	2	2	12	Αρήτη	6	39,6
137	2	2	12	Αρήτη	7	57,2

138	2	2	12	Αρήτη	8	48,6
139	2	2	12	Αρήτη	9	60,6
140	2	2	12	Αρήτη	10	37,5
141	2	3	8	Sileno	1	53,2
142	2	3	8	Sileno	2	35
143	2	3	8	Sileno	3	24,7
144	2	3	8	Sileno	4	59,3
145	2	3	8	Sileno	5	41,4
146	2	3	8	Sileno	6	52,8
147	2	3	8	Sileno	7	53,2
148	2	3	8	Sileno	8	59,7
149	2	3	8	Sileno	9	29,2
150	2	3	8	Sileno	10	57,2
151	2	4	6	Satiro	1	59,2
152	2	4	6	Satiro	2	32,9
153	2	4	6	Satiro	3	40,4
154	2	4	6	Satiro	4	61,7
155	2	4	6	Satiro	5	26,6
156	2	4	6	Satiro	6	51,4
157	2	4	6	Satiro	7	26,7
158	2	4	6	Satiro	8	26,6
159	2	4	6	Satiro	9	23,4
160	2	4	6	Satiro	10	25,6
161	2	5	2	Δάδα	1	56,9
162	2	5	2	Δάδα	2	52,5
163	2	5	2	Δάδα	3	59,7
164	2	5	2	Δάδα	4	58
165	2	5	2	Δάδα	5	49,2
166	2	5	2	Δάδα	6	59,6
167	2	5	2	Δάδα	7	58
168	2	5	2	Δάδα	8	53,5
169	2	5	2	Δάδα	9	48,4
170	2	5	2	Δάδα	10	59
171	2	6	11	ΤΤ11	1	50,5
172	2	6	11	ΤΤ11	2	52,8
173	2	6	11	ΤΤ11	3	52,6

174	2	6	11	TT11	4	36,9
175	2	6	11	TT11	5	33,8
176	2	6	11	TT11	6	44,4
177	2	6	11	TT11	7	61,1
178	2	6	11	TT11	8	53,9
179	2	6	11	TT11	9	40,8
180	2	6	11	TT11	10	58,5
181	2	7	7	Scudo	1	53,7
182	2	7	7	Scudo	2	55,4
183	2	7	7	Scudo	3	39,5
184	2	7	7	Scudo	4	37,3
185	2	7	7	Scudo	5	49,4
186	2	7	7	Scudo	6	36,1
187	2	7	7	Scudo	7	61,5
188	2	7	7	Scudo	8	58,2
189	2	7	7	Scudo	9	27,2
190	2	7	7	Scudo	10	31,5
191	2	8	9	Θίσβη	1	61,1
192	2	8	9	Θίσβη	2	56,6
193	2	8	9	Θίσβη	3	56,1
194	2	8	9	Θίσβη	4	21,1
195	2	8	9	Θίσβη	5	31,3
196	2	8	9	Θίσβη	6	23
197	2	8	9	Θίσβη	7	29,5
198	2	8	9	Θίσβη	8	37,5
199	2	8	9	Θίσβη	9	46,5
200	2	8	9	Θίσβη	10	33
201	2	9	1	Αλκμήνη	1	58,7
202	2	9	1	Αλκμήνη	2	61,5
203	2	9	1	Αλκμήνη	3	55
204	2	9	1	Αλκμήνη	4	55,4
205	2	9	1	Αλκμήνη	5	57,9
206	2	9	1	Αλκμήνη	6	38,4
207	2	9	1	Αλκμήνη	7	52,5
208	2	9	1	Αλκμήνη	8	59,7
209	2	9	1	Αλκμήνη	9	61,1

210	2	9	1	Αλκμήνη	10	53,9
211	2	10	5	Oceania	1	47,4
212	2	10	5	Oceania	2	57,7
213	2	10	5	Oceania	3	42,9
214	2	10	5	Oceania	4	50,3
215	2	10	5	Oceania	5	37,6
216	2	10	5	Oceania	6	58
217	2	10	5	Oceania	7	51,8
218	2	10	5	Oceania	8	41,2
219	2	10	5	Oceania	9	61,9
220	2	10	5	Oceania	10	58,8
221	2	11	3	Forricale	1	57,7
222	2	11	3	Forricale	2	51,1
223	2	11	3	Forricale	3	47,9
224	2	11	3	Forricale	4	51,7
225	2	11	3	Forricale	5	59,6
226	2	11	3	Forricale	6	40
227	2	11	3	Forricale	7	34,5
228	2	11	3	Forricale	8	39,1
229	2	11	3	Forricale	9	37
230	2	11	3	Forricale	10	54
231	2	12	4	Madraki	1	46,6
232	2	12	4	Madraki	2	57,3
233	2	12	4	Madraki	3	56
234	2	12	4	Madraki	4	53,3
235	2	12	4	Madraki	5	49,5
236	2	12	4	Madraki	6	50,9
237	2	12	4	Madraki	7	36,6
238	2	12	4	Madraki	8	49
239	2	12	4	Madraki	9	40,2
240	2	12	4	Madraki	10	29,3
241	3	1	5	Oceania	1	54,4
242	3	1	5	Oceania	2	48
243	3	1	5	Oceania	3	35
244	3	1	5	Oceania	4	40,4
245	3	1	5	Oceania	5	37,5

246	3	1	5	Oceania	6	24,7
247	3	1	5	Oceania	7	39,6
248	3	1	5	Oceania	8	32,4
249	3	1	5	Oceania	9	45,1
250	3	1	5	Oceania	10	61,9
251	3	2	8	Sileno	1	27,4
252	3	2	8	Sileno	2	58,1
253	3	2	8	Sileno	3	31,3
254	3	2	8	Sileno	4	49,1
255	3	2	8	Sileno	5	58,2
256	3	2	8	Sileno	6	53,3
257	3	2	8	Sileno	7	56,2
258	3	2	8	Sileno	8	60,1
259	3	2	8	Sileno	9	53,8
260	3	2	8	Sileno	10	58
261	3	3	11	TT11	1	48
262	3	3	11	TT11	2	20,2
263	3	3	11	TT11	3	50,4
264	3	3	11	TT11	4	47,4
265	3	3	11	TT11	5	52,9
266	3	3	11	TT11	6	54
267	3	3	11	TT11	7	36
268	3	3	11	TT11	8	41,9
269	3	3	11	TT11	9	42,9
270	3	3	11	TT11	10	58,5
271	3	4	1	Αλκμήνη	1	58,3
272	3	4	1	Αλκμήνη	2	56,8
273	3	4	1	Αλκμήνη	3	55,2
274	3	4	1	Αλκμήνη	4	52,5
275	3	4	1	Αλκμήνη	5	59,9
276	3	4	1	Αλκμήνη	6	52,9
277	3	4	1	Αλκμήνη	7	43,7
278	3	4	1	Αλκμήνη	8	56,7
279	3	4	1	Αλκμήνη	9	47,4
280	3	4	1	Αλκμήνη	10	55,3
281	3	5	7	Scudo	1	43,9

282	3	5	7	Scudo	2	26
283	3	5	7	Scudo	3	54
284	3	5	7	Scudo	4	30,4
285	3	5	7	Scudo	5	51,4
286	3	5	7	Scudo	6	39,4
287	3	5	7	Scudo	7	60,2
288	3	5	7	Scudo	8	53,8
289	3	5	7	Scudo	9	38,9
290	3	5	7	Scudo	10	36,5
291	3	6	2	Δάδα	1	45
292	3	6	2	Δάδα	2	51,2
293	3	6	2	Δάδα	3	59
294	3	6	2	Δάδα	4	51,7
295	3	6	2	Δάδα	5	44,8
296	3	6	2	Δάδα	6	56,2
297	3	6	2	Δάδα	7	60,3
298	3	6	2	Δάδα	8	53,5
299	3	6	2	Δάδα	9	59,6
300	3	6	2	Δάδα	10	54,7
301	3	7	10	Titus	1	54,9
302	3	7	10	Titus	2	59,6
303	3	7	10	Titus	3	59
304	3	7	10	Titus	4	53,6
305	3	7	10	Titus	5	53,2
306	3	7	10	Titus	6	51,2
307	3	7	10	Titus	7	54,6
308	3	7	10	Titus	8	58
309	3	7	10	Titus	9	49,4
310	3	7	10	Titus	10	59,1
311	3	8	9	Θίσβη	1	32,7
312	3	8	9	Θίσβη	2	56,6
313	3	8	9	Θίσβη	3	29,4
314	3	8	9	Θίσβη	4	24,3
315	3	8	9	Θίσβη	5	30,5
316	3	8	9	Θίσβη	6	39,7
317	3	8	9	Θίσβη	7	54,1

318	3	8	9	Θίσβη	8	24,1
319	3	8	9	Θίσβη	9	52,6
320	3	8	9	Θίσβη	10	26,4
321	3	9	6	Satiro	1	50
322	3	9	6	Satiro	2	54,3
323	3	9	6	Satiro	3	60,3
324	3	9	6	Satiro	4	57,3
325	3	9	6	Satiro	5	58,4
326	3	9	6	Satiro	6	60
327	3	9	6	Satiro	7	54,6
328	3	9	6	Satiro	8	56
329	3	9	6	Satiro	9	61,3
330	3	9	6	Satiro	10	55,6
331	3	10	12	Αρήτη	1	48,5
332	3	10	12	Αρήτη	2	44,4
333	3	10	12	Αρήτη	3	47,5
334	3	10	12	Αρήτη	4	25,6
335	3	10	12	Αρήτη	5	58,3
336	3	10	12	Αρήτη	6	52,9
337	3	10	12	Αρήτη	7	52,1
338	3	10	12	Αρήτη	8	59
339	3	10	12	Αρήτη	9	52,2
340	3	10	12	Αρήτη	10	48,1
341	3	11	3	Forricale	1	57,1
342	3	11	3	Forricale	2	60
343	3	11	3	Forricale	3	52
344	3	11	3	Forricale	4	53,8
345	3	11	3	Forricale	5	54,3
346	3	11	3	Forricale	6	43,9
347	3	11	3	Forricale	7	52,6
348	3	11	3	Forricale	8	56
349	3	11	3	Forricale	9	47,7
350	3	11	3	Forricale	10	62,3
351	3	12	4	Madraki	1	24
352	3	12	4	Madraki	2	54,2
353	3	12	4	Madraki	3	22,6

354	3	12	4	Madraki	4	50
355	3	12	4	Madraki	5	58,8
356	3	12	4	Madraki	6	43,7
357	3	12	4	Madraki	7	52,8
358	3	12	4	Madraki	8	51,6
359	3	12	4	Madraki	9	24,8
360	3	12	4	Madraki	10	58,9

Πίνακας 5Σ: Μετρήσεις του φθορισμού των γενοτύπων των τριών επαναλήψεων του πειράματος.

Αριθμός	Επανάληψη	Πειραματικό τεμάχιο	Γενότυπος	Όνομα γενοτύπου	Μέτρηση	Φθορισμός μm
1	1	1	1	Αλκμήνη	1	0,393
2	1	1	1	Αλκμήνη	2	0,36
3	1	1	1	Αλκμήνη	3	0,418
4	1	1	1	Αλκμήνη	4	0,372
5	1	1	1	Αλκμήνη	5	0,405
6	1	2	2	Δάδα	1	0,214
7	1	2	2	Δάδα	2	0,51
8	1	2	2	Δάδα	3	0,532
9	1	2	2	Δάδα	4	0,597
10	1	2	2	Δάδα	5	0,234
11	1	3	3	Forricale	1	0,18
12	1	3	3	Forricale	2	0,395
13	1	3	3	Forricale	3	0,344
14	1	3	3	Forricale	4	0,366
15	1	3	3	Forricale	5	0,331
16	1	4	4	Madraki	1	0,442
17	1	4	4	Madraki	2	0,224
18	1	4	4	Madraki	3	0,613
19	1	4	4	Madraki	4	0,541
20	1	4	4	Madraki	5	0,398
21	1	5	5	Oceania	1	0,485
22	1	5	5	Oceania	2	0,535
23	1	5	5	Oceania	3	0,419
24	1	5	5	Oceania	4	0,508
25	1	5	5	Oceania	5	0,37
26	1	6	6	Satiro	1	0,343
27	1	6	6	Satiro	2	0,249
28	1	6	6	Satiro	3	0,267
29	1	6	6	Satiro	4	0,228
30	1	6	6	Satiro	5	0,414
31	1	7	7	Scudo	1	0,306

32	1	7	7	Scudo	2	0,129
33	1	7	7	Scudo	3	0,597
34	1	7	7	Scudo	4	0,55
35	1	7	7	Scudo	5	0,18
36	1	8	8	Sileno	1	0,275
37	1	8	8	Sileno	2	0,609
38	1	8	8	Sileno	3	0,485
39	1	8	8	Sileno	4	0,473
40	1	8	8	Sileno	5	0,343
41	1	9	9	Θίσβη	1	0,712
42	1	9	9	Θίσβη	2	0,418
43	1	9	9	Θίσβη	3	0,523
44	1	9	9	Θίσβη	4	0,357
45	1	9	9	Θίσβη	5	0,482
46	1	10	10	Titus	1	0,233
47	1	10	10	Titus	2	0,342
48	1	10	10	Titus	3	0,412
49	1	10	10	Titus	4	0,486
50	1	10	10	Titus	5	0,397
51	1	11	11	TT11	1	0,285
52	1	11	11	TT11	2	0,337
53	1	11	11	TT11	3	0,424
54	1	11	11	TT11	4	0,571
55	1	11	11	TT11	5	0,5
56	1	12	12	Αρήτη	1	0,23
57	1	12	12	Αρήτη	2	0,34
58	1	12	12	Αρήτη	3	0,435
59	1	12	12	Αρήτη	4	0,28
60	1	12	12	Αρήτη	5	0,489
61	2	1	10	Titus	1	0,348
62	2	1	10	Titus	2	0,427
63	2	1	10	Titus	3	0,342
64	2	1	10	Titus	4	0,14
65	2	1	10	Titus	5	0,21
66	2	2	12	Αρήτη	1	0,405
67	2	2	12	Αρήτη	2	0,52

68	2	2	12	Αρήτη	3	0,594
69	2	2	12	Αρήτη	4	0,221
70	2	2	12	Αρήτη	5	0,745
71	2	3	8	Sileno	1	0,693
72	2	3	8	Sileno	2	0,724
73	2	3	8	Sileno	3	0,577
74	2	3	8	Sileno	4	0,508
75	2	3	8	Sileno	5	0,455
76	2	4	6	Satiro	1	0,581
77	2	4	6	Satiro	2	0,226
78	2	4	6	Satiro	3	0,472
79	2	4	6	Satiro	4	0,497
80	2	4	6	Satiro	5	0,201
81	2	5	2	Δάδα	1	0,378
82	2	5	2	Δάδα	2	0,501
83	2	5	2	Δάδα	3	0,235
84	2	5	2	Δάδα	4	0,452
85	2	5	2	Δάδα	5	0,519
86	2	6	11	TT11	1	0,425
87	2	6	11	TT11	2	0,306
88	2	6	11	TT11	3	0,428
89	2	6	11	TT11	4	0,299
90	2	6	11	TT11	5	0,313
91	2	7	7	Scudo	1	0,194
92	2	7	7	Scudo	2	0,227
93	2	7	7	Scudo	3	0,321
94	2	7	7	Scudo	4	0,356
95	2	7	7	Scudo	5	0,227
96	2	8	9	Θίσβη	1	0,551
97	2	8	9	Θίσβη	2	0,474
98	2	8	9	Θίσβη	3	0,481
99	2	8	9	Θίσβη	4	0,371
100	2	8	9	Θίσβη	5	0,411
101	2	9	1	Αλκμήνη	1	0,308
102	2	9	1	Αλκμήνη	2	0,671
103	2	9	1	Αλκμήνη	3	0,486

104	2	9	1	Αλκμήνη	4	0,497
105	2	9	1	Αλκμήνη	5	0,506
106	2	10	5	Oceania	1	0,504
107	2	10	5	Oceania	2	0,442
108	2	10	5	Oceania	3	0,54
109	2	10	5	Oceania	4	0,448
110	2	10	5	Oceania	5	0,487
111	2	11	3	Forricale	1	0,617
112	2	11	3	Forricale	2	0,672
113	2	11	3	Forricale	3	0,493
114	2	11	3	Forricale	4	0,447
115	2	11	3	Forricale	5	0,503
116	2	12	4	Madraki	1	0,571
117	2	12	4	Madraki	2	0,555
118	2	12	4	Madraki	3	0,557
119	2	12	4	Madraki	4	0,517
120	2	12	4	Madraki	5	0,41
121	3	1	5	Oceania	1	0,242
122	3	1	5	Oceania	2	0,311
123	3	1	5	Oceania	3	0,59
124	3	1	5	Oceania	4	0,687
125	3	1	5	Oceania	5	0,263
126	3	2	8	Sileno	1	0,643
127	3	2	8	Sileno	2	0,676
128	3	2	8	Sileno	3	0,286
129	3	2	8	Sileno	4	0,506
130	3	2	8	Sileno	5	0,304
131	3	3	11	TT11	1	0,62
132	3	3	11	TT11	2	0,334
133	3	3	11	TT11	3	0,506
134	3	3	11	TT11	4	0,532
135	3	3	11	TT11	5	0,642
136	3	4	1	Αλκμήνη	1	0,181
137	3	4	1	Αλκμήνη	2	0,527
138	3	4	1	Αλκμήνη	3	0,505
139	3	4	1	Αλκμήνη	4	0,442

140	3	4	1	Αλκμήνη	5	0,569
141	3	5	7	Scudo	1	0,658
142	3	5	7	Scudo	2	0,609
143	3	5	7	Scudo	3	0,503
144	3	5	7	Scudo	4	0,536
145	3	5	7	Scudo	5	0,375
146	3	6	2	Δάδα	1	0,355
147	3	6	2	Δάδα	2	0,634
148	3	6	2	Δάδα	3	0,613
149	3	6	2	Δάδα	4	0,549
150	3	6	2	Δάδα	5	0,595
151	3	7	10	Titus	1	0,595
152	3	7	10	Titus	2	0,37
153	3	7	10	Titus	3	0,375
154	3	7	10	Titus	4	0,604
155	3	7	10	Titus	5	0,597
156	3	8	9	Θίσβη	1	0,466
157	3	8	9	Θίσβη	2	0,237
158	3	8	9	Θίσβη	3	0,26
159	3	8	9	Θίσβη	4	0,449
160	3	8	9	Θίσβη	5	0,351
161	3	9	6	Satiro	1	0,226
162	3	9	6	Satiro	2	0,343
163	3	9	6	Satiro	3	0,286
164	3	9	6	Satiro	4	0,322
165	3	9	6	Satiro	5	0,311
166	3	10	12	Αρήτη	1	0,555
167	3	10	12	Αρήτη	2	0,224
168	3	10	12	Αρήτη	3	0,429
169	3	10	12	Αρήτη	4	0,305
170	3	10	12	Αρήτη	5	0,294
171	3	11	3	Forricale	1	0,389
172	3	11	3	Forricale	2	0,538
173	3	11	3	Forricale	3	0,454
174	3	11	3	Forricale	4	0,587
175	3	11	3	Forricale	5	0,186

176	3	12	4	Madraki	1	0,51
177	3	12	4	Madraki	2	0,286
178	3	12	4	Madraki	3	0,279
179	3	12	4	Madraki	4	0,262
180	3	12	4	Madraki	5	0,466

Πίνακας 6Σ: Μετρήσεις της φωτοσύνθεσης, της ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης CO₂, της στοματικής αγωγιμότητας και της διαπνοής των γενοτύπων των τριών επαναλήψεων του πειράματος.

Αριθμός	Επανάληψη	Πειραματικό Τεμάχιο	Γενότυπος	Όνομα γενοτύπου	Μέτρηση	Τελικό ύψοςcm
1	1	1	1	Αλκμήνη	1	102
2	1	1	1	Αλκμήνη	2	102
3	1	1	1	Αλκμήνη	3	102
4	1	2	2	Δάδα	1	95
5	1	2	2	Δάδα	2	95
6	1	2	2	Δάδα	3	95
7	1	3	3	Forricale	1	132
8	1	3	3	Forricale	2	132
9	1	3	3	Forricale	3	132
10	1	4	4	Madraki	1	133
11	1	4	4	Madraki	2	133
12	1	4	4	Madraki	3	133
13	1	5	5	Oceania	1	102
14	1	5	5	Oceania	2	102
15	1	5	5	Oceania	3	102
16	1	6	6	Satiro	1	113
17	1	6	6	Satiro	2	113
18	1	6	6	Satiro	3	113
19	1	7	7	Scudo	1	121
20	1	7	7	Scudo	2	121
21	1	7	7	Scudo	3	121
22	1	8	8	Sileno	1	126
23	1	8	8	Sileno	2	126
24	1	8	8	Sileno	3	126
25	1	9	9	Θίσβη	1	98
26	1	9	9	Θίσβη	2	98
27	1	9	9	Θίσβη	3	98
28	1	10	10	Titus	1	113
29	1	10	10	Titus	2	113
30	1	10	10	Titus	3	113
31	1	11	11	TT11	1	136

32	1	11	11	TT11	2	136
33	1	11	11	TT11	3	136
34	1	12	12	Αρήτη	1	120
35	1	12	12	Αρήτη	2	120
36	1	12	12	Αρήτη	3	120
37	2	1	10	Titus	1	117
38	2	1	10	Titus	2	117
39	2	1	10	Titus	3	117
40	2	2	12	Αρήτη	1	116
41	2	2	12	Αρήτη	2	116
42	2	2	12	Αρήτη	3	116
43	2	3	8	Sileno	1	120
44	2	3	8	Sileno	2	120
45	2	3	8	Sileno	3	120
46	2	4	6	Satiro	1	114
47	2	4	6	Satiro	2	114
48	2	4	6	Satiro	3	114
49	2	5	2	Δάδα	1	96
50	2	5	2	Δάδα	2	96
51	2	5	2	Δάδα	3	96
52	2	6	11	TT11	1	134
53	2	6	11	TT11	2	134
54	2	6	11	TT11	3	134
55	2	7	7	Scudo	1	120
56	2	7	7	Scudo	2	120
57	2	7	7	Scudo	3	120
58	2	8	9	Θίσβη	1	98
59	2	8	9	Θίσβη	2	98
60	2	8	9	Θίσβη	3	98
61	2	9	1	Αλκμήνη	1	100
62	2	9	1	Αλκμήνη	2	100
63	2	9	1	Αλκμήνη	3	100
64	2	10	5	Oceania	1	99
65	2	10	5	Oceania	2	99
66	2	10	5	Oceania	3	99
67	2	11	3	Forricale	1	124

68	2	11	3	Forricale	2	124
69	2	11	3	Forricale	3	124
70	2	12	4	Madraki	1	127
71	2	12	4	Madraki	2	127
72	2	12	4	Madraki	3	127
73	3	1	5	Oceania	1	103
74	3	1	5	Oceania	2	103
75	3	1	5	Oceania	3	103
76	3	2	8	Sileno	1	119
77	3	2	8	Sileno	2	119
78	3	2	8	Sileno	3	119
79	3	3	11	TT11	1	142
80	3	3	11	TT11	2	142
81	3	3	11	TT11	3	142
82	3	4	1	Αλκμήνη	1	110
83	3	4	1	Αλκμήνη	2	110
84	3	4	1	Αλκμήνη	3	110
85	3	5	7	Scudo	1	118
86	3	5	7	Scudo	2	118
87	3	5	7	Scudo	3	118
88	3	6	2	Δάδα	1	114
89	3	6	2	Δάδα	2	114
90	3	6	2	Δάδα	3	114
91	3	7	10	Titus	1	118
92	3	7	10	Titus	2	118
93	3	7	10	Titus	3	118
94	3	8	9	Θίσβη	1	102
95	3	8	9	Θίσβη	2	102
96	3	8	9	Θίσβη	3	102
97	3	9	6	Satiro	1	120
98	3	9	6	Satiro	2	120
99	3	9	6	Satiro	3	120
100	3	10	12	Αρήτη	1	122
101	3	10	12	Αρήτη	2	122
102	3	10	12	Αρήτη	3	122
103	3	11	3	Forricale	1	129

104	3	11	3	Forricale	2	129
105	3	11	3	Forricale	3	129
106	3	12	4	Madraki	1	142
107	3	12	4	Madraki	2	142
108	3	12	4	Madraki	3	142

Πίνακας 7Σ: Συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν.

	ΑΠΟΔΟΣΗ
ΥΨΟΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	0,237
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ	0,286
ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ	-0,212
ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ	-0,214
ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	-0,189
ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΑΠΝΟΗΣ	-0,170
ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CO ₂	-0,080
ΠΡΩΤΕΪΝΗ	-0,094
ΥΓΡΑΣΙΑ	-0,130
ΆΜΥΛΟ	0,184
ΥΓΡΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ	-0,049
ΤΙΜΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (ZELENY TEST)	-0,084

Πίνακας 8Σ: Συσχετίσεις μεταξύ των γνωρισμάτων που μελετήθηκαν.

	ΥΨΟΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ	-0,021
ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ	-0,074
ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ	-0,153
ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	0,152
ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΑΠΝΟΗΣ	0,044
ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CO ₂	0,107

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ



Εικόνα 1Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Πηγή: Ι. Ν. Ξυνιάς.



Εικόνες 2Σ(επάνω), 3Σ(κάτω): Άποψη του πειραματικού αγρού. Πηγή:Κατερίνα Κουρουκλίδου.



Εικόνες 4Σ (επάνω),5Σ (κάτω): Άποψη του πειραματικού αγρού πριν τον αλωνισμό. Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.



Εικόνα 6Σ: Άποψη του πειραματικού αγρού πριν τον αλωνισμό. Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.



Εικόνα 7Σ: Οι σπόροι μετά τον αλωνισμό. Πηγή: Τζούρα Ειρήνη.