

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ**  
**ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»**

**Αξιολόγηση ελληνικών ποικιλιών μαλακού σιταριού**  
**για αντοχή στην ξηρασία.**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας της  
Σχολής Γεωπονικών Επιστημών

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

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

**ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Κ. ΜΙΜΗΤΟΥ**

Φλώρινα, Νοέμβριος 2024

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

Υπογραφή

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Κ. ΜΙΜΗΤΟΥ

*«Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την ΕΕ του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών (Φλώρινα) του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τον νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Παραγωγή, πιστοποίηση και διακίνηση φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού». Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:*

- Λαζαρίδου Θεανώ (Επιβλέπουσα)*
- Παπαθανασίου Φωκίων (Μέλος)*
- Παπαπαναγιώτου Αριστείδης (Μέλος)*

*Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής από το Τμήμα Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.»*

Μετά την ολοκλήρωση της εκπόνησης αυτής της πειραματικής μελέτης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Λαζαρίδου Θεανώ, για την ανάθεση του θέματος, για την καθοδήγηση, την εξαιρετική συνεργασία, τις πολύτιμες συμβουλές της, καθώς και την κατανόηση και τη στήριξη που μου έδειξε σε όλη αυτή την προσπάθεια, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της μελέτης αυτής.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω επίσης στους κυρίους Παπαθανασίου Φωκίων και Παπαπαναγιώτου Αριστείδη για την κριτική ανάγνωση του κειμένου κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες	4
Περιεχόμενα	5
Περίληψη	7
Abstract	8
<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>10</b>
<b>2.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΑΣ</b>	<b>13</b>
2.1 Το σιτάρι	13
2.1.1 Καταγωγή και εξημέρωση	13
2.1.2 Βοτανική κατάταξη	13
2.1.3 Χρήσεις σιταριού	14
2.1.4 Στάδια ανάπτυξης σιταριού	15
2.1.5 Οικολογικές απαιτήσεις	19
2.2 Υδατικές σχέσεις	19
2.2.1 Ο ρόλος του νερού στην αύξηση και ανάπτυξη του φυτού	19
2.2.2 Υδατική καταπόνηση	20
2.2.3 Επίδραση της ξηρασίας στα φυτά	21
2.2.4 Επίδραση της ξηρασίας στο σιτάρι	25
2.2.5 Στρατηγικές αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης	27
2.2.6 Προσαρμογή και Εγκλιματισμός	29
2.3 Ο ρόλος της προλίνης στα φυτά	30
2.4 Χρήση πολυαιθυλενικής γλυκόλης για πρόκληση υδατικής καταπόνησης	32
<b>3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>36</b>
3.1 Φυτικό υλικό	36
3.2 Πειραματικό σχέδιο	37
3.3 Στατιστική ανάλυση	39
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>43</b>
4.1 Ύψος φυτού	43
4.2 Μήκος στάχυος με άγανα	47
4.3 Μήκος στάχυος	51
4.4 Απόδοση σε σπόρο ανά φυτό	56
4.5 Συγκέντρωση προλίνης	60

<b>4.6 Αριθμός αδελφιών</b>	<b>65</b>
<b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>66</b>
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>69</b>
<b>Βιβλιογραφικές αναφορές</b>	<b>71</b>
<b>Παράρτημα</b>	<b>83</b>
<b>Πίνακες δεδομένων</b>	

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της ανθεκτικότητας στην ξηρασία 7 ελληνικών ποικιλιών μαλακού σιταριού. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Απολλωνία, ο Αχελώος, η Δοϊράνη, ο Νέστος, ο Ορφέας, ο Στρυμόνας και η Τζενερόζο. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο σε περιοχή του νομού Φλώρινας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2020-2021. Ο προσδιορισμός της ανθεκτικότητας πραγματοποιήθηκε *in vivo* σε ελεγχόμενες συνθήκες (φυτά σε γλάστρες) με τη μελέτη της συμπεριφοράς των φυτών κάτω από την επίδραση διαφορετικών επιπέδων υδατικής καταπόνησης, η οποία προκλήθηκε με τη χρήση πολυαιθυλενικής γλυκόλης (0%, 5%, 10% και 15% PEG). Η έναρξη της εφαρμογής της καταπόνησης έγινε στο στάδιο διόγκωσης του κολεού και συνεχίστηκε μέχρι την έναρξη της ωρίμανσης των φυτών. Κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκαν το ύψος των φυτών, το μήκος στάχυος με άγανα, το μήκος στάχυος, ο αριθμός των αδελφιών ανά φυτό, η απόδοση σπόρου ανά φυτό, καθώς και η συγκέντρωση προλίνης στα φυτά ως απόκριση στην επίδραση της ξηρασίας.

Η πίεση ξηρασίας που προκλήθηκε από τη χρήση των διαλυμάτων πολυαιθυλενικής γλυκόλης σε διάφορες συγκεντρώσεις επηρέασε αρνητικά το ύψος των φυτών, το μήκος στάχυος, τον αριθμό των αδελφιών και την απόδοση σπόρου ανά φυτό, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση στο μήκος στάχυος με άγανα και στη συγκέντρωση προλίνης. Παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, τόσο μεταξύ των ποικιλιών, όσο και μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Οι ποικιλίες Τζενερόζο και Ορφέας εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση προλίνης, ενώ η Δοϊράνη τη μικρότερη. Η ποικιλία Τζενερόζο εμφάνισε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση προλίνης στην επίδραση με 10% PEG, ενώ ταυτόχρονα στα ίδια επίπεδα υδατικής καταπόνησης σημείωσε και τη μικρότερη ποσοστιαία μείωση του βάρους. Ο Ορφέας στη μεταχείριση με 15% PEG παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση προλίνης και το μεγαλύτερο βάρος από όλες τις ποικιλίες. Ωστόσο δεν είναι δυνατή η εξαγωγή ασφαλούς συμπεράσματος από την παρούσα μελέτη για την πιο ανθεκτική ποικιλία και απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: μαλακό σιτάρι, υδατική καταπόνηση, πολυαιθυλενική γλυκόλη, προλίνη

## ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the drought resistance of 7 Greek bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars Acheloos, Apolonia, Generoso, Doirani, Nestos, Strimonas, and Orpheus, that have been grown in the Cereal Institute of Thessaloniki that belongs to ELGO Dimitra. These varieties were cultured in a greenhouse (in pots) and evaluated at three levels of drought treatment using three different concentrations of polyethylene glycol (5, 10% and 15% PEG 8000) . The stress application started at the stage of booting and ended at the maturity beginning of the plants . Ten replications were used for each treatment (7 varieties x 4 treatments x 10 replications = 280 pots). During the growing period, the plants height, the length of spike with awns, the length of spike, the number of tillers per plant, grain yield per plant and the concentration of proline in the plants treated as a response to the drought were measured. The statistical analysis of the data showed that there were statistically significant differences among the varieties, the concentrations of PEG and their interactions. The drought treatment reduced the plant height ,the length of spike, the tillers number and the grain yield per plant of the cultivars studied, whereas it increased the length of spike with awns and proline concentration. The highest value of proline was estimated in plants cultivar Generoso and Orpheus while Doirani had the lowest concentration. Generoso showed the highest proline concentration in the effect with 10% PEG while at the same time, at the same levels of water stress, it also showed the smallest percentage reduction in weight. Under the effect of 15% PEG Orpheus showed the highest proline concentration and the heavier weight in comparison to the other cultivars. However, it is not possible to draw a safe conclusion from the present study about the most resistant variety and further research is needed.

**KEY WORDS:** common wheat, drought stress, polyethylene glycol, proline

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σιτάρι από την εξημέρωσή του μέχρι και σήμερα αποτελεί βασικό και απαραίτητο αγαθό για τη διατροφή του ανθρώπου, καθώς εξασφαλίζει παγκοσμίως το 20% της καθημερινής πρόσληψης θερμίδων και πρωτεϊνών, και έναν από τους βασικούς πυλώνες της επισιτιστικής ασφάλειας (Braun and Reynolds, 2022). Κατά την Πράσινη Επανάσταση, επιτεύχθηκε μεγάλη αύξηση στις αποδόσεις των σιτηρών, γεγονός που συνετέλεσε στην προστασία του κόσμου από μεγάλο λιμό (Datt and Ravallion, 1998; Byerlee and Renkow, 2010). Η αλματώδης αυτή βελτίωση της παραγωγικότητας αποδόθηκε στη δημιουργία των νέων ημιάνων ποικιλιών υψηλής παραγωγικότητας και την προώθηση αυτών μέσω της εφαρμοζόμενης αγροτικής πολιτικής, καθώς και στην εισροή λιπασμάτων και την ανάπτυξη αρδευτικών υποδομών. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια ο ρυθμός αύξησης της απόδοσης παραμένει σταθερός ή και στάσιμος (Braun et al., 2013). Την ίδια ώρα ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται συνεχώς, ενώ παρατηρείται και μία αύξηση στη ζήτηση του σιταριού, κυρίως από τις αναπτυσσόμενες χώρες (Nelson et al., 2010).

Ταυτόχρονα με τα παραπάνω, η ανθρωπότητα σήμερα έρχεται αντιμέτωπη με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, που σύμφωνα με τους επιστήμονες θα έχει ως αποτέλεσμα έντονα και απρόβλεπτα καιρικά φαινόμενα, αύξηση της θερμοκρασίας και των επιπέδων του CO<sub>2</sub>, όπως και την εμφάνιση εκτεταμένης ξηρασίας. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, εξαιτίας της συνεχιζόμενης αύξησης της θερμοκρασίας και των επιπέδων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μεταβολή των μοτίβων βροχόπτωσης και της κατανομής της (Yang et al., 2019; Yin et al., 2018). Η κύρια αιτία για την εμφάνιση της ξηρασίας είναι οι περιορισμένες βροχοπτώσεις, ωστόσο η κατάσταση επιδεινώνεται και από την απώλεια νερού από το έδαφος, μέσω της εξάτμισης, που οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες, την υψηλή ένταση φωτός και τον ξηρό άνεμο (Cohen et al., 2021). Τα ακραία καιρικά φαινόμενα που παρατηρούνται συχνότερα λόγω της κλιματικής αλλαγής σε πολλά μέρη του κόσμου περιλαμβάνουν επίσης αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης. Κατά συνέπεια, οι ξηρές περιοχές γίνονται ξηρότερες και οι υγρές περιοχές γίνονται ακόμη πιο υγρές. Ως αποτέλεσμα, τα δημητριακά εκτίθενται πλέον σε διάφορες συνθήκες καταπόνησης που σχετίζονται με το νερό μέσα σε μία καλλιεργητική περίοδο (Liu and Allan, 2013).

Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες καταπόνησης αποτελούν βασικές αιτίες για τη μείωση της δυναμικής παραγωγικότητας των φυτών και η αντιμετώπιση και διαχείρισή τους στοχεύουν στην αύξηση της αποδοτικότητας όσο πιο κοντά γίνεται στη μέγιστη αποδοτικότητα κάθε γενοτύπου. Στο σιτάρι οι απώλειες στην παραγωγή οφείλονται περισσότερο σε αβιοτικούς παράγοντες, όπως η αλατότητα, η ξηρασία και η υψηλή θερμοκρασία, παρά σε βιοτικούς (Abhinandan et al., 2018). Από τους αβιοτικούς παράγοντες η έλλειψη νερού αποτελεί τη βασική αιτία που επηρεάζει αρνητικά την απόδοσή του (Pareek et al., 2011).

Στις μέρες μας οι επιστήμονες έρχονται αντιμέτωποι με νέες προκλήσεις που καλούνται να διευθετήσουν. Σήμερα, και κάτω από την απειλή της κλιματικής αλλαγής, αποτελεί στόχο η μείωση εισροών στις καλλιέργειες, αφού παρά το μεγάλο όφελος στην αύξηση της αποδοτικότητας, υπήρξαν και αρνητικές συνέπειες, όπως επιβάρυνση του περιβάλλοντος, αύξηση του κόστους παραγωγής με αντίκτυπο στις τιμές των προϊόντων και πλήρης εξάρτηση των καλλιεργειών από αυτές. Επιπλέον το νερό αποτελεί περιορισμένο πόρο, καθώς η μείωση των βροχοπτώσεων έχει ως επακόλουθο και τη μείωση των αποθεμάτων νερού. Αυτό καθιστά αναγκαία την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση και τον περιορισμό της όπου είναι περισσότερο απαραίτητη, καθώς και την υιοθέτηση αρδευτικών συστημάτων που θα εξασφαλίζουν οικονομία νερού.

Με την αυξανόμενη ξηρασία και την ανεπάρκεια αποθεμάτων νερού, αναμένεται να αυξηθεί η καλλιέργεια του σιταριού κάτω από μη αρδευόμενες συνθήκες, αφού μεταξύ των σημαντικότερων καλλιεργειών είναι το πιο ανθεκτικό στην ξηρασία και με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (Ortiz et al., 2008). Η ξηρασία, ανάλογα με την ένταση, τη διάρκεια και το στάδιο ανάπτυξης κατά το οποίο επιδρά προκαλεί αλλαγές σε μορφολογικό, φυσιολογικό, βιοχημικό και μοριακό επίπεδο, που οδηγούν στη μείωση της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών και κατ' επέκταση στη μείωση της απόδοσης ( Chachar et al., 2016). Η μείωση αυτή σύμφωνα με τους Wan et al., (2022) εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το είδος της ξηρασίας, τον τύπο του εδάφους, τα επίπεδα εφαρμογής αζώτου, το είδος του σιταριού, τη μέση ετήσια βροχόπτωση και τη μέση ετήσια θερμοκρασία.

Για τους σκοπούς της παραγωγής και της βελτίωσης της απόδοσης των καλλιεργειών, η ανάπτυξη ποικιλιών ανθεκτικών στην ξηρασία είναι η καλύτερη επιλογή (Siddique et al., 2000). Η σύγχρονη έρευνα εστιάζει στη δημιουργία και αξιοποίηση γενοτύπων

ικανών να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και να εξασφαλίσουν ικανοποιητικές αποδόσεις, που θα κάνουν ταυτόχρονα το προϊόν μια συμφέρουσα καλλιέργεια. Η δημιουργία ποικιλιών σιταριού ανθεκτικών στην ξηρασία αποτελούσε πάντα στόχο των βελτιωτών, γιατί η έλλειψη νερού αποτελεί κοινό πρόβλημα για πολλές περιοχές του κόσμου όπου καλλιεργείται το σιτάρι (Moustafa et al., 1996). Ωστόσο το έργο τους δυσχεραίνει η αλληλεπίδραση του γενότυπου με πολλούς παράγοντες. Ακόμα και η ίδια η επίδραση της ξηρασίας διαφέρει και εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια, αλλά και τον χρόνο κατά τον οποίο εμφανίζεται (French και Schultz, 1984). Η σχέση μεταξύ της αύξησης του φυτού και της υδατικής κατάστασης του εδάφους, δεν εξαρτάται μόνο από τη φυσιολογία του φυτού, αλλά και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, που επηρεάζουν τον ρυθμό πρόσληψης νερού και την απώλεια υγρασίας από τα φυτά (Jarvis, 1963).

Η πολυαιθυλενική γλυκόλη PEG, ένα σάκχαρο μεγάλου μοριακού βάρους, χρησιμοποιείται συνήθως σε πειραματικά περιβάλλοντα για τη δημιουργία ελεγχόμενου ελλείμματος νερού, καθώς μιμείται τις συνθήκες ξηρασίας μειώνοντας το υδατικό δυναμικό του μέσου ανάπτυξης. Με την ανάλυση βασικών μορφολογικών και αγρονομικών παραμέτρων, όπως το ύψος των φυτών, το μήκος των στάχυων, το βάρος των σπόρων και τη συγκέντρωση προλίνης υπό διαφορετικά επίπεδα υδατικής καταπόνησης, η παρούσα έρευνα επιδιώκει να προσδιορίσει ποιες ποικιλίες μαλακού σιταριού είναι καλύτερα προσαρμοσμένες σε συνθήκες ξηρασίας. Έχει αναφερθεί ευρέως ότι τα φυτικά κύτταρα επιτυγχάνουν την ωσμωτική τους προσαρμογή με τη συσσώρευση κάποιου είδους συμβατών διαλυτών ουσιών, όπως η προλίνη, η βεταΐνη και οι πολυόλες για την προστασία των μεμβρανών και των πρωτεϊνών. Οι συμβατές διαλυτές ουσίες υπερπαραγονται υπό ωσμωτικό στρες, με στόχο τη διευκόλυνση της ωσμωτικής προσαρμογής (Shao et al., 2005). Η συγκέντρωση προλίνης συνιστάται ως παράμετρος για τον προσδιορισμό της ανοχής στο στρες (Hong et al., 2002). Σύμφωνα με τον Hare et al., η συσσώρευση προλίνης συνδέεται με την απόκριση των φυτών στην υδατική καταπόνηση.

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της απόκρισης επτά ποικιλιών μαλακού σιταριού σε διαφορετικά επίπεδα υδατικής καταπόνησης, με τη χρήση πολυαιθυλενικής γλυκόλης (PEG).



## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ

#### 2.1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΞΗΜΕΡΩΣΗ

Η καλλιέργεια του σιταριού ξεκίνησε εδώ και πάνω από 10.000 χρόνια και η εξημέρωσή του πιστεύεται ότι πραγματοποιήθηκε στη λεγόμενη «Εύφορη Ημισέληνο», μία περιοχή στη Μέση Ανατολή, που εκτείνεται από την Ιορδανία, την Παλαιστίνη και το Λίβανο μέχρι τη Συρία, Τουρκία, Ιράκ και Ιράν (Braidwood et al., 1969). Η εξημέρωση των φυτών προκύπτει από τη συνεχή επιλογή των φαινοτύπων εκείνων των άγριων ειδών που ικανοποιούν τις ανάγκες του ανθρώπου. Αυτή η συνεχής επιλογή των επιθυμητών χαρακτηριστικών είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ειδών, τα οποία διαφέρουν κατά πολύ από τους προγόνους τους και με συνέπεια πολλές φορές την απώλεια της ικανότητας τους να επιζήσουν μόνα τους στη φύση.

Στο σιτάρι, οι πιο σημαντικές αλλαγές που συνέβησαν λόγω της εξημέρωσής του ήταν η απώλεια του ληθάργου των σπερμάτων, ο γυμνός σπόρος, που συγκριτικά με τον ντυμένο σπόρο των προγόνων όπου τα λέπυρα δεν αποχωρίζονταν από τον σπόρο, διευκολύνουν την επεξεργασία του, και η ανάπτυξη της σκληρής ράχης. Το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό είναι επιθυμητό από τον καλλιεργητή, γιατί έτσι δεν πέφτει ο σπόρος και δεν χάνεται μέρος της παραγωγής, όμως καθιστά το σιτάρι ανίκανο να αναπαραχθεί χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, αφού η εύθραυστη ράχη, χαρακτηριστικό του αρχέγονου τύπου, εξυπηρετούσε τη διασπορά του σπόρου και εξασφάλιζε την αναπαραγωγή του.

#### 2.1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Το σιτάρι (*Triticum sp. L.*) είναι μέλος της οικογένειας *Poaceae* (Αγρωστώδη) και ανήκει στην υποοικογένεια *Pooideae* και στη φυλή *Triticeae*. Το γένος *Triticum* περιλαμβάνει διάφορα είδη από τα οποία αυτά με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία είναι το μαλακό (*Triticum aestivum ssp. Aestivum*) και το σκληρό (*Triticum turgidum ssp. Durum*) σιτάρι (Καραμάνος, 1999). Τα δύο αυτά είδη διαφέρουν ως προς τη γονιδιωματική τους σύνθεση, τη σύνθεση του σπόρου και την τελική τους χρήση.

Η σύγχρονη ταξινόμηση του σιταριού βασίστηκε σε κυτογενετικές μελέτες με βάση τις ομάδες των χρωμοσωμάτων που περιέχουν, όπως Α, Β και D. Ανάλογα με τον βαθμό πολυπλοειδίας, τα είδη του σιταριού διακρίνονται σε τρεις ομάδες, τα διπλοειδή ΑΑ ( $2n=14$ ), τα τετραπλοειδή ΑΑΒΒ ( $2n=28$ ) και τα εξαπλοειδή ΑΑΒΒDΔ ( $2n=42$ ). Τελευταία αναφέρεται και μια επιπλέον ομάδα χρωμοσωμάτων με το γονιδίωμα G στην ομάδα των τετραπλοειδών ειδών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012), η οποία μοιάζει αρκετά με την Β και προσδιορίστηκε στο είδος *Triticum timopheevi*, με γένωμα ΑΑGΓ. Το *T. timopheevi* χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή κυτοπλασματικής ανδρoστεϊρότητας και παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε ασθένειες όπως σκωριάσεις, οΐδιο, δαυλίτη κ.α. (Stoskopf, 1985). Το γεγονός ότι αυτές οι ομάδες διαθέτουν κοινό το γονιδίωμα Α υποδηλώνει την ύπαρξη ενός κοινού προγόνου.

Το μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum* L.) και το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) προέκυψαν μέσω της δημιουργίας πολυπλοειδικών σειρών. Με την ένωση των γενομάτων δύο διπλοειδών ειδών του *Triticum uratru* που έδωσε το Α γένωμα και του *Aegilops speltoides* που έδωσε το Β γένωμα προέκυψε το τετραπλοειδές *Triticum turgidum* L.subsp. Αυτό το τετραπλοειδές σιτάρι, από το οποίο προέκυψε το σκληρό σιτάρι, είναι πιο δυνατό, δίνει καλύτερες αποδόσεις και προσαρμόζεται σε μεγαλύτερο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών σε σύγκριση με τους γονείς του (Feuillet et al, 2008). Διασταύρωση του *Triticum turgidum* L.subsp με το *Aegilops tauchii* (DD) έδωσε το εξαπλοειδές μαλακό σιτάρι (ΑΑΒΒDΔ), το οποίο χάρη στο γονιδίωμα D μπόρεσε να προσαρμοστεί σε πιο ηπειρωτικά κλίματα της κεντρικής Ασίας κι έτσι να καλλιεργηθεί σε μια ευρύτερη περιοχή σε σχέση με τους προγόνους του ( Chantret et al., 2005).

### 2.1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Το σιτάρι χρησιμοποιείται κυρίως για ανθρώπινη κατανάλωση. Η γλουτένη, η πρωτεΐνη που περιέχει ο κόκκος του σιταριού έχει την ικανότητα να σχηματίζει μία συμπαγή και ελαστική ζύμη, που επιτρέπει την παραγωγή διάφορων προϊόντων, βασικών στο ανθρώπινο διαιτολόγιο. Από το μαλακό σιτάρι παράγεται αλεύρι, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή ψωμιού. Το αλεύρι που προέρχεται από το μαλακό σιτάρι χρησιμοποιείται επίσης στην παρασκευή μπισκότων, προϊόντων ζαχαροπλαστικής, noodles, γλουτένης. Σε δευτερεύοντα βαθμό χρησιμοποιείται ως

ζωοτροφή, για την παραγωγή αιθανόλης και μύρας, στην αρωματοποίηση, αλλά και ως βιοκαύσιμο (Μπιλάλης κ.α., 2022).

#### 2.1.4 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Η διάκριση των φυσιολογικών σταδίων ανάπτυξης είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό κρίσιμων σταδίων στον βιολογικό κύκλο των φυτών, κατά τη διάρκεια των οποίων είναι ευαίσθητα σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, αλλά και απαραίτητη για την αποτελεσματικότερη διαχείριση της καλλιέργειας (Μπιλάλης κ.α., 2019).

Το σιτάρι είναι μονοετής καλλιέργεια και ολοκληρώνει τον βιολογικό του κύκλο μέσα σε μία καλλιεργητική περίοδο. Τα δύο κύρια στάδια ανάπτυξης είναι το βλαστικό και αναπαραγωγικό και περιλαμβάνουν το φύτευμα του σπόρου, την πρώτη ανάπτυξη και το αδελφωμα, το καλάμωμα, το ξεστάχιασμα, την άνθηση, το γέμισμα και την ωρίμανση του σπόρου. Η διάρκεια κάθε σταδίου και ο αριθμός των καταβολών κάθε οργάνου εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση γενοτύπου και περιβαλλοντικών συνθηκών (<https://www.kordali.gr>).

##### *Φύτευμα του σπόρου*

Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει με την έκπτυξη της κολεόριζας και της κολεοπτίλης, μετά την απορρόφηση νερού από τον σπόρο και κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας. Οι σπόροι για να φυτρώσουν θα πρέπει να απορροφήσουν υγρασία ίση με το 30-45% του ξηρού τους βάρους, ανάλογα με το είδος, ενώ η ελάχιστη απαιτούμενη θερμοκρασία φυτρώματος είναι οι 4°C και άριστη οι 22-25°C (Καραμάνος, 1999).

##### *Πρώτη ανάπτυξη φυταρίου*

Όταν το κολεόπτιλο κάνει την εμφάνισή του στην επιφάνεια του εδάφους, αρχίζει η έκπτυξη των φύλλων και ακολουθεί η ανάπτυξη των αδελφιών και σχεδόν ταυτόχρονα η εμφάνιση των μόνιμων ριζών. Ο συνολικός αριθμός των φύλλων που αποκτά το φυτό εξαρτάται από τον γενότυπο, τη θερμοκρασία, την ένταση του φωτός και τη θρεπτική κατάσταση του φυτού (<https://www.kordali.gr>) και η τελική φυλλική επιφάνεια

εμφανίζεται μετά την πλήρη ανάπτυξη του φύλλου σημαία, το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στον εφοδιασμό του σπόρου με προϊόντα φωτοσύνθεσης.

Οι μόνιμες ρίζες αντικαθιστούν βαθμιαία τις εμβρυακές και αυξάνουν σε βάρος μέχρι το στάδιο του ξεσταχιάσματος. Το μήκος και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος διαφέρουν ανάμεσα στους γενοτύπους. Ποικιλίες ανθεκτικές στην ξηρασία παρουσιάζουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα από ευπαθείς (Hamblin et al., 1990). Κάτω από συνθήκες έλλειψης P και K το μέγεθος τους μειώνεται, ενώ έλλειψη οξυγόνου, υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και ανεπάρκεια εδαφικής υγρασίας δεν ευνοούν την ανάπτυξη ριζών.

#### *Αδέλφωμα*

Αδέλφωμα είναι ο σχηματισμός νέων βλαστών από οφθαλμούς που βρίσκονται στα γόνυατα του στελέχους λίγο πιο κάτω ή ακριβώς πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Το πρώτο αδελφι εμφανίζεται μαζί με το τέταρτο φύλλο και σταματά με την έναρξη ανάπτυξης του στάχυος και πριν το καλάμωμα (McMaster, 1997). Ο αριθμός των αδελφιών εξαρτάται από τον γενότυπο και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, που επηρεάζουν τη δυνατότητα έκπτυξης των οφθαλμών. Βραχυήμερες συνθήκες, μεγάλη ηλιοφάνεια και χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν την παραγωγή αδελφιών. Επίσης επάρκεια αζώτου και υγρασίας στο έδαφος και αραιή πυκνότητα σποράς επηρεάζουν θετικά το αδελφωμα. Δεν σχηματίζουν στάχυ όλα τα αδελφια και τα περισσότερα πεθαίνουν πριν την άνθηση (Gallagher and Biscoe, 1978). Σε κάθε φυτό παράγονται 1-3 γόνιμα αδελφια, τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της απόδοσης. Το μήκος του στάχυος και ο αριθμός και το βάρος των κόκκων ανά ταξιανθία είναι μικρότερα στα αδελφια σε σχέση με τον κεντρικό βλαστό.

#### *Καλάμωμα*

Στο στάδιο αυτό επιμηκύνονται τα μεσογονάτια διαστήματα με γρήγορο ρυθμό και αυξάνεται το μήκος του στελέχους, ενώ ταυτόχρονα αρχίζει η αύξηση των φύλλων, των ριζών και της ταξιανθίας, η οποία φέρεται στο τελευταίο μεσογονάτιο, μέσα στον κολεό του τελευταίου φύλλου (φύλλο-σημαία). Το ύψος του στελέχους είναι χαρακτηριστικό του γενοτύπου, επηρεάζεται όμως και από τις συνθήκες που επικρατούν κατά την ανάπτυξη. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η επάρκεια αζώτου και

νερού ευνοούν την επιμήκυνση των μεσογονατίων, το μήκος των οποίων καθορίζει κυρίως το τελικό ύψος του φυτού.

#### *Αναπαραγωγικό στάδιο*

Η μετάβαση από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο πραγματοποιείται στη φάση του καλαμώνματος. Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την έναρξη αυτής της μετάβασης είναι η εαρινοποίηση, η φωτοπερίοδος, η εαρινοποίηση σε βραχυήμερες συνθήκες σε κάποιες περιπτώσεις και η δημιουργία αρκετών φύλλων. Δεν ανταποκρίνονται όλες οι ποικιλίες σε όλα αυτά τα σήματα, ούτε με τον ίδιο τρόπο (Hay and Kirby, 1991).

Κάποιες ποικιλίες σιταριού είναι απαραίτητο να υποστούν χαμηλές θερμοκρασίες προκειμένου να περάσουν στο αναπαραγωγικό στάδιο (εαρινοποίηση). Το ύψος των θερμοκρασιών καθώς και η διάρκεια της εαρινοποίησης είναι διαφορετικά για τις διάφορες ποικιλίες. Έκθεση των σπόρων ή των νεαρών φυτών σε υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να άρει την εαρινοποίηση (αποεαρινοποίηση) και να παρεμποδιστεί τελικά ο σχηματισμός ανθέων. Σε χειμερινούς τύπους σιταριού οι ανάγκες για εαρινοποίηση μπορούν να αντικατασταθούν πλήρως με την επίδραση βραχυήμερων συνθηκών σε θερμοκρασίες μεταξύ 16°C και 21°C (Evans, 1987). Σχετικά με τη φωτοπερίοδο, οι ποικιλίες των εύκρατων κλιμάτων απαιτούν μακρές ημέρες, ενώ των θερμών κλιμάτων βραχείες.

#### *Έκπτυξη της ταξιανθίας*

Μετά το καλάμωμα ακολουθεί η αύξηση του μεγέθους του στάχυος, που προκαλεί αρχικά τη διόγκωση του κολεού του φύλλου σημαία (φούσκωμα) και τελικά το κατά μήκος σχίσιμό του και την έκπτυξη της ταξιανθίας (ξεστάχασμα). Η εποχή του ξεσταχάσματος αν και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως θερμοκρασία, υγρασία περιβάλλοντος, γονιμότητα εδάφους, εποχή σποράς, ωστόσο αποτελεί χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας. Χαρακτηριστικά, όπως ο αριθμός και η πυκνότητα των σταχυδίων του στάχυος και ο αριθμός των άγονων και γόνιμων ανθέων σε κάθε σταχύδιο, εξαρτώνται από το είδος, την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (Μπιλάλης κ.ά., 2019).

### *Άνθηση*

Σε αυτό το στάδιο οι στήμονες εξέρχονται από τα περιβλήματα του άνθους, αρχικά στην ταξιανθία του κύριου στελέχους και μετά στα αδέρφια. Η άνθηση ξεκινά από το κέντρο του στάχους και συνεχίζει προς τη βάση και την κορυφή για 3 με 5 ημέρες (Peterson, 1965). Στο σιτάρι παρατηρείται το φαινόμενο της κλειστογαμίας, δηλαδή η διάρρηξη των ανθών συμβαίνει πριν ανοίξουν τα άνθη και αυτός είναι ο λόγος που το σιτάρι είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό σε πολύ μεγάλο ποσοστό 96-99%.

### *Γέμισμα του σπόρου*

Μετά τη γονιμοποίηση του άνθους ακολουθεί έντονη κυτταρική διαίρεση και αύξηση του μεγέθους των κυττάρων και σχηματίζεται ο καρπός, που είναι καρύοψη και αποτελείται από το περικάρπιο, το περίβλημα, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Το γέμισμα του καρπού διακρίνεται σε τρία επιμέρους στάδια: υδατώδης καρπός, γαλακτώδης καρπός και στάδια ζύμης (κηρώδης καρπός). Παράγοντες που επηρεάζουν το γέμισμα του σπόρου είναι (Καραμάνος, 1992):

- α) Η θερμοκρασία. Υψηλότερες θερμοκρασίες μειώνουν τη διάρκεια γεμίσματος, αυξάνουν την αναπνοή και προκαλούν γήρανση των φωτοσυνθετικών οργάνων, με συνέπεια χαμηλότερο τελικό βάρος.
- β) Η ακτινοβολία. Προκαλεί μείωση του βάρους λόγω μείωσης της διάρκειας γεμίσματος.
- γ) Η έλλειψη νερού. Οδηγεί σε μείωση της φωτοσύνθεσης και κατά συνέπεια μείωση του γεμίσματος και του βάρους του σπόρου. Το τελικό βάρος του καρπού επηρεάζεται κυρίως από τη διάρκεια και δευτερευόντως από τον ρυθμό γεμίσματος.

### *Ωρίμανση του σπόρου*

Η ωρίμανση του σπόρου διακρίνεται στη φυσιολογική και την οικονομική ωρίμανση. Κατά τη φυσιολογική ωρίμανση σταματά η αύξηση του βάρους του σπόρου γιατί διακόπτεται η συσσώρευση ουσιών προς αυτόν. Ο κόκκος αφυδατώνεται (υγρασία 30-40%) σπάζει δύσκολα, αλλά μπορεί να χαραχθεί με το νύχι. Η οικονομική ωρίμανση προσδιορίζει τον χρόνο συγκομιδής (Καραμάνος, 1992). Το φυτό έχει ξεραθεί, ο καρπός είναι σκληρός, ασυμπίεστος και δεν χαράσσεται εύκολα. Στη χώρα μας η

συγκομιδή πραγματοποιείται όταν η περιεκτικότητα των κόκκων σε υγρασία κυμαίνεται στο 14-15%. (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2003).

### *2.1.5 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ*

Το σιτάρι παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα, χάρη στην έντονη ποικιλομορφία που το χαρακτηρίζει, και καλλιεργείται κάτω από ένα ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών. Η κύρια καλλιέργεια του εκτείνεται στην εύκρατη ζώνη, ενώ στην τροπική ζώνη καλλιεργείται μόνο σε μεγάλα υψόμετρα. Γενικά δεν προτιμάει υγρά και θερμά κλίματα. Σε περιοχές με δριμύ και ξηρό χειμώνα καλλιεργείται ως ανοιξιάτικο. Το σκληρό σιτάρι είναι λιγότερο ανθεκτικό στο ψύχος σε σύγκριση με το μαλακό (Σφήκας, 1995).

Το σιτάρι καλλιεργείται σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 270 έως 1750 mm, αλλά κυρίως σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι 375 – 775 mm νερού (Peterson, 1965). Μεγάλη σημασία, εκτός από το ύψος της βροχής, έχει η κατανομή της, καθώς οι ανάγκες είναι διαφορετικές για κάθε στάδιο ανάπτυξης. Το σιτάρι έχει μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό την περίοδο μεταξύ καλαμώματος και ανθήσεως. Από την πλευρά αυτή η κατανομή της βροχής στην Ελλάδα είναι δυσμενής, επειδή το πιο πολύ νερό πέφτει τον χειμώνα και επιπλέον η κατανομή την άνοιξη είναι ακανόνιστη. Αυτό έχει ως συνέπεια οι αποδόσεις κάθε χρόνο να παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις και η άρδευση του σιταριού να είναι πολλές φορές ωφέλιμη (Σφήκας, 1995).

## 2. 2 ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

### *2.2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ*

Το νερό αποτελεί το πιο άφθονο συστατικό του πρωτοπλάσματος και η περιεκτικότητά του σε αυτό κυμαίνεται από 85% έως 90%. Τα μόρια των περισσότερων οργανικών ενώσεων του κυτταροπλάσματος, όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, νουκλεϊκά οξέα, είναι ενυδατωμένα και αν απομακρυνθεί το νερό που τις περιβάλλει, αυτές οι ουσίες χάνουν τις ιδιότητές τους, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η ομαλή λειτουργία του

κυττάρου, το οποίο κάτω από έντονη έλλειψη νερού οδηγείται στη νέκρωσή του. Ακόμη, λαμβάνει μέρος ως αντιδραστήριο σε πολλές χημικές αντιδράσεις μέσα στο κυτταρόπλασμα. Μεγάλο μέρος των μεταβολικών διεργασιών στις οποίες συμμετέχει αποτελούν οι υδρολύσεις και συμπυκνώσεις ουσιών όπως οι υδατάνθρακες. Κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, το νερό παρέχει άτομα υδρογόνου για την αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα δίνει ηλεκτρόνια στο μόριο της χλωροφύλλης και αποτελεί ένα από τα τελικά προϊόντα της αναπνοής. Το νερό ως ένας πολύ ισχυρός διαλύτης για πολλές ουσίες και μέσο διασποράς κolloειδών ουσιών, διευκολύνει τη διεξαγωγή χημικών αντιδράσεων μέσα στο κυτταρόπλασμα. Το νερό εξασφαλίζει τη σπαργή των κυττάρων, που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη διαίρεση και την τάνυση του κυττάρου. \_Με την ενυδάτωση των κυτταρικών τοιχωμάτων, το νερό διευκολύνει τη διαλυτοποίηση και την είσοδο διαφόρων ουσιών μέσα στο κύτταρο. Το νερό αποτελεί μέσο μεταφοράς των διαλυμένων σε αυτό ουσιών, στα διάφορα μέρη του φυτού. Μέσω των ξυλωδών αγγείων μεταφέρονται ανόργανα ιόντα από τις ρίζες στην κόμη, ενώ μέσω του φλοιώματος φτάνουν τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης από τα φύλλα σε διάφορα μέρη του φυτού. \_Το νερό αποτελεί τον κύριο θερμορυθμιστικό παράγοντα των φυτών. Μέσω της διαπνοής προκαλείται πτώση της θερμοκρασίας των φύλλων, ενώ με το πάγωμά του στην επιφάνεια του φυτού απελευθερώνεται αρκετή θερμότητα στο άμεσο περιβάλλον, ώστε να αποφευχθεί περαιτέρω πτώση της θερμοκρασίας (Βογιατζής, 1997 ; Bohnert et al., 1995).

### 2.2.2 ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Το ποσό του νερού που περιέχεται στους ιστούς αποτελεί ένα μικρό ποσοστό της συνολικής ποσότητας που απορροφάται από τις ρίζες. Το μεγαλύτερο μέρος χάνεται από τα στομάτια των φύλλων μέσω της διαδικασίας της διαπνοής. Τα κύτταρα όμως πρέπει να βρίσκονται σε κατάσταση σπαργής και οι φυτικοί ιστοί σε κατάσταση υδατικής ισορροπίας, ώστε να διεξάγονται κανονικά όλες οι διεργασίες και οι λειτουργίες. Για να διατηρηθεί αυτή η υδατική ισορροπία θα πρέπει η ταχύτητα πρόσληψης νερού από τις ρίζες να είναι τουλάχιστον ίση με την ταχύτητα διαπνοής. Σε περίπτωση που η ισορροπία αυτή διαταραχθεί, το νερό αποτελεί περιοριστικό παράγοντα που παρεμποδίζει την εύρυθμη λειτουργία φυσιολογικών μηχανισμών και



επιδρά δυσμενώς στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Η σχέση μεταξύ της αύξησης των φυτών και της υδατικής κατάστασης του εδάφους δεν εξαρτάται μόνο από τη φυσιολογική κατάσταση των φυτών, αλλά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν το ρυθμό απορρόφησης νερού και απώλειας υγρασίας από τα φυτά (Jarvis, 1963).

Η ανεπάρκεια νερού στα φυτά μπορεί να προκληθεί από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η έλλειψη βροχοπτώσεων για ένα χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε υδατική καταπόνηση. Ωστόσο η διάρκεια της περιόδου αυτής που απαιτείται ώστε να εμφανιστεί έλλειψη νερού στα φυτά εξαρτάται κυρίως από την υδατοϊκανότητα του εδάφους και τον ρυθμό εξατμισοδιαπνοής (Jones, 1992; Larcher, 1995; Kozlowski and Pallardy, 1997). Ανεπάρκεια νερού στα φυτά είναι δυνατό να εμφανιστεί ακόμη και σε εδάφη όπου το νερό δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα (Bray et al., 2000). Υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος προκαλεί οσμωτική καταπόνηση και αδυναμία απορρόφησης νερού από τα φυτά. Χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους μειώνουν την υδραυλική αγωγιμότητα των ριζών κι επομένως την άντληση νερού από αυτό που πιθανόν να οφείλεται σε αναχαίτιση της δράσης των υδατοπορινών (Wan et al., 2001; Murai-Hatano et al., 2008; Ionenko et al., 2010; Aroca et al., 2012).

### *2.2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ*

Το νερό είναι ζωτικής σημασίας για τα φυτά και η ανεπάρκειά του, παροδική ή παρατεταμένη, οδηγεί σε μείωση της αύξησης και ανάπτυξης τους και κατ' επέκταση σε μείωση στην απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών (Shao et al., 2007). Η ξηρασία επιδρά σε διάφορα επίπεδα στα φυτά, από το μορφολογικό μέχρι το μοριακό και οι επιπτώσεις είναι εμφανείς σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, σε οποιοδήποτε στάδιο εμφανίζεται. Η σοβαρότητα των επιπτώσεων είναι αποτέλεσμα της έντασης της ξηρασίας, της διάρκειας, του χρόνου στον οποίο επιδρά και της αντίδρασης των φυτών μετά την απομάκρυνση της καταπόνησης (Zare et al., 2011). Τα συμπτώματα που εμφανίζουν τα φυτά κάτω από την επίδραση της ξηρασίας είναι πολλές φορές αποτέλεσμα των τροποποιήσεων που συμβαίνουν προκειμένου να αντιμετωπίσουν την καταπόνηση. Τα φυτά έχουν αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς για να καταφέρουν να επιβιώσουν κάτω από τις αντίξοες συνθήκες της έλλειψης νερού και ανάλογα με τον

γενότυπο, τη σοβαρότητα της ίδιας της ξηρασίας, αλλά και την αλληλεπίδρασή της με άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες καταφέρνουν λιγότερο ή περισσότερο αποτελεσματικά να ανταπεξέλθουν. Όμως σε περιπτώσεις έντονης και παρατεταμένης ξηρασίας τα φυτά οδηγούνται μέχρι και στο θάνατο.

#### *Αύξηση και ανάπτυξη*

Η ξηρασία μπορεί να μειώσει σοβαρά την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών (Rahdari and Hoseini, 2012). Η ξηρασία είναι ένας πολυδιάστατος παράγοντας καταπόνησης για τα φυτά, και ως εκ τούτου, μπορεί να επηρεάσει διάφορες πτυχές της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών. Επιπλέον, η ξηρασία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών, ιδίως των καλλιεργούμενων (Zlatev and Lidon, 2012). Η αύξηση και η ανάπτυξη των φυτών εξαρτώνται από τη διαίρεση, την επιμήκυνση και τη διαφοροποίηση των κυττάρων. Όλες αυτές οι διαδικασίες επηρεάζονται σε συνθήκες ξηρασίας από την απώλεια της σπαργής, τις διαταραγμένες ενζυμικές δραστηριότητες και τη μειωμένη παροχή ενέργειας από τη φωτοσύνθεση (Keyvan, 2010). Το υδατικό δυναμικό των φυτών και η σπαργή μειώνονται σε συνθήκες αφυδάτωσης, ως εκ τούτου, τα φυτικά κύτταρα δεν μπορούν να εκτελέσουν κανονικά τις λειτουργίες τους (Rahdari and Hoseini, 2012).

#### *Απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων*

Η υδατική καταπόνηση επηρεάζει τη θρέψη των φυτών με ανόργανα στοιχεία και διαταράσσει την ομοιόσταση των ιόντων στα φυτικά κύτταρα. Γενικά, η μείωση της διαθεσιμότητας νερού σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης περιορίζει τη συνολική διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων στη ριζόσφαιρα, μειώνει την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τις ρίζες και τελικά μειώνει τις συγκεντρώσεις τους στους ιστούς των φυτών (Farooq et al., 2009; Kheradmand et al., 2014). Η μεταβολή της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα και η μεταφορά τους στους βλαστούς είναι μια σημαντική επίδραση της έλλειψης νερού στα φυτά. Σύμφωνα με τους Shao et al., (2008) η καταπόνηση ξηρασίας οδηγεί σε αύξηση του N, προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης του P και δεν έχει καθοριστικές επιπτώσεις στη συγκέντρωση του K στα φυτά. Επίσης έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές και μείωση της περιεκτικότητας των φυτών σε Ca (Bhargava and Sawant, 2012). Η κυτταρική μεμβράνη είναι ένας από

τους πρώτους στόχους πολλών καταπονήσεων, όπως η ξηρασία. Η σταθερότητα της μεμβράνης στις ρίζες παίζει ουσιαστικό ρόλο στην κατάλληλη θρέψη των φυτών. Ως εκ τούτου, η διατήρηση της σταθερότητας της μεμβράνης είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την αντοχή των φυτών στην ξηρασία. Η βλάβη των κυτταρικών μεμβρανών σε συνθήκες έλλειψης νερού είναι ένας σημαντικός παράγοντας που οδηγεί σε διαταραχή της ομοιόστασης των ιόντων στα φυτά (Kheradmand et al., 2014; Farooq et al., 2009; Lisar et al., 2012).

#### *Πρόκληση οξειδωτικού στρες*

Κάτω από κανονικές συνθήκες τα φυτά παράγουν κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού ελεύθερες μορφές οξυγόνου (ROS), οι οποίες είναι επιβλαβείς για τα κύτταρα και ανιχνεύονται σε διάφορα όργανα του κυττάρου όπως χλωροπλάστες, μιτοχόνδρια, υπεροξειδωμάτια, πλασματική μεμβράνη (Apel and Hirt, 2004). Ωστόσο τα φυτά διαθέτουν αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς που περιλαμβάνουν τόσο ενζυμικές, όσο και μη ενζυμικές αντιδράσεις για την εξουδετέρωσή τους. Όταν ο ρυθμός παραγωγής των ROS είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό εξουδετέρωσής τους από τους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς του κυττάρου, τότε προκαλείται οξειδωτικό στρες (Καραμπουρνιώτης κ.α., 2012). Η διαταραχή της ομαλής λειτουργίας του μεταβολισμού ως αποτέλεσμα της έκθεσης των φυτών σε διάφορες περιβαλλοντικές καταπονήσεις, όπως η ξηρασία, οδηγεί στη συσσώρευση δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) όπως ρίζες υπεροξειδίου ( $O_2^-$ ), ρίζες υδροξυλίου (OH), υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ), αλκόξυ- ρίζες (RO) και μονήρες οξυγόνο ( $O^1_2$ ), σε επικίνδυνα επίπεδα (Munné-Bosch and Penuelas, 2003). Το οξειδωτικό στρες που ακολουθεί θεωρείται δευτερογενές στρες και προκαλεί οξειδωτικές βλάβες στα κύτταρα (Osakabe et al., 2014). Κάτω από συνθήκες ξηρασίας, οι περιορισμοί του διοξειδίου του άνθρακα λόγω παρατεταμένου κλεισίματος των στομάτων, ιδίως σε συνθήκες κορεσμού του φωτός, οδηγούν στη συσσώρευση μειωμένων συστατικών μεταφοράς ηλεκτρονίων της φωτοσύνθεσης. Η συσσώρευση αυτών των συστατικών μπορεί να μειώσει το μοριακό οξυγόνο και να προκαλέσει την παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS), προκαλώντας έτσι οξειδωτικές βλάβες στους χλωροπλάστες (Xococonostle-Cazares, et. al., 2010). Η αυξημένη παραγωγή ROS επιδρά σε ένα ευρύ φάσμα σε κυτταρικό, βιοχημικό και φυσιολογικό επίπεδο. Οι ελεύθερες μορφές οξυγόνου είναι ιδιαίτερα δραστικές και μπορούν να αντιδράσουν με

πρωτεΐνες, λιπίδια και νουκλεϊκά οξέα και να μετουσιώσουν τη δομή και τη λειτουργία τους (Arbona et al., 2013). Σε γενικές γραμμές, η συσσώρευση ROS οδηγεί σε καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών ως αποτέλεσμα της υπεροξειδωσης των λιπιδίων, μετουσίωση πρωτεϊνών, καταστροφή DNA και RNA, αποικοδόμηση ενζύμων και χρωστικών (Awasthi et al., 2015; Choudhary et al., 2016). Η δράση των ROS οδηγεί τελικά σε μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση της ποιότητας (Sharma et al., 2017).

### *Φωτοσύνθεση*

Ο περιορισμός της φωτοσύνθεσης είναι μία από τις κύριες επιπτώσεις της ξηρασίας στα ανώτερα φυτά. Οι μηχανισμοί που προκαλούν τη μείωση αυτή είναι είτε στοματικοί, κλείσιμο στομάτων, είτε μη στοματικοί. Κάτω από ήπια με μέτρια ένταση ξηρασίας το κλείσιμο των στομάτων θεωρείται η κύρια αιτία για τη μείωση της φωτοσύνθεσης που αποτελεί και την πρώτη αντίδραση των φυτών κάτω από ανεπάρκεια νερού (Mansfield and Atkinson, 1990). Με τον τρόπο αυτό τα φυτά αποφεύγουν την απώλεια νερού μέσω της διαπνοής. Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απορρόφησης CO<sub>2</sub> και κατά συνέπεια της φωτοσύνθεσης. Επιπλέον η μείωση της διαπνοής επιφέρει αύξηση της θερμοκρασίας των φύλλων (Yokota et al., 2002). Πειράματα έδειξαν ότι το κλείσιμο των στομάτων ελέγχεται κυρίως από την εδαφική υγρασία γεγονός που υποδηλώνει ότι χημικό σήμα από τις ρίζες, δηλαδή το αποκοπτικό οξύ (ABA), που παράγεται από τις αφυδατωμένες ρίζες, οδηγεί στο κλείσιμο των στομάτων (Turner et al., 2001).

Οι μη στοματικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν αλλαγές στη σύνθεση της χλωροφύλλης (Surif and Raven, 1989), δομικές αλλαγές στη φωτοσυνθετική συσκευή, καταστολή της δράσης ενζύμων του κύκλου Calvin και μείωση της δράσης της Rubisco (Bota et al., 2004). Η μείωση της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη υπό υδατική καταπόνηση είναι ένας άλλος παράγοντας που εμπλέκεται στη μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης (Sapeta et al., 2013). Η μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη κατά την καταπόνηση ξηρασίας εξαρτάται από τη διάρκεια και τη σοβαρότητα της ξηρασίας και συνεπάγεται μειωμένη ικανότητα απορρόφησης φωτός (Keyvan, 2010). Κάτω από συνθήκες ξηρασίας παρατηρήθηκε μείωση της μεταγραφικής υπομονάδας της Rubisco, που υποδηλώνει μείωση της σύνθεσής της (Vu et al., 1999). Ακόμη

παρατηρήθηκε αύξηση στη συγκέντρωση των παρεμποδιστών της Rubisco οι οποίοι περιορίζουν τη δράση της (Parry et al., 2002). Επιπλέον μειώνεται και η καρβοξυλίωση και αυξάνονται οι ενεργές μορφές οξυγόνου, που δρουν καταστροφικά στους χλωροπλάστες. Η έλλειψη νερού οδηγεί σε μείωση της παραγωγής NADP με αποτέλεσμα τη μείωση παραγωγής ATP (Farooq et al., 2008).

#### 2.2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΣΙΤΑΡΙ

Η ξηρασία αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα που παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση της παραγωγής του σιταριού και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοσή του (Naeem et al., 2015). Το σιτάρι χρειάζεται νερό σε όλα τα στάδια ανάπτυξής του, αλλά τα κρίσιμα στάδια του σιταριού είναι πιο ευάλωτα στην έλλειψη νερού και οποιαδήποτε μείωση της παροχής νερού σε αυτά οδηγεί σε σημαντική απώλεια της απόδοσης (Mahpara et al., 2015). Σύμφωνα με τους Khan et al., (2023) επίδραση ξηρασίας στα στάδια αυτά μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες στην απόδοση έως και 69%.

Η ικανότητα βλάστησης των σπόρων παίζει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της καλλιέργειας, την εγκατάσταση και την απόδοση (Anjum et al., 2017). Η ανεπάρκεια εδαφικής υγρασίας μειώνει το ποσοστό και τον ρυθμό βλάστησης με αποτέλεσμα μη ομοιόμορφη βλάστηση, μείωση του πληθυσμού των φυτών και κατά συνέπεια μείωση της παραγωγής. Σύμφωνα με τους Abdoli and Saedi, (2012) το ποσοστό φυτρώματος στο σιτάρι μειώθηκε κατά 9,4% ενώ ταυτόχρονα σημειώθηκε και μία καθυστέρηση 1,91-2,05 ημερών κάτω από στρες ξηρασίας.

Κάτω από συνθήκες ξηρασίας παρατηρείται μείωση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας, που οφείλεται στη μείωση της επιμήκυνσης των κυττάρων στα φύλλα και της αύξησής τους και στον υψηλότερο βαθμό αποκοπής των φύλλων (Dalirie et al., 2010). Επιπλέον η ξηρασία ευθύνεται για την πρόωμη γήρανση των φύλλων, η οποία προκαλείται από τη μειωμένη απορρόφηση αζώτου από τα φυτά και τη μετακίνησή του από τα φύλλα και τα στελέχη στους σπόρους. Η έλλειψη νερού έχει ως συνέπεια την αύξηση της αναλογίας ρίζας – βλαστού, καθώς τα φυτά στην προσπάθειά τους να εκμεταλλευτούν όσο το δυνατόν περισσότερο διαθέσιμο νερό προωθούν την ανάπτυξη της ρίζας σε πιο βαθιά στρώματα (Anjum et al., 2017; Kou et al., 2022). Πολλοί ερευνητές έχουν αναφέρει ότι ο όγκος, το βάρος, το μήκος και η πυκνότητα της ρίζας είναι αλληλένδετα

συνδεδεμένα με την αντοχή των καλλιεργειών στην έλλειψη νερού. Έτσι, κατά τη διάρκεια των προγραμμάτων αναπαραγωγής, οι γενότυποι με βελτιωμένο ριζικό σύστημα χρησιμοποιούνται για την αύξηση της απόδοσης επειδή μπορούν να χρησιμοποιήσουν το βαθύ υπόγειο νερό πιο σωστά για να επιβιώσουν από το στρες της ξηρασίας (Henry et al., 2012). Η ξηρασία επιδρά αρνητικά και στο ύψος του σιταριού και η μείωση πιθανόν οφείλεται στην απώλεια σπαργής με επακόλουθα τη μείωση της κυτταροδιαίρεσης και της τάνυσης των κυττάρων, που οδηγούν σε περιορισμένη αύξηση (Salam et al., 2022).

Η έλλειψη νερού αυξάνει τον ρυθμό μείωσης των παραγωγικών αδελφιών, με αποτέλεσμα τη μείωση της βιομάζας των φυτών (Begg και Turner, 1976) και τη μείωση των στάχυων ανά τετραγωνικό μέτρο (Palmer and Steer, 1985). Επικράτηση ξηρασίας κατά την περίοδο διαφοροποίησης του στάχυος έχει ως συνέπεια το σχηματισμό στάχυων μικρότερου μήκους, τη μείωση του αριθμού των παραγόμενων σταχυδίων και τη μείωση του αριθμού κόκκων ανά στάχυ (Begg and Turner, 1976). Σύμφωνα με τους Tatar et al., (2016) ο αριθμός των σταχυδίων ανά στάχυ μειώθηκε κατά 9,5% σε συνθήκες πίεσης ξηρασίας. Επιπλέον, η έλλειψη νερού μειώνει την παραγωγή γόνιμης γύρης, ενώ η μειωμένη υγρασία κατά την άνθηση επιδρά αρνητικά στην επικονίαση και κατά συνέπεια στον σχηματισμό των σταχυδίων.

Κατά την περίοδο της ανάπτυξης των κόκκων στο σιτάρι, το φύλλο σημαία λειτουργεί ως κύρια πηγή των προϊόντων φωτοσύνθεσης, καθώς συνεισφέρει 30 έως 50% των συνολικών αφομοιώσιμων προϊόντων στο φυτό του σιταριού. Ωστόσο, το στρες ξηρασίας αυξάνει το ρυθμό γήρανσης των φύλλων (Evans, 1996). Και αυτό ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τη μείωση της απόδοσης των κόκκων στο σιτάρι. Η πρόωρη γήρανση και ωρίμανση που εμφανίζεται κατά την ξηρασία οδηγεί και σε μείωση του βάρους των χιλίων κόκκων. Η ξηρασία επιδρά στη σύνθεση του σπόρου η οποία καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την ποιότητα του σπόρου. Η συγκέντρωση του αμύλου μειώνεται ως αποτέλεσμα της απενεργοποίησης των ενζύμων που καταλύουν τη σύνθεση του. Σύμφωνα με τους Worch et al., (2011) το άμυλο μειώνεται κατά 45% όταν εκτεθεί το σιτάρι σε υδατική καταπόνηση για δέκα ημέρες κατά την περίοδο από την άνθηση έως τη συγκομιδή. Η ξηρασία επιδρά και στη συγκέντρωση της πρωτεΐνης στον σπόρο, η οποία προσδίδει την ιδιότητα του φουσκώματος, επηρεάζοντας έτσι την ποιότητά του (Zörb et al., 2018).

Παρατηρήθηκε ότι το σιτάρι σε συνθήκες έλλειψης νερού μειώνει τον βιολογικό του κύκλο, προκειμένου να αποφύγει τις δυσμενείς συνθήκες. Οι Ahmad et al., (2022) αναφέρουν μείωση των ημερών μέχρι τη διόγκωση, το ξεστάχιασμα και την άνθηση. Κάτι τέτοιο πολλές φορές συνεπάγεται μείωση της απόδοσης.

### 2.2.5 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Η έλλειψη νερού στο περιβάλλον της ρίζας έχει σοβαρές επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης ενός φυτικού οργανισμού. Η επιβίωση των φυτών κάτω από τέτοιες συνθήκες προϋποθέτει την ανάπτυξη μηχανισμών προσαρμογής και εγκλιματισμού. Τα φυτά έχουν αναπτύξει τρεις κυρίως στρατηγικές για την αντιμετώπιση της έλλειψης νερού: τη διαφυγή, την αποφυγή και την ανθεκτικότητα (Levitt, 1972, Turner, 1986, Fang et al., 2015). Αυτές δεν αποκλείουν η μία την άλλη και μπορεί ακόμη να συνδυαστούν προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική αντιμετώπιση της υδατικής καταπόνησης (Ludlow, 1989).

Διαφυγή. Τη στρατηγική αυτή χρησιμοποιούν φυτά με μικρή ικανότητα προσαρμογής και εγκλιματισμού, τα οποία έχουν την ικανότητα να ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο πριν την επικράτηση των συνθηκών ξηρασίας και χρησιμοποιούν δύο κυρίως μηχανισμούς: τη γρήγορη φαινολογική ανάπτυξη και την αναπτυξιακή πλαστικότητα (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012; Jones et al., 1981). Φυτά της κατηγορίας αυτής παρουσιάζουν μικρό βιολογικό κύκλο, πρόωμη άνθηση και αναπτυξιακή πλαστικότητα (Bacelar et al., 2012; Sherrard et al., 2006). Ορισμένα από αυτά, κυρίως ποώδη, ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα σε ένα διάστημα κατά το οποίο επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες, ενώ κατά τη δυσμενή περίοδο υφίστανται με ληθαργικές μορφές, όπως σπέρματα. Κάποια άλλα, όπως τα γεώφυτα, κατά τη περίοδο ξηρασίας διατηρούν δραστήριο ένα μόνο τμήμα τους, αποφεύγοντας τις απώλειες νερού (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012). Φυτά του είδους *Brassica rapa* άνθισαν πρόωμα κάτω από την επίδραση υδατικού στρες. Στα φυτά αυτά παρατηρήθηκε έντονη εξατμισοδιαπνοή και χαμηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού που οδήγησαν στη γρήγορη ανάπτυξη και τη συντόμευση της περιόδου αύξησης (Franks, 2011). Η συντόμευση του κύκλου ζωής των φυτών σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγεί σε μείωση της παραγωγής (Blum, 2011).

Αποφυγή. Τα φυτά της κατηγορίας αυτής διαθέτουν μέτρια έως υψηλή ικανότητα προσαρμογής και εγκλιματισμού και έχουν την ικανότητα να διατηρούν μια σχετικά υψηλή περιεκτικότητα νερού στους ιστούς τους, παρά την περιορισμένη περιεκτικότητα του εδάφους (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012; Levitt 1980). Χρησιμοποιούν κυρίως δύο στρατηγικές προκειμένου να αντιμετωπίσουν την ανεπάρκεια νερού. Αναπτύσσουν μορφολογικές, ανατομικές και φυσιολογικές προσαρμογές, με στόχο είτε να μειώσουν τις απώλειες νερού, είτε να αυξήσουν την απορρόφηση νερού από το έδαφος (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012; Dobra, et al., 2010). Τέτοια χαρακτηριστικά για την πρώτη περίπτωση είναι η παρουσία παχιάς εφυμενίδας και η κάλυψη των επιφανειών από στρώματα τριχών, η συστροφή των φύλλων ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με την ατμόσφαιρα, πιο στενά αγγεία και αλλαγή στο σχήμα, το μέγεθος και την πυκνότητα των στομάτων με στόχο να αποτραπεί η δημιουργία εμβολών, ύπαρξη βλαστών που φωτοσυνθέτουν, κλείσιμο των στομάτων όταν επικρατούν συνθήκες που ευνοούν τις απώλειες νερού και άνοιγμα των στομάτων τη νύχτα (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012; Bacelar et al., 2012). Στη δεύτερη περίπτωση όπου δίδεται προτεραιότητα στην αποτελεσματική απορρόφηση νερού, αναπτύσσεται εκτεταμένο ριζικό σύστημα και αυξάνεται η αναλογία ρίζας - βλαστού, πετυχαίνεται χαμηλότερο δυναμικό νερού στη ρίζα που εξασφαλίζει μεγαλύτερο ρυθμό άντλησης νερού και αυξάνεται ο αριθμός των αγωγών ιστών (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012; Yue et al. 2006; Saibo et al., 2009).

Ανθεκτικότητα. Τα φυτά που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία διαθέτουν ισχυρή ικανότητα προσαρμογής ή εγκλιματισμού στην υδατική καταπόνηση. Οι προσαρμογές τους, τους επιτρέπουν να διατηρούν τη βασική μεταβολική λειτουργία ακόμη και όταν το δυναμικό νερού του κυτταροπλάσματος μειώνεται σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα. Η ανθεκτικότητα στην υδατική καταπόνηση προσδίδεται από συγκεκριμένες μορφολογικές και φυσιολογικές τροποποιήσεις (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012). Η ανθεκτικότητα επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της ωσμωρύθμισης και την αντιοξειδωτική προστασία. Η ωσμωτική εξισορρόπηση επιτυγχάνεται μέσω της συσσώρευσης ωσμωτικά ενεργών μεταβολιτών, η βιοσύνθεση των οποίων επάγεται από την ύπαρξη υδατικής καταπόνησης. Παραδείγματα ωσμωτικά ενεργών ουσιών είναι ανόργανα ιόντα (π.χ. K<sup>+</sup>), αμινοξέα (προλίνη), τεταρτοταγείς αμμωνιακές ενώσεις (βεταΐνη της αλανίνης, βεταΐνη της προλίνης, βεταΐνη της γλυκίνης) και σάκχαρα, κυρίως του τύπου



των πολυ-υδροξυαλκοολών (μαννιτόλη, σορβιτόλη, πινιτόλη) (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012). Αυτές οι οργανικές ενώσεις είναι κοινώς γνωστές ως συμβατοί ωσμωλύτες, δεδομένου ότι η συσσώρευσή τους δεν οδηγεί σε μεταβολικές ανωμαλίες (Farooq et al., 2009). Οι συμβατοί ωσμωλύτες όχι μόνο ρυθμίζουν τις ωσμωτικές διεργασίες αλλά και προστατεύουν τα ευαίσθητα μόρια, ιδίως τις πρωτεΐνες, από την αφυδάτωση και την επακόλουθη αποδόμηση και καταστροφή των μορίων τους. Επιπλέον, ορισμένοι από αυτούς, όπως η σορβιτόλη, η μαννιτόλη και η προλίνη, λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Η χαρακτηριστική σύνθεση ενός συγκεκριμένου κατάλληλου ωσμωλύτη συχνά ορίζει έναν μικρό αριθμό οικογενειών και χρησιμεύει ως επιπλέον ταξινομικός παράγοντας (Ainsworth and Ort, 2010). Εξαιρετική αντοχή στην ξηρασία έχει παρατηρηθεί στα φυτά αναβίωσης, σε κάποιες φτέρες, σε φύκη και λειχήνες (Chaves et al., 2003). Χαρακτηριστικό των φυτών αυτών είναι ότι διατηρούν τον μεταβολισμό τους ακόμη και κάτω από έντονη και παρατεταμένη αφυδάτωση. Ορισμένες προσαρμογές που έχουν αναπτύξει είναι η ικανότητα μετατροπής των μεταγραφημάτων mRNA που σχετίζονται με την αφυδάτωση σε σύμπλοκα με πρωτεΐνες (mRNPs) (Messenger Ribonucleic Protein Complexes) που παρέχουν προστασία. Επίσης η ανάπτυξη αντιοξειδωτικών μηχανισμών για την εξουδετέρωση των ενεργών μορφών οξυγόνου, η μηχανική σταθεροποίηση των υποκυτταρικών δομών, η οποία εξασφαλίζεται με την αντικατάσταση του νερού των χυμοτοπίων με συμβατούς ωσμωλύτες και αντιστρεπτές μεταβολές στα μηχανικά χαρακτηριστικά του κυτταρικού τοιχώματος. Η συσσώρευση ορισμένων μορίων υδατανθράκων (όπως η σακχαρόζη, η ραφινόζη και η τρεαλόζη), τα οποία προσφέρουν προστασία στα φωσφολιπίδια των μεμβρανών, και ορισμένων πρωτεϊνών όπως οι LEA και οι χαμηλού μοριακού βάρους θερμοεπαγόμενες πρωτεΐνες οδηγούν στην υαλοποίηση του κυτταροπλάσματος που εξασφαλίζουν επιπρόσθετη προστασία στις υποκυτταρικές δομές (Καραμπουρνιώτης κ. ά., 2012).

#### 2.2.6 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Οι μηχανισμοί που αναπτύσσουν τα φυτά προκειμένου να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν τις αντίξοες συνθήκες και να καταφέρουν να επιβιώσουν οδηγούν σε διάφορες τροποποιήσεις στη δομή και λειτουργία τους. Στην περίπτωση που οι

τροποποιήσεις αυτές καθορίζονται γενετικά και εμφανίζονται για αρκετές γενεές μέσα από τη διαδικασία της επιλογής, τότε αναφέρονται με τον όρο προσαρμογή. Όταν όμως οι αλλαγές που πραγματοποιούνται είναι επίκτητες και εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού ως απόκριση σε κάποιον παράγοντα καταπόνησης, τότε η διαδικασία ονομάζεται εγκλιματισμός. Η ικανότητα εγκλιματισμού ενός φυτικού οργανισμού καθορίζεται γενετικά, όμως οι τροποποιήσεις που συμβαίνουν δεν μεταβιβάζονται στις επόμενες γενεές.

Στην περίπτωση της υδατικής καταπόνησης οι τροποποιήσεις που συμβαίνουν μέσα από τη διαδικασία του εγκλιματισμού αποσκοπούν στην εξοικονόμηση νερού. Όταν πρόκειται για βραχυπρόθεσμο εγκλιματισμό οι τροποποιήσεις γίνονται σε επίπεδο λειτουργιών των ήδη υπάρχοντων οργάνων, ενώ στον μακροχρόνιο εγκλιματισμό γίνεται αντικατάσταση των παλαιών οργάνων με νέα που μπορούν να ανταποκριθούν καλύτερα στις νέες συνθήκες.

### 2.3. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΛΙΝΗΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Η προλίνη είναι ένα αμινοξύ που ανήκει στους συμβατούς ωσμωλύτες, οι οποίοι είναι οργανικές ουσίες που η συσσώρευση τους δεν επιφέρει μεταβολικές διαταραχές, και απαντάται στα φυτά τόσο κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, όσο και κάτω από συνθήκες καταπόνησης (Kishor and Sreenivasulu, 2014). Κάτω από κανονικές συνθήκες η προλίνη αποτελεί το 5% του συνόλου των ελεύθερων αμινοξέων (Shahbaz et al., 2013), ενώ κάτω από την επίδραση διαφορετικών καταπονήσεων η συγκέντρωσή αυξάνεται και ξεπερνά σε κάποια φυτά το 80%.

Η περιεκτικότητα σε προλίνη καθορίζεται από τις διαδικασίες της βιοσύνθεσης, του καταβολισμού και μεταφοράς μεταξύ κυττάρων και κυτταρικών οργάνων. Ένζυμα που καταλύουν τη βιοσύνθεση της προλίνης εντοπίζονται στο κυτταρόπλασμα, ενώ ένζυμα καταβολισμού της προλίνης απαντώνται στα μιτοχόνδρια (Szabados et al., 2010). Η βιοσύνθεση της προλίνης ακολουθεί δύο μονοπάτια, αυτό του γλουταμικού οξέος και αυτό της ορνιθίνης, που εξαρτώνται από τη δράση διαφορετικών ενζύμων (Verbruggen et al., 2008). Κάτω από συνθήκες καταπόνησης η μεγαλύτερη ποσότητα προλίνης παράγεται μέσω του γλουταμικού οξέος, ενώ το μονοπάτι της ορνιθίνης έχει βρεθεί ότι είναι σημαντικό κατά την ανάπτυξη των φυταρίων και σε ορισμένα φυτά για τη

συσσώρευση προλίνης σε συνθήκες στρες (Roosens et al, 1998; Armengaud et al., 2004; Xue et al., 2009).

Η προλίνη παίζει σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες ανάπτυξης που σχετίζονται με την αναπαραγωγή των φυτών. Κάτω από κανονικές συνθήκες τα υψηλότερα επίπεδα προλίνης βρέθηκαν στα άνθη και κυρίως στους γυρεόκοκκους και στους σπόρους, ενώ τα χαμηλότερα στις ρίζες (Verbruggen, 2008). Φαίνεται ότι η προλίνη χρησιμεύει ως ωσμωπροστατευτικό κατά την ανάπτυξη της γύρης και την εμβρυογένεση (Mattioli, 2009). Επιπλέον η προλίνη βρέθηκε σε υψηλές συγκεντρώσεις σε μεριστωματικούς ιστούς, στους οποίους παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια. Εξάλλου έχει βρεθεί ότι κατά τη διαδικασία οξειδωσης της προλίνης στα μιτοχόνδρια παράγονται 30 ATP από ένα μόριο της ουσίας. Ακόμη η προλίνη συμμετέχει στην επιμήκυνση των κυττάρων καθώς επαναλαμβάνεται στο μόριο των πλούσιων σε υδροξυπρολίνη γλυκοπρωτεϊνών, οι οποίες αποτελούν σημαντικό στοιχείο στη δομή του κυτταρικού τοιχώματος (Kishor et al., 2005).

Το φαινόμενο της συσσώρευσης της προλίνης έχει παρατηρηθεί κάτω από την επίδραση διαφόρων καταπονήσεων, όπως ξηρασία, υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, αλατότητα, υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, υψηλή ένταση φωτός. Κάτω από συνθήκες στρες η προλίνη εκτός από τον ρόλο της στην ωσμωρύθμιση, συμβάλλει στην σταθερότητα και προστασία υποκυτταρικών δομών όπως μεμβράνες και πρωτεΐνες, δρα ως αντιοξειδωτικό με την εξουδετέρωση ελευθέρων ριζών και ως ρυθμιστής του δυναμικού οξειδοαναγωγής στο κύτταρο (Ashraf et al., 2007).

Η προλίνη παίζει σπουδαίο ρόλο στα φυτά. Τα προστατεύει από διάφορες καταπονήσεις και τα βοηθάει να ανακάμψουν πιο γρήγορα μετά από μία καταπόνηση. Ωστόσο, η επίδραση της εξαρτάται από τη συγκέντρωσή της, όπως αναφέρεται από τους Dawood et al., (2014) επειδή μια υπερβολική ποσότητα ελεύθερης προλίνης έχει αρνητικές επιπτώσεις στις πρωτεϊνικές λειτουργίες και την ανάπτυξη των κυττάρων. Η υπερσυσσώρευση της ενδοκυτταρικής προλίνης καταστέλλει σημαντικά αρκετά γονίδια που εμπλέκονται στη σύνθεση άλλων αμινοξέων ή στη φυσιολογική μορφογένεση στα φυτά *Arabidopsis* (Nanjo et al., 2003).

Η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης προλίνης και της αντοχής σε αβιοτικές συνθήκες καταπόνησης δεν είναι ξεκάθαρες μέχρι τώρα. Σε φυτά ρυζιού, που αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες αλατότητας, η αυξημένη συγκέντρωση προλίνης αποτέλεσε

περισσότερο ένδειξη τραυματισμού από την καταπόνηση παρά αντοχή σε αυτήν (Lutts et al., 1999). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι de Lacerda et al., (2003) μετά την αξιολόγηση δύο γενοτύπων σόργου με διαφορετική ανθεκτικότητα στην αλατότητα. Ενώ εφαρμογή διαφόρων επιπέδων NaCl στο φυτό *Jatropha curcas* δεν είχε καμιά επίδραση στη συγκέντρωση προλίνης (Kumar et al., 2008). Σύμφωνα με τους Nayyar and Walia (2003), οι οποίοι μελέτησαν δύο γενοτύπους μαλακού σιταριού, (ο ένας ανθεκτικός στην ξηρασία και ο άλλος ευαίσθητος), η συγκέντρωση προλίνης στη ρίζα δεν διέφερε μεταξύ τους, όμως παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στον ρυθμό συσσώρευσης του αμινοξέος που ήταν μεγαλύτερος στον ανθεκτικό γενότυπο. Έτσι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ίσως έχει μεγαλύτερη σημασία η σύνθεση και η χρησιμοποίηση της προλίνης, από την ίδια τη συγκέντρωση, στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Ωστόσο υπάρχουν μελέτες που δείχνουν συσχέτιση της συγκέντρωσης προλίνης και της ανθεκτικότητας. Διαγονιδιακά φυτά καπνού τα οποία παράγουν μεγαλύτερη ποσότητα προλίνης έδειξαν υψηλότερη αντοχή και μεγαλύτερες αποδόσεις κάτω από συνθήκες καταπόνησης (Kishor et al., 1995).

Η εξωγενής επίδραση με προλίνη έχει θετικά αποτελέσματα σε πολλές περιπτώσεις, όταν εφαρμόζεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Σε διάφορες μελέτες παρατηρήθηκε ότι μειώνει τις αρνητικές συνέπειες των καταπονήσεων και βελτιώνει την αύξηση των φυτών. Οι Mosaad et al., (2019) παρατήρησαν βελτίωση στην αύξηση φυτών καλαμποκιού κάτω από συνθήκες αλατότητας, όταν εφαρμόσαν προλίνη στο στάδιο του φυτρώματος και στο βλαστικό στάδιο ανάπτυξης. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Kamran et al., (2009) οι οποίοι παρατήρησαν βελτίωση στην αύξηση και απόδοση σε φυτά μαλακού σιταριού σε συνθήκες υδατικού στρες μετά την εφαρμογή προλίνης στους σπόρους πριν τη σπορά. Όταν όμως οι συγκεντρώσεις είναι πιο υψηλές η προλίνη μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα. Στο ρύζι εφαρμογή προλίνης σε πιο χαμηλή συγκέντρωση επέδρασε θετικά στην αύξηση των φυτών, που αναπτύσσονταν κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις την περιόρισε (Roy et al, 1993). Οι ιδανικές συγκεντρώσεις προλίνης εξαρτώνται από το φυτικό είδος, τον γενότυπο και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (Ashraf, 1994; Foolad, 2000).

#### 2.4. ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΚΗΣ ΓΛΥΚΟΛΗΣ ΓΙΑ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Στα πειράματα που διεξάγονται με στόχο τη μελέτη των επιπτώσεων της ξηρασίας στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, η ρύθμιση των επιπέδων νερού στο υπόστρωμα των φυτών, αποτελεί έναν από τους πιο δύσκολους περιβαλλοντικούς παράγοντες για να ελεγχθεί. Αυτό συμβαίνει λόγω της δυναμικής φύσης του νερού μέσα στα φυτά και του περιβάλλοντος υποστρώματός του (Krizek, 1985).

Στις έρευνες που πραγματοποιούνται με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης της ξηρασίας στα φυτά χρησιμοποιούνται κυρίως δύο μέθοδοι για την πρόκληση ωσμωτικού στρες: η μείωση παροχής νερού και η χρήση ωσμωτικών παραγόντων, όπως η μαννιτόλη και η πολυαιθυλενική γλυκόλη. Κάθε μέθοδος έχει τα μειονεκτήματά και τα πλεονεκτήματά της. Με τη χρήση ωσμωτικών παραγόντων δημιουργούνται συνθήκες ξηρασίας ταχύτερα και με πιο ακριβή τρόπο, όμως σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλείται τοξικότητα.

Η πολυαιθυλενική γλυκόλη (PEG) είναι ένα πολυμερές που υπάρχει σε διάφορα μοριακά βάρη. Οι Lagerwerff et al., (1961) έδειξαν ότι η PEG μπορεί να τροποποιήσει το ωσμωτικό δυναμικό ενός θρεπτικού διαλύματος και να προκαλέσει έτσι υδατική καταπόνηση στα φυτά με ένα σχετικά ελεγχόμενο τρόπο. Πρόκειται για μία υδρόφιλη ένωση που μπορεί να διαλυθεί εύκολα στο νερό και σε διάφορες άλλες ενώσεις. Είναι επίσης βιολογικά αδρανής και θεωρείται ασφαλές χημικό από άποψη τοξικότητας (Shreyas, 2021). Η PEG είναι μία ουσία που χρησιμοποιείται ευρέως σε πειραματικές διαδικασίες και με πληθώρα εφαρμογών. Ωστόσο προτιμώνται παραλλαγές μεγάλου μοριακού βάρους (μεγαλύτερο από 6000), γιατί σε αυτή την περίπτωση παρεμποδίζεται η διάχυση μέσω των κυτταρικών τοιχωμάτων και η είσοδός της στα κύτταρα ( Oertli, 1985). Επομένως η PEG 6000, λόγω του μεγάλου μοριακού της βάρους αποτελεί ιδανικό διάλυμα για την προσομοίωση ξηρασίας.

Η PEG έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορα πειράματα για πρόκληση υδατικού στρες και την παρατήρηση των επιπτώσεων του σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φυτών. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι και μοντέλα διαθέσιμα για την προσομοίωση των συνθηκών ξηρασίας για πειραματικούς σκοπούς. Το μέσο ή το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη της καλλιέργειας είναι έδαφος, άγαρ ή διάλυμα υδροπονίας. Κάθε μέθοδος πρέπει να χρησιμοποιείται με βάση τον στόχο της έρευνας (Shreyas, 2021).

Σε υγρά μέσα ανάπτυξης, όπως διηθητικό χαρτί, άγαρ και διαλύματα υδροπονίας, η PEG χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά ως ωσμωτικός παράγοντας γιατί σε αυτά τα

συστήματα είναι αδύνατο να επιτευχθεί προσομοίωση ξηρασίας με τη μέθοδο της παροχής νερού. Έτσι χρησιμοποιείται η PEG, η οποία προκαλεί μείωση του ωσμωτικού δυναμικού στο υπόστρωμα ανάπτυξης με επακόλουθο την έλλειψη νερού στη ρίζα.

Σε κάποιες περιπτώσεις έχει αναφερθεί απορρόφηση της PEG από τα φυτά. Οι Torfer et al. (2024), σε πειράματα που διεξήγαγαν, με σκοπό να μελετήσουν την επίδραση της ξηρασίας στο ριζικό σύστημα του κριθαριού, καλλιέργησαν φυτά σε υδροπονικό σύστημα με τη χρήση PEG ως ωσμωτικό παράγοντα και σε γλάστρες με άμμο. Στην πρώτη περίπτωση διαπίστωσαν ότι οι ρίζες απορρόφησαν πολυαιθυλενική αλκοόλη η οποία παρεμπόδισε την περαιτέρω απορρόφηση νερού, κρίνοντας ακατάλληλη τη χρήση PEG στο κριθάρι για την πρόκληση ωσμωτικού στρες προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά της ρίζας. Αντίθετα η ανάπτυξη των ριζών στις γλάστρες με άμμο έμοιαζαν περισσότερο με την ανάπτυξη κάτω από τις συνθήκες του αγρού. Απορρόφηση παρατηρήθηκε και σε φυτά καλαμποκιού και φασολιού και μικρότερη στο βαμβάκι, ενώ ο ρυθμός απορρόφησης ήταν μεγαλύτερος σε τραυματισμένες ρίζες (Lawlor, 1970).

Ένας τρόπος για να ξεπεραστεί η πιθανή τοξικότητα της PEG είναι η χρήση ενός συστήματος μεμβρανών για την πρόκληση υδατικής καταπόνησης. Αρκετοί ερευνητές (Tingey and Stockwell, 1977; Stres et al., 2008) έχουν περιγράψει συστήματα για τον εγκλεισμό του ριζικού συστήματος σε μια ημιδιαπερατή μεμβράνη και στη συνέχεια την καλλιέργειά τους σε θρεπτικά διαλύματα που περιέχουν έναν ωσμωτικό παράγοντα όπως η PEG. Η βραχυπρόθεσμη υδατική καταπόνηση (και η ωσμωτική καταπόνηση) μπορεί να προκληθεί με τον εγκλεισμό των ριζών σε ένα τέτοιο σύστημα μεμβρανών, χωρίς πολλά από τα μειονεκτήματα που αντιμετωπίζονται συνήθως όταν η PEG προστίθεται απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα, π.χ. μειωμένη πρόσληψη P, μεταφορά της PEG στη ριζόσφαιρα του φυτού και μείωση της παροχής οξυγόνου (Tingey and Stockwell, 1977). Επιτυγχάνονται αξιόπιστα αποτελέσματα στρες χωρίς να επηρεάζεται η διέλευση νερού ή θρεπτικών στοιχείων προς τη ρίζα και ελαχιστοποιείται η διείσδυση της PEG στο φυτό.

Σε μελέτες που διεξάγονται για την επίδραση της ξηρασίας στο στάδιο της βλάστησης και του αρχικού σταδίου ανάπτυξης των σποροφύτων, η χρήση της PEG είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος (Awan et al., 2021). Επιπλέον, η PEG χρησιμοποιήθηκε σε δύο ποικιλίες ελαιοκράμβης για την προβλάστηση των σπόρων και

βρέθηκε ότι είχε ευεργετική επίδραση. Πιο συγκεκριμένα σε συγκέντρωση 5% η PEG βελτίωσε την αύξηση των φυτών και αύξησε την περιεκτικότητα σε έλαια, πρωτεΐνη και χλωροφύλλη (Nosheen et al., 2023).

Οι φυσιολογικές αποκρίσεις στην ξηρασία του εδάφους και στην καταπόνηση με PEG είναι παρόμοιες στο σιτάρι, συμπεριλαμβανομένης της αναστολής της φωτοσύνθεσης και της αποδοτικότητας του φωτοσυστήματος II (PSII), της χαμηλότερης σχετικής περιεκτικότητας των φύλλων σε νερό, της αυξημένης ωσμωτικής ρύθμισης και της αυξημένης αντιοξειδωτικής ικανότητας (Cui et al., 2017). Επιπλέον, καθώς το επίπεδο καταπόνησης εξελίσσεται, τόσο η καταπόνηση με PEG όσο και η εδαφική ξηρασία μπορούν να προκαλέσουν περαιτέρω τις προαναφερθείσες αποκρίσεις των φυτών. Ωστόσο, αυτές οι φυσιολογικές αποκρίσεις διαφέρουν ανάλογα με τον χρόνο και τον τύπο καταπόνησης και οι αποκρίσεις καταπόνησης, συμπεριλαμβανομένης της φυτοορμονικής ισορροπίας, της περιεκτικότητας σε προλίνη και της περιεκτικότητας σε νερό των φύλλων, μπορούν να αλλάξουν μέσα σε λίγες ώρες υπό καταπόνηση PEG, ενώ οι μεταχειρίσεις εδαφικής ξηρασίας πρέπει να διαρκέσουν για ημέρες ή περισσότερο, επειδή ο έλεγχος των επιπέδων υγρασίας του εδάφους δεν μπορεί να μεταβληθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα.

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Οι επτά ποικιλίες μαλακού σιταριού που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία προκειμένου να αξιολογηθούν ως προς την ανθεκτικότητά τους στην υδατική καταπόνηση ήταν οι Αχελώος, Απολλωνία, Δοϊράνη, Νέστος, Ορφέας, Στρυμόνας και Τζενερόζο. Οι προαναφερόμενες ποικιλίες δημιουργήθηκαν στο Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ (πρώην ΕΘΙΑΓΕ).

*Απολλωνία:* Είναι κοντή ποικιλία με πλούσιο αδέλωμα. Ο στάχυς είναι συμπαγής χρώματος λευκού με μικρά άγανα και μέτριο μήκος. Είναι ανθεκτική ποικιλία στο κρύο του χειμώνα και της άνοιξης. Έχει πολύ καλή απόδοση, και παρουσιάζει γενική προσαρμοστικότητα (Ανώνυμος 2016).

*Αχελώος:* Πρόκειται για κοντή ποικιλία με πλούσιο αδέλωμα και ειδική προσαρμοστικότητα σε γόνιμα εδάφη. Ο στάχυς έχει μέτριο με μεγάλο μήκος, είναι συμπαγής και κόκκινου χρώματος. Παρουσιάζει καλή ανθεκτικότητα στο ψύχος του χειμώνα και της άνοιξης και έχει ικανοποιητική αντοχή στο πλάγιασμα. Είναι όψιμη ποικιλία με καλή απόδοση (Ανώνυμος 1995).

*Δοϊράνη:* Είναι κοντή ποικιλία. Ο στάχυς έχει σχήμα παράλληλο, είναι μέτρια συμπαγής, χρώματος καφέ με μικρά άγανα χρώματος καφέ. Είναι ανθεκτική στο κρύο του χειμώνα και της άνοιξης. Παρουσιάζει καλό αδέλωμα. Ανθεκτική στο πλάγιασμα, με γενική προσαρμοστικότητα. Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία. (Ανώνυμος 2016).

*Νέστος:* Πολύ κοντή ποικιλία ( $70\pm 5$  cm) με στάχυ συμπαγή με μικρά αγανίδια στην κορυφή. Είναι όψιμη ποικιλία, παρουσιάζει μέτριο έως πλούσιο αδέλωμα και είναι πολύ ανθεκτική στο πλάγιασμα. Είναι ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες και παρουσιάζει άριστη αντοχή στον παγετό του χειμώνα και της άνοιξης. Προσαρμόζεται ειδικά στα ψυχρά γόνιμα εδάφη. Έχει ικανοποιητική απόδοση (Ανώνυμος 1995).

*Ορφέας:* Κοντή ποικιλία ( $88\pm 5$ cm) με στάχυ μετρίου μήκους, συμπαγή, με άγανα μακριά καστανόμαυρα. Παρουσιάζει ικανοποιητικό αδέλωμα και μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα. Γενικά προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας και είναι πολύ ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και της άνοιξης. Πολύ παραγωγική ποικιλία. (Ανώνυμος 1991).



*Στρυμόνας*: Ποικιλία μετρίου ύψους ( $100\pm 5\text{cm}$ ) με στάχυ κόκκινο, παράλληλο με άγανα, μέτρια συμπαγή. Αδέλφωμα μέτριο με καλή αντοχή στο πλάγιασμα. Είναι πρώιμη ποικιλία με καλή προσαρμοστικότητα στα γόνιμα εδάφη όλης της χώρας εκτός των πολύ ψυχρών περιοχών. Παρουσιάζει καλή αντοχή στον παγετό του χειμώνα και της άνοιξης. Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία (Ανώνυμος 1985).

*Τζενερόζο*: Είναι ποικιλία μετρίου ύψους ( $105\pm 5\text{ cm}$ ) με στάχυ συμπαγή χωρίς άγανα, με αγανίδια στα κορυφαία σταχύδια. Παρουσιάζει φτωχό έως μέτριο αδελφωμα και ειδική προσαρμοστικότητα στα γόνιμα εδάφη. Είναι μεσοόψιμη ποικιλία και έχει καλή απόδοση. Εμφανίζει πολύ καλή αντοχή στο πλάγιασμα και επίσης πολύ καλή αντοχή στον παγετό του χειμώνα και καλή στον παγετό της άνοιξης (Ανώνυμος 1995).

### 3.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο σε περιοχή του νομού Φλώρινας. Η σπορά έγινε στις 4 Απριλίου του έτους 2021 σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 2 lt που περιείχαν μίγμα τύρφης : χώματος : περλίτη σε αναλογία 5: 5: 1. Για κάθε φυτοδοχείο χρησιμοποιήθηκαν 4 σπόροι και αμέσως μετά το φύτεμα διατηρήθηκαν τελικά 3 φυτά σε κάθε γλάστρα.

Μετά τη σπορά ακολούθησε άρδευση, ώστε να εξασφαλιστεί η απαραίτητη υγρασία για τη βλάστηση των σπόρων. Η άρδευση συνεχίστηκε ανά τακτά χρονικά διαστήματα μέχρι την έναρξη εφαρμογής της υδατικής καταπόνησης. Η καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε με βοτάνισμα όταν υπήρχε ανάγκη και δεν εφαρμόστηκε καμία λίπανση, ούτε χημική καταπολέμηση ασθενειών και εντόμων.

Η έναρξη των μεταχειρίσεων έγινε στο στάδιο διόγκωσης του κολεού και συνεχίστηκε μέχρι την έναρξη ωρίμανσης των φυτών. Πιο συγκεκριμένα, τα φυτά υποβλήθηκαν σε υδατική καταπόνηση με την πρόκληση οσμωτικού στρες. Για τον σκοπό αυτό εφαρμόστηκε πολυαιθυλενική γλυκόλη (PEG) σε τρία επίπεδα. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με άρδευση με 70 ml διαλύματος PEG με συγκεντρώσεις 5%, 10% και 15%. Στα φυτά μάρτυρες η άρδευση συνεχιζόταν κανονικά.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα σχέδιο τεμάχια με υποτεμάχια (split-plot) σε πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες. Τεμάχια ήταν οι 7 ποικιλίες και υποτεμάχια οι επεμβάσεις με πολυαιθυλενική γλυκόλη. Χρησιμοποιήθηκαν 10

επαναλήψεις για κάθε επέμβαση και το πείραμα αποτελούνταν από 280 πειραματικά τεμάχια.

Αγελώος				Απολλωνία				Δοϊράνη				Νέστος				Ορφέας				Στρυμόνας				Τζενερόζο			
M	5%	10%	15%	M	5%	10%	15%	M	5%	10%	15%	M	5%	10%	15%	M	5%	10%	15%	M	5%	10%	15%	M	5%	10%	15%
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

**Εικόνα 1.** Σχέδιο σποράς πειραματικού 7 ποικιλιών σκληρού σιταριού.

Όπου: M= Μάρτυρας (0% PEG), η 2η στήλη= άρδευση με διάλυμα 5% PEG, η 3η στήλη= άρδευση με 10% PEG και η 4η στήλη= άρδευση με 15% PEG

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Ο προσδιορισμός της ανθεκτικότητας πραγματοποιήθηκε με τη μελέτη της συμπεριφοράς των φυτών υπό την επίδραση διαφορετικών επιπέδων καταπόνησης με χρήση πολυαιθυλενικής γλυκόλης, σε συνδυασμό με την αξιολόγηση φαινοτυπικών παραμέτρων. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των υπό μελέτη ποικιλιών λαμβάνονταν μακροσκοπικές παρατηρήσεις των ποικιλιών μαλακού σιταριού και αξιολογήθηκαν διάφορες παράμετροι. Συγκεκριμένα σε κάθε φυτοδοχείο μετρήθηκαν ο αριθμός των αδελφιών, το ύψος των φυτών, καθώς και το μήκος των στάχτων με και χωρίς άγανα και το βάρος σπόρων ανά φυτό και υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι. Τέλος μετρήθηκε η περιεκτικότητα των φυτών σε προλίνη στα διάφορα επίπεδα της PEG. Η μέτρηση των επιπέδων της προλίνης έγινε με φασματοφωτόμετρο, ένα ειδικό όργανο που με τη χρήση συγκεκριμένων ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών βοηθά στην ποιοτική και

ποσοτική μελέτη των φασμάτων απορρόφησης διαφόρων ουσιών στην περιοχή των 200-900 nm.

Η μέτρηση της συγκέντρωσης προλίνης έγινε χρησιμοποιώντας την μέθοδο της όξινης νινυδρίνης, μέθοδος Bates (Bates et al. 1973). Χρησιμοποιήθηκε 0,1 g ξηρού βάρους φυτικού υλικού, το οποίο τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 25 ml. Ακολούθησε σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα η προσθήκη 10 ml αιθανόλης 80% και η τοποθέτησή τους για 30 λεπτά σε υδατόλουτρο 60° C. Στο επόμενο στάδιο οι σωλήνες συμπληρώθηκαν με αιθανόλη 80% μέχρι τελικού όγκου 15 ml, και ακολούθησε αραιώση του εκχυλίσματος 2:4, δηλαδή σε 2 ml εκχυλίσματος προστέθηκαν 4 ml αιθανόλης 80%. Από αυτό το αραιωμένο εκχύλισμα πάρθηκαν 2 ml τα οποία τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες και προστέθηκαν 2 ml όξινης νινυδρίνης (= 1,259 g όξινη νινυδρίνη + 30ml οξικό οξύ + 20 ml 6M ορθοφωσφορικό οξύ, ελαφρά θέρμανση). Στη συνέχεια οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 95° C για 1 ώρα και ακολούθησε η ψύξη τους σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά την προσθήκη στους σωλήνες 4 ml τολουόλης, έγινε ανάδευση και στη συνέχεια φυγοκέντρωση. Το αποτέλεσμα της φυγοκέντρωσης ήταν δημιουργία 2 στρωμάτων με έντονη διαφορά χρώματος. Ακολούθησε μέτρηση στο υπερκείμενο υγρό της απορρόφησης στα 518 nm στο φασματοφωτόμετρο. Η καμπύλη αναφοράς πραγματοποιήθηκε με γνωστές συγκεντρώσεις προλίνης. Πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις για τη μέτρηση συγκέντρωσης προλίνης.

### 3.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα δεδομένα αναλύθηκαν στατιστικά και οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων με πολυαιθυλενική γλυκόλη αξιολογήθηκαν με την ανάλυση διακύμανσης ANOVA.

Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε η ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD 0.05).



**Εικόνα 2.** Σπορά φυτοδοχείων



**Εικόνα 3.** Εναρξη φυτρώματος 12 ημέρες μετά τη σπορά





**Εικόνα 4.** Φυτά της ποικιλίας Στρυμόνας μετά την 4<sup>η</sup> εφαρμογή με PEG (0%, 5%, 10%, 15%)





Εικόνα 5. Φυτά της ποικιλίας Αχελώος μετά την 6<sup>η</sup> εφαρμογή με PEG (0%, 5%, 10%, 15%)

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 ΥΨΟΣ ΦΥΤΟΥ

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται το ύψος των φυτών των 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού. Η ποικιλία Νέστος παρέμεινε στο στάδιο του αδελφώματος σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, πιθανόν λόγω του ότι δεν δέχτηκε τις απαραίτητες χαμηλές θερμοκρασίες ώστε να υποστεί εαρινοποίηση. Έτσι δεν ήταν δυνατή η αξιολόγηση της συγκεκριμένης ποικιλίας και τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναφέρονται στις υπόλοιπες έξι ποικιλίες.

Η μεταχείριση με πολυαιθυλενική γλυκόλη σε συγκεντρώσεις 5%, 10%, 15% φαίνεται να είχε γενικά αρνητική επίδραση, προκαλώντας μείωση στο ύψος των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες στα οποία δεν εφαρμόστηκε υδατική καταπόνηση. Το μεγαλύτερο ύψος παρατηρήθηκε στους μάρτυρες όπου οι ποικιλίες Αχελώος και Στρυμόνας εμφάνισαν τις μεγαλύτερες τιμές (70,967 και 69,668 cm αντίστοιχα) και η Τζενερόζο (μη αγανοφόρος ποικιλία) τη μικρότερη ( 53,717 cm).

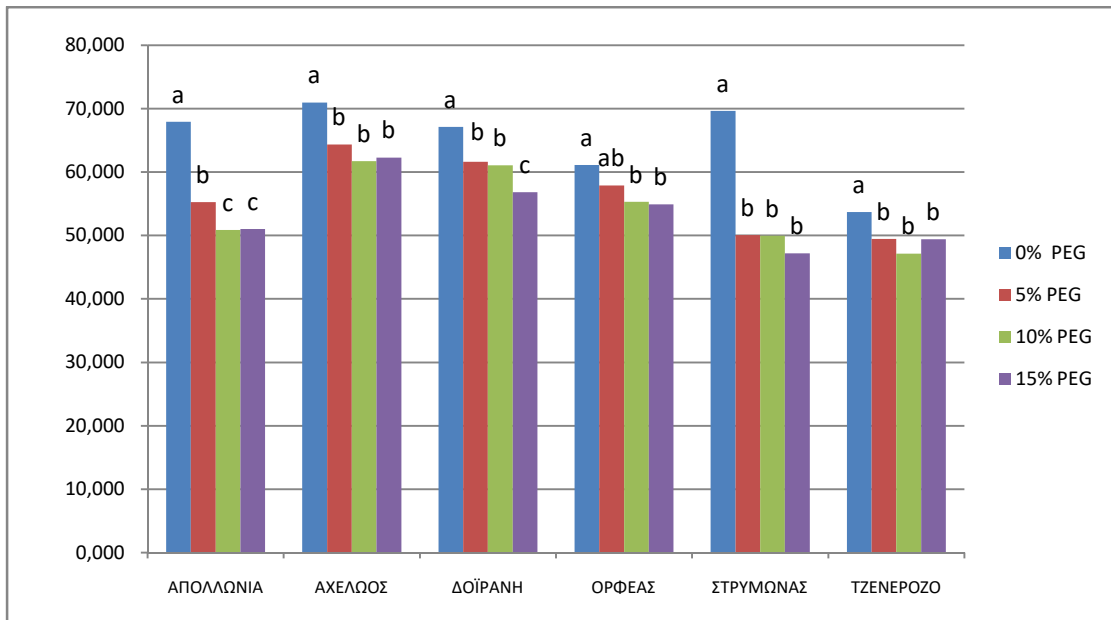
**Πίνακας 1.** Ύψος φυτού των έξι ποικιλιών μαλακού σιταριού στις 4 μεταχειρίσεις με PEG.

	ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	ΑΧΕΛΩΟΣ	ΔΟΪΡΑΝΗ	ΟΡΦΕΑΣ	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	ΜΟ PEG
0% PEG	67,950a	70,967a	67,116a	61,134a	69,668a	53,717a	65,092
5% PEG	55,249b	64,333b	61,617b	57,882ab	50,050b	49,451b	56,103
10% PEG	50,867c	61,733b	61,083b	55,333b	49,951b	47,150b	54,353
15% PEG	51,050c	62,283b	56,850c	54,901b	47,184b	49,402b	53,612
ΜΟ ΠΟΙΚ.	56,279	64,829	61,175	57,313	54,213	49,930	

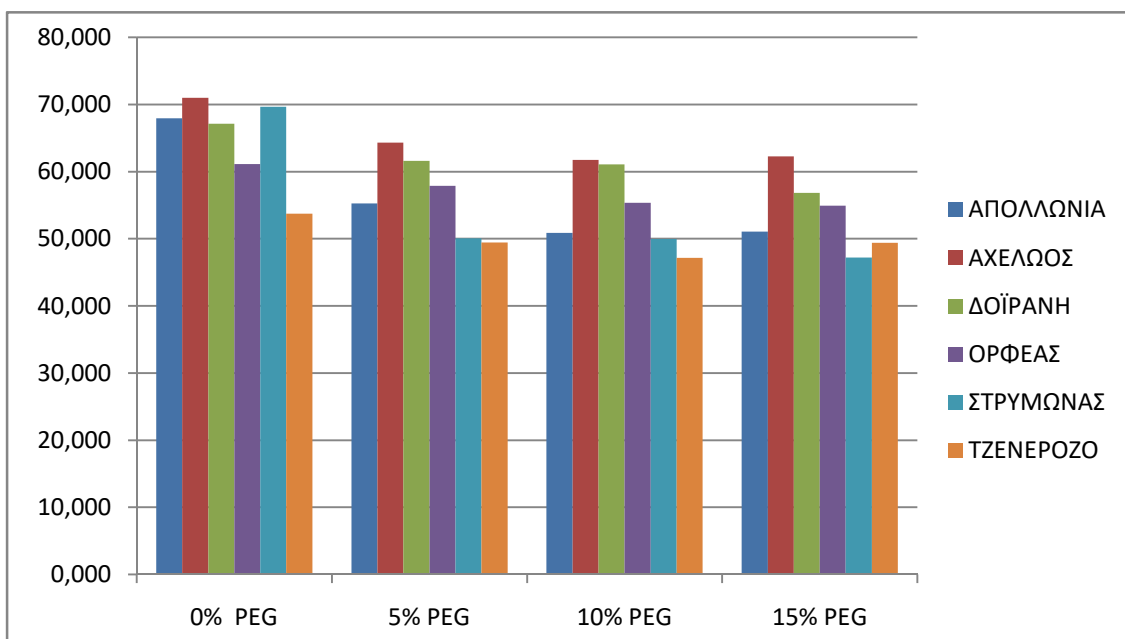
Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα ανά ποικιλία δε διαφέρουν σημαντικά, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$

Η αντίδραση της κάθε ποικιλίας στις μεταχειρίσεις με τα διαλύματα της PEG ήταν διαφορετική. Η Απολλωνία και ο Στρυμόνας παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση στο 15% PEG ( 25% και 32% αντίστοιχα). Τη μικρότερη ποσοστιαία μείωση του βάρους είχε ο Ορφέας. Το ύψος στην ποικιλία Δοϊράνη μειώθηκε βαθμιαία με την αύξηση της συγκέντρωσης της πολυαιθυλενικής γλυκόλης και έφτασε τη μικρότερη τιμή στη μεταχείριση με 15% PEG. Ο Αχελώος παρουσίασε το μεγαλύτερο ύψος σε

όλες τις μεταχειρίσεις. Η ποικιλία Τζενερόζο είχε το μικρότερο ύψος στον μάρτυρα και γενικότερα σε όλες τις μεταχειρίσεις και παρουσίασε και αυτή στατιστικώς σημαντική μείωση του ύψους ( πίνακας 1, γράφημα 1, γράφημα 2).



**Γράφημα 1.** Ύψος φυτού ανά ποικιλία και μεταχείριση



**Γράφημα 2.** Ύψος φυτού ανά μεταχείριση και ποικιλία



Στον πίνακα 2 παρατίθεται η ανάλυση παραλλακτικότητας όσον αφορά το ύψος των φυτών των 6 ποικιλιών μετά από επέμβαση με PEG, όπου καταγράφονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, των μεταχειρίσεων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους ( $F_{\Pi}=50,142 > F_{.05}=2,422$ ,  $F_M=85,773 > F_{.05}=2,660$  και  $F_{\Pi \times M}=5,794 > F_{.05}=1,729$  αντίστοιχα, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ ). Αυτό σημαίνει ότι οι ποικιλίες διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς το ύψος των φυτών και ότι οι διαφορετικές μεταχειρίσεις PEG έχουν σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών. Ακόμη φαίνεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και μεταχειρίσεων, δηλαδή η επίδραση της μεταχείρισης με PEG ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία.

**Πίνακας 2.** Ανάλυση παραλλακτικότητας του ύψους φυτών 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F value	F <sub>.05</sub>
Επαναλήψεις	9	160,050	17,783	0,793	2,096
Ποικιλίες	5	5.624,353	1124,871	50,142*	2,422
Σφάλμα α	45	1.009,523	22,434		
Μεταχείριση PEG	3	5.024,437	1674,812	85,773*	2,660
Ποικιλίες χ Μεταχείριση PEG	15	1696,877	113,125	5,794*	1,729
Σφάλμα	162	3.163,210	19,526		
Σύνολα	239				

Για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$

Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις και την αλληλεπίδρασή τους έχει τιμή:  $LSD_{\Pi}(0.05)=2,133$ ,  $LSD_M(0.05)=1,593$ ,  $LSD_{\Pi \times M}(0.05)=3,91$  για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ .

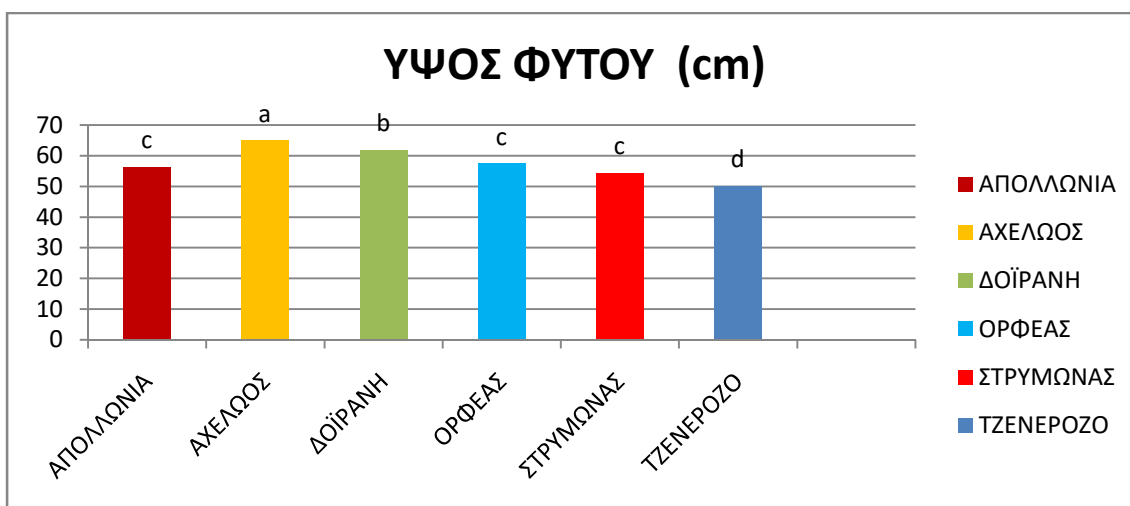
Όσον αφορά το ύψος των φυτών παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών (πίνακας 3, γράφημα 3). Το ύψος των φυτών παρουσίασε μεγάλο εύρος διακύμανσης. Το μεγαλύτερο ύψος παρουσίασαν σε όλες τις μεταχειρίσεις με PEG, οι Αχελώος και Δοϊράνη με μέσο ύψος 64,869 cm και 61,175 cm αντίστοιχα και το μικρότερο η ποικιλία Τζενερόζο με μέσο ύψος 49,930 cm, η οποία αξίζει να σημειωθεί ότι δεν φέρει άγανα παρά μόνο αγανίδια στο τελευταίο σταχύδιο.

Σχετικά με την επίδραση της συγκέντρωσης της πολυαιθυλενικής γλυκόλης στο ύψος των φυτών, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των

μεταχειρίσεων. Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες και δεν δέχτηκαν υδατική καταπόνηση είχαν το μεγαλύτερο ύψος και ακολούθησαν κατά φθίνουσα σειρά οι μεταχειρίσεις 5% και 10% με το μικρότερο ύψος να παρουσιάζεται στη μεταχείριση με 15% PEG. Ο μάρτυρας (0% PEG) παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο ύψος φυτού, φτάνοντας τα 65.26 cm. Η μεταχείριση με 5% PEG οδήγησε σε σημαντική μείωση του ύψους των φυτών, με μέσο όρο 56.35 cm. Αυτή η συγκέντρωση PEG φαίνεται να έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών. Στην περίπτωση του 10% PEG, ο μέσος όρος μειώθηκε περαιτέρω στα 54.35 cm, επιβεβαιώνοντας ότι η αύξηση της συγκέντρωσης PEG συνεχίζει να επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών. Τέλος, η μεταχείριση με 15% PEG παρουσίασε τον χαμηλότερο μέσο ύψος, στα 53.61 cm, αν και χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά από το 10% (πίνακας 4, γράφημα 4).

**Πίνακας 3.** Μέσος όρος ύψους ανά ποικιλία

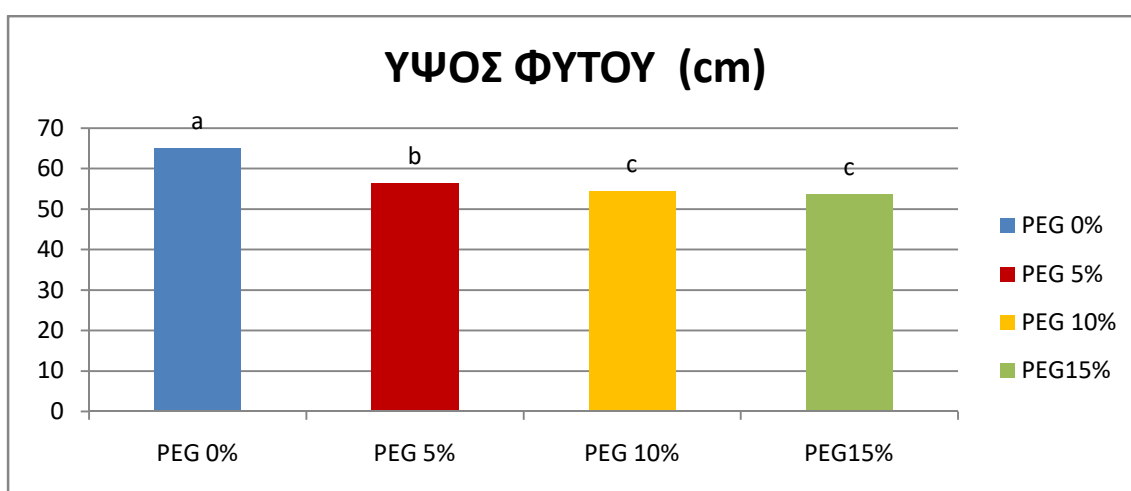
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΥΨΟΣ ΦΥΤΟΥ (cm)
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	56,279cd
ΑΧΕΛΩΟΣ	64,829a
ΔΟΪΡΑΝΗ	61,667b
ΟΡΦΕΑΣ	57,313c
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	54,213d
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	49,93e



**Γράφημα 3.** Ύψος φυτού ανά ποικιλία.

**Πίνακας 4.** Μέσος όρος ύψους ανά μεταχείριση

PEG %	ΥΨΟΣ ΦΥΤΟΥ (cm)
PEG 0%	65,092a
PEG 5%	56,43b
PEG 10%	54,353c
PEG15%	53,612c



**Γράφημα 4.** Ύψος φυτού ανά μεταχείριση.

#### 4.2 ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ ΜΕ ΑΓΑΝΑ

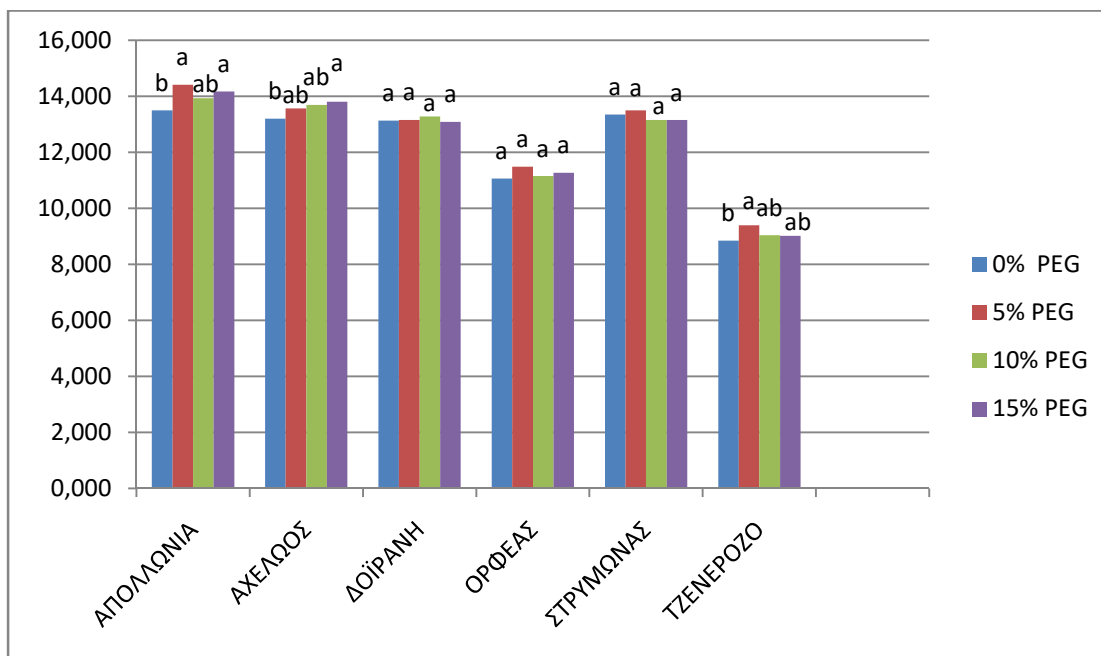
Οι συγκεντρωτικές τιμές του μήκους στάχυος με άγανα των έξι ποικιλιών μαλακού σιταριού που αφορούν όλες τις μεταχειρίσεις δίνονται στον πίνακα 5. Γενικά υπήρξε μια αυξητική τάση ως προς το μήκος του στάχυος με άγανα κάτω από την επίδραση των διαφόρων επιπέδων πολυαιθυλενικής γλυκόλης (γράφημα 5, γράφημα 6). Η μόνη ποικιλία που αποτέλεσε εξαίρεση ήταν ο Στρυμόνας, ο οποίος παρουσίασε μείωση του μήκους στις υψηλότερες συγκεντρώσεις του διαλύματος PEG (10% και 15%), ενώ το μεγαλύτερο μήκος το εμφάνισε υπό την επίδραση του 5% PEG αν και οι διαφορές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Η μεγαλύτερη αύξηση στάχυος καταγράφηκε για τις ποικιλίες Απολλωνία και Αχελώος υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων με 5% και

15% PEG αντίστοιχα. Ακολούθησε η Τζενερόζο (μη αγανοφόρος ποικιλία), ενώ η Δοϊράνη και ο Ορφέας παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αύξηση στο 15% και 5% αντίστοιχα.

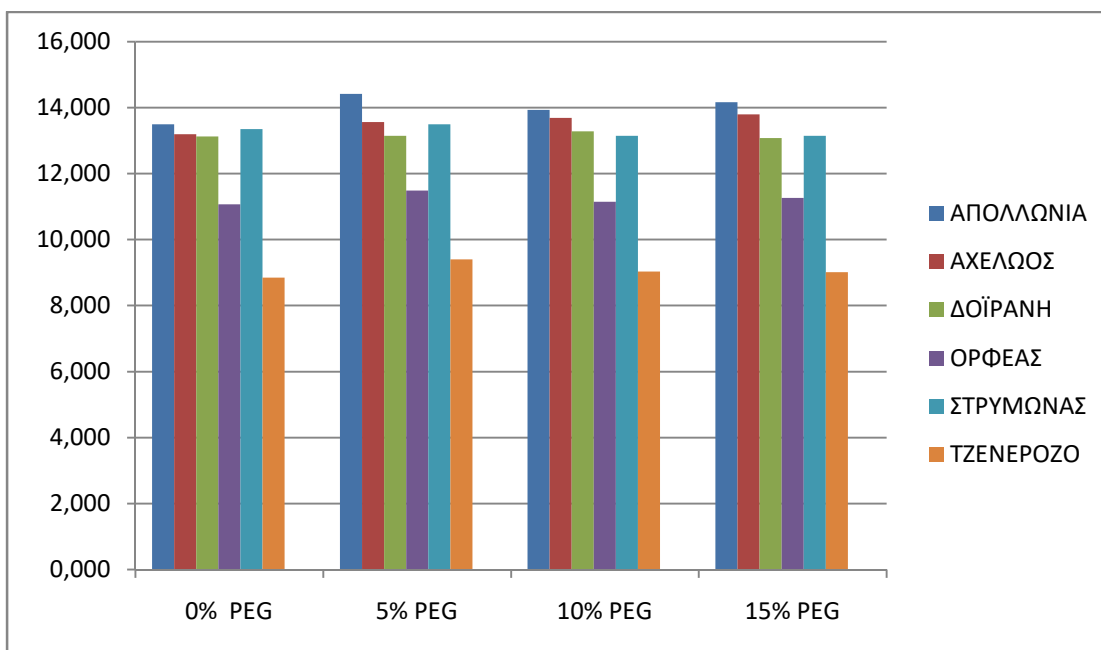
**Πίνακας 5.** Μήκος στάχους με άγανα των 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού στις 4 μεταχειρίσεις με PEG

	ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	ΑΧΕΛΩΟΣ	ΔΟΪΡΑΝΗ	ΟΡΦΕΑΣ	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	ΜΟ PEG
<b>0% PEG</b>	13,500 <sup>b</sup>	13,200 <sup>b</sup>	13,132 <sup>a</sup>	11,068 <sup>a</sup>	13,350 <sup>a</sup>	8,851 <sup>b</sup>	12,184
<b>5% PEG</b>	14,417 <sup>a</sup>	13,568 <sup>ab</sup>	13,151 <sup>a</sup>	11,484 <sup>a</sup>	13,500 <sup>a</sup>	9,398 <sup>a</sup>	12,586
<b>10% PEG</b>	13,933 <sup>ab</sup>	13,691 <sup>ab</sup>	13,284 <sup>a</sup>	11,150 <sup>a</sup>	13,151 <sup>a</sup>	9,037 <sup>ab</sup>	12,374
<b>15% PEG</b>	14,167 <sup>a</sup>	13,800 <sup>a</sup>	13,084 <sup>a</sup>	11,267 <sup>a</sup>	13,150 <sup>a</sup>	9,018 <sup>ab</sup>	12,414
<b>ΜΟ ΠΟΙΚ.</b>	14,004	13,565	13,163	11,242	13,288	9,076	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα ανά ποικιλία δε διαφέρουν σημαντικά, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$



**Γράφημα 5.** Μήκος στάχους με άγανα ανά ποικιλία και μεταχείριση



**Γράφημα 6.** Μήκος στάχυος με άγανα ανά μεταχείριση και ποικιλία

Από την ανάλυση παραλλακτικότητας (Πίνακας 6) παρατηρούμε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των μεταχειρίσεων, ενώ δεν ισχύει το ίδιο για την αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και μεταχειρίσεων, ( $F_{\Pi}=372,405 > F_{.05}=2,422$   $F_M=4,975 > F_{.05}=2,660$  και η  $F_{\Pi \times M}=1,080 < F_{.05}=1,729$  αντίστοιχα, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ ). Αυτό σημαίνει ότι η επίδραση PEG στο μήκος του στάχυος δεν εξαρτάται από την ποικιλία.

**Πίνακας 6.** Ανάλυση παραλλακτικότητας, του μήκους στάχυος με άγανα 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F value	F <sub>.05</sub>
Επαναλήψεις	9	2,141	0,238	0,626	2,096
Ποικιλίες	5	707,572	141,514	372,405*	2,422
Σφάλμα α	45	17,100	0,380		
Μεταχείριση PEG	3	4,922	1,641	4,975*	2,660
Ποικιλίες χ Μεταχείριση PEG	15	5,341	0,356	1,080	1,729
Σφάλμα	162	53,418	0,330		
Σύνολα	239				

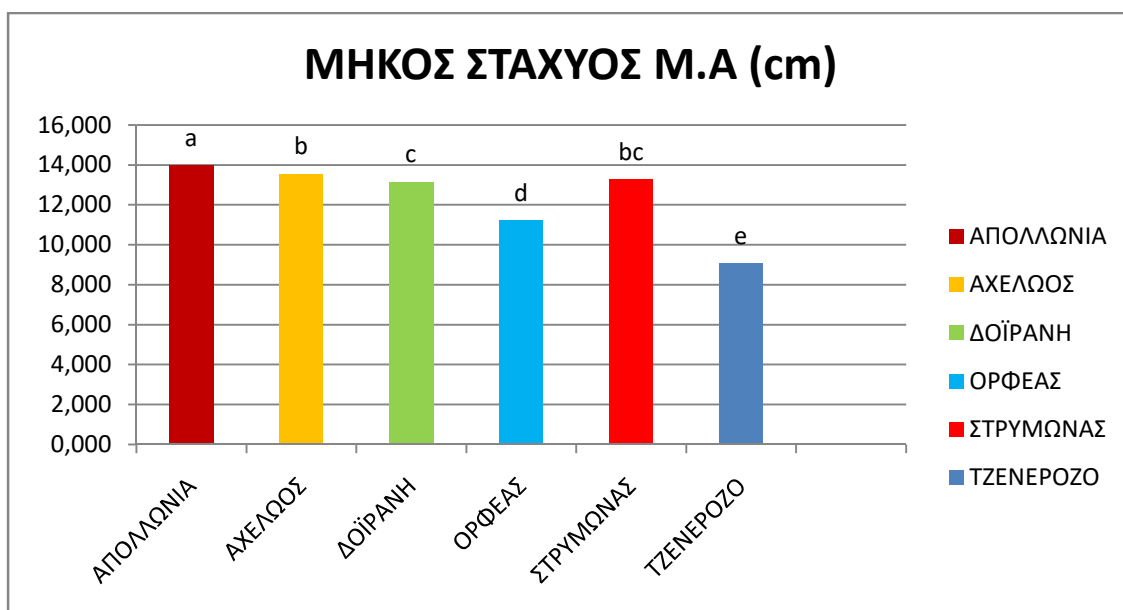
για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$

Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους είναι αντίστοιχα:  $LSD_{\Pi}(0.05)=0,278$   $LSD_M(0.05)=0,207$ ,  $LSD_{\Pi*M}(0.05)=0,507$  για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$

Όσον αφορά το μέσο μήκος στάχυος με άγανα των έξι ποικιλιών (πίνακας 7, γράφημα 7) παρατηρήθηκε ένα σημαντικό εύρος στις τιμές. Η Απολλωνία παρουσίασε το μεγαλύτερο μήκος στάχυος με άγανα, 14 cm, σημειώνοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά από όλες τις υπόλοιπες. Ακολούθησαν η Δοϊράνη, ο Αχελώος και ο Στρυμώνας με μικρές σχετικά διαφορές μεταξύ τους. Τα μικρότερα μήκη σημειώθηκαν από τον Ορφέα και την Τζενερόζο που διέφεραν σημαντικά από τις υπόλοιπες ποικιλίες.

**Πίνακας 7.** Μέσος όρος μήκους στάχυος με άγανα ανά ποικιλία

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ Μ.Α (cm)
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	14,004a
ΑΧΕΛΩΟΣ	13,565b
ΔΟΪΡΑΝΗ	13,163c
ΟΡΦΕΑΣ	11,242d
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	13,288bc
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	9,076e

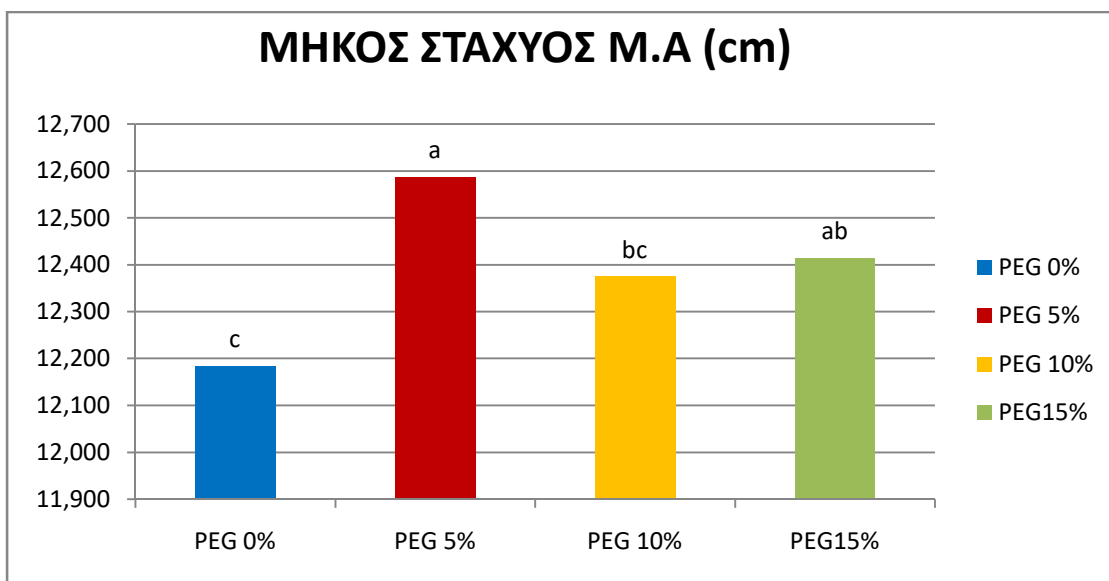


**Γράφημα 7.** Μήκος στάχυος με άγανα ανά ποικιλία

Στο γράφημα 8 όπου απεικονίζεται το μέσο μήκος στάχυος για κάθε μεταχείριση φαίνεται ότι η μεγαλύτερη τιμή σημειώθηκε όταν εφαρμόστηκε πολυαιθυλενική γλυκόλη με συγκέντρωση 5% που διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες.

**Πίνακας 8.** Μέσο μήκος στάχυος με άγανα ανά μεταχείριση

PEG %	ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ Μ.Α (cm)
PEG 0%	12,184c
PEG 5%	12,586a
PEG 10%	12,374bc
PEG15%	12,414ab



**Γράφημα 8.** Μήκος στάχυος με άγανα ανά μεταχείριση

#### 4.3 ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ

Στον πίνακα 9 καταγράφεται το μήκος του στάχυος χωρίς τα άγανα. Στην περίπτωση αυτή παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, ενώ αυτό δεν επηρεάστηκε

ιδιαίτερα από την εφαρμογή της PEG. Επιπλέον δεν διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και επίδρασης πολυαιθυλενικής γλυκόλης.

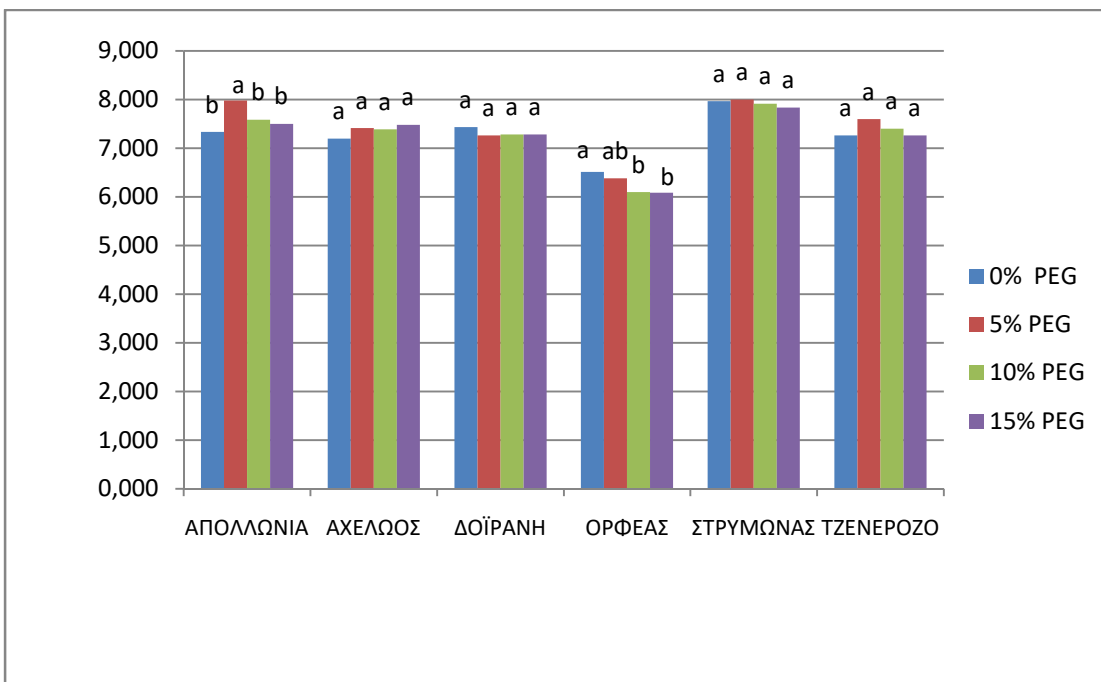
Οι έξι ποικιλίες δεν αντέδρασαν με τον ίδιο τρόπο στην πρόκληση υδατικής καταπόνησης μέσω της PEG. Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 9, στην Απολλωνία και τον Αχελώο σημειώθηκε αύξηση του μήκους μετά την εφαρμογή πολυαιθυλενικής γλυκόλης και το μεγαλύτερο μήκος στάχυος παρατηρήθηκε στο 5% που διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και τον μάρτυρα, και στο 15% αντίστοιχα. Στις ποικιλίες Δοϊράνη, Ορφέας και Στρυμώνας μειώθηκε το μήκος στάχυος μετά την επίδραση PEG και τα μικρότερα μήκη στάχυος σημειώθηκαν στο 5% για την πρώτη και στο 15% για τις δύο τελευταίες, χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Τέλος, στην Τζενερόζο το μήκος αυξήθηκε στις συγκεντρώσεις 5% και 10% και παρέμεινε στα ίδια επίπεδα στο 15%, χωρίς να υπάρξουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι το μήκος του στάχυος γενικά δεν επηρεάστηκε από την επίδραση της υδατικής καταπόνησης μετά την εφαρμογή της PEG. Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στα γραφήματα 9 και 10.

**Πίνακας 9.** Μήκος στάχυος των 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού στις 4 μεταχειρίσεις με PEG

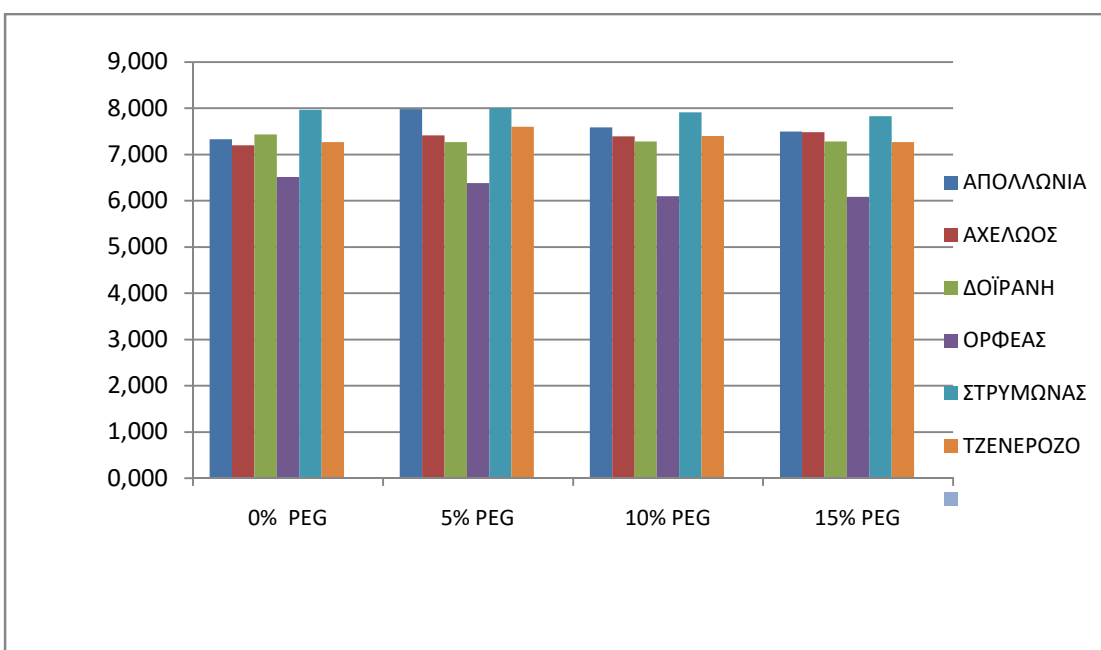
	ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	ΑΧΕΛΩΟΣ	ΔΟΪΡΑΝΗ	ΟΡΦΕΑΣ	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	ΜΟ PEG
<b>0% PEG</b>	7,333b	7,200a	7,432a	6,512a	7,969a	7,266a	6,245
<b>5% PEG</b>	7,983a	7,416a	7,266a	6,382ab	8,001a	7,601a	6,378
<b>10% PEG</b>	7,585b	7,391a	7,283a	6,100b	7,916a	7,399a	6,239
<b>15% PEG</b>	7,5b	7,483a	7,284a	6,083b	7,833a	7,266a	6,207
<b>ΜΟ ΠΟΙΚ.</b>	7,600	7,373	7,316	6,269	7,930	7,383	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα ανά ποικιλία δε διαφέρουν σημαντικά, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$





**Γράφημα 9.** Μήκος στάχους ανά ποικιλία και μεταχείριση



**Γράφημα 10.** Μήκος στάχους ανά μεταχείριση και ποικιλία

Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) , (πίνακας 10) όπου φαίνεται ότι στατιστικώς σημαντικές διαφορές υπάρχουν μόνο μεταξύ των ποικιλιών, ενώ μεταξύ των μεταχειρίσεων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ ποικιλιών και μεταχειρίσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ( $F_{\Pi}=54,421 > F_{.05}=2,422$   $F_M=2,563 < F_{.05}=2,660$  και η  $F_{\Pi \times M} = 1,363 < F_{.05} = 1,729$  αντίστοιχα, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ ).

**Πίνακας 10.** Ανάλυση παραλλακτικότητας, του μήκους στάχυος 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F value	F <sub>.05</sub>
Επαναλήψεις	9	0,677	0,075	0,328	2,096
Ποικιλίες	5	62,430	12,486	54,421*	2,422
Σφάλμα α	45	10,324	0,229		
Μεταχείριση PEG	3	1,412	0,471	2,563	2,660
Ποικιλίες χ Μεταχείριση PEG	15	3,755	0,250	1,363	1,729
Σφάλμα	162	29,763	0,184		
Σύνολα	239				

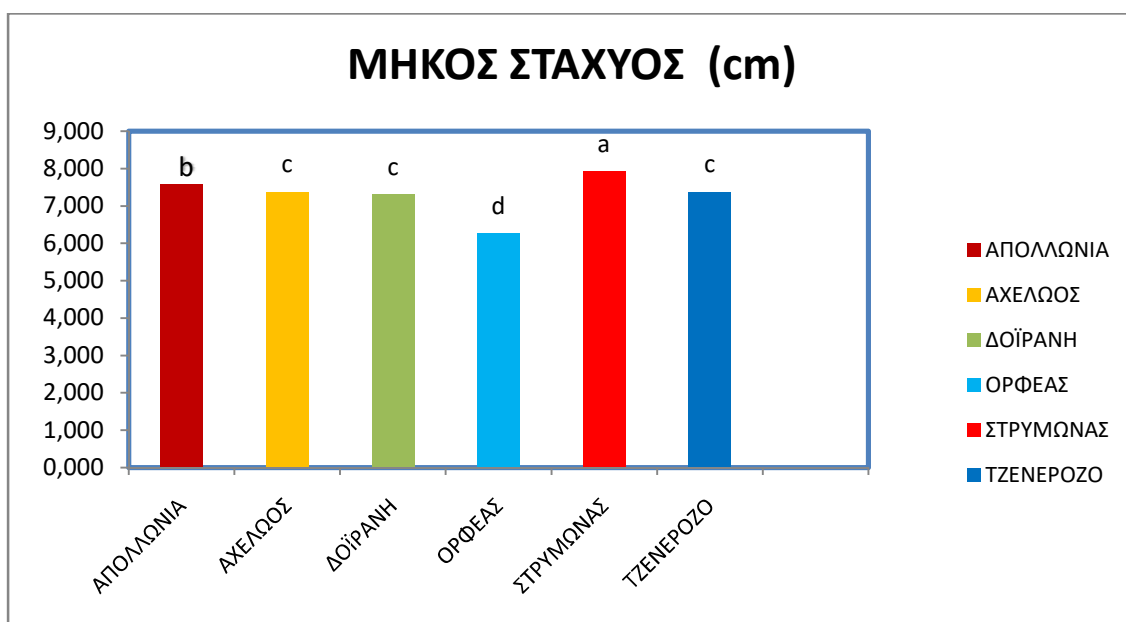
για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$

Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους είναι αντίστοιχα:  $LSD_{\Pi}(0.05)=0,278$   $LSD_M(0.05)=0,207$ ,  $LSD_{\Pi \times M}(0.05)=0,507$  για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ .

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 11 και το γράφημα 11 οι ποικιλίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέσο μήκος στάχυος και συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζει ο Στρυμόνας που διαφέρει σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες. Αμέσως μετά έρχεται η Απολλωνία και ακολουθούν οι Τζενερόζο, Αχελώος και Δοϊράνη οι οποίες δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Τέλος, το μικρότερο μήκος στάχυος σημειώνεται από τον Ορφέα.

**Πίνακας 11.** Μέσος όρος μήκους στάχυος ανά ποικιλία

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ (cm)
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	7,600b
ΑΧΕΛΩΟΣ	7,373c
ΔΟΪΡΑΝΗ	7,316c
ΟΡΦΕΑΣ	6,269d
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	7,930a
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	7,383c

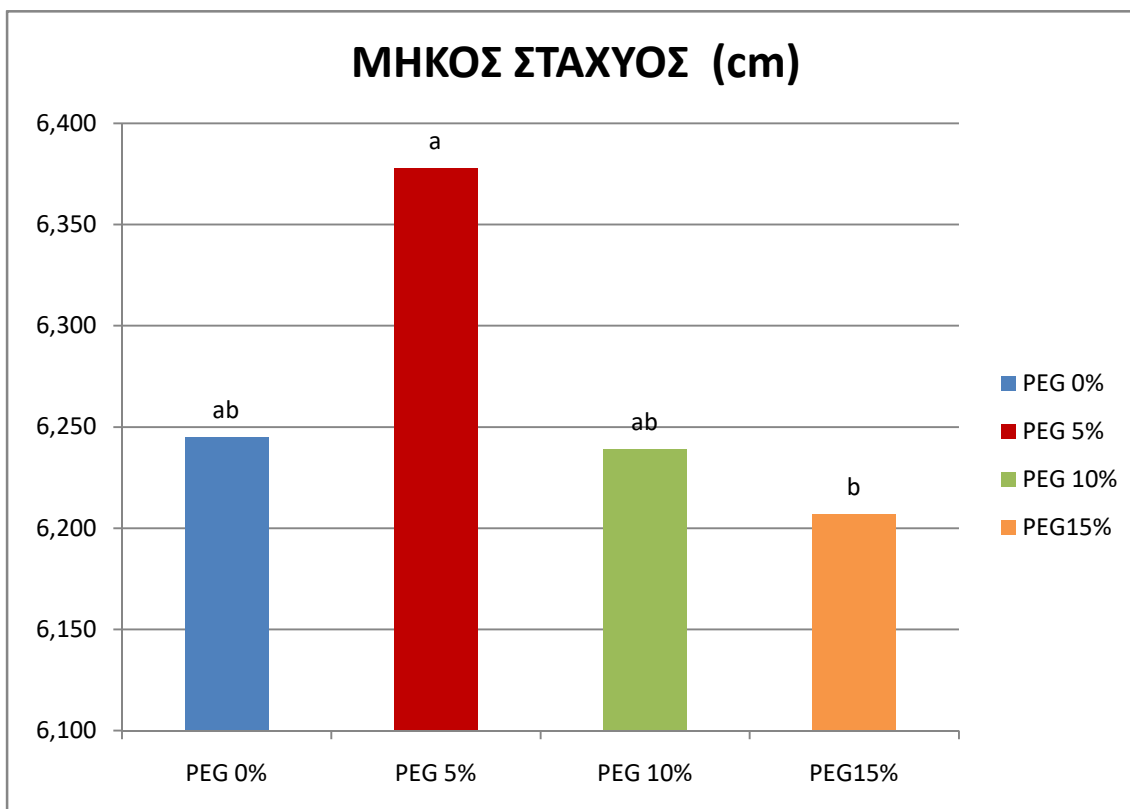


**Γράφημα 11.** Μήκος στάχυος ανά ποικιλία

Στο γράφημα 12 απεικονίζεται η αντίδραση συνολικά των ποικιλιών στις διάφορες συγκεντρώσεις της πολυαιθυλενικής γλυκόλης και το μήκος του στάχυος ανά μεταχείριση, το οποίο εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή στην επέμβαση με PEG 5% και τη μικρότερη στη συγκέντρωση PEG 15%.

**Πίνακας 12.** Μέσος όρος μήκους στάχυος ανά μεταχείριση

PEG %	ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ (cm)
PEG 0%	6,245ab
PEG 5%	6,378a
PEG 10%	6,239ab
PEG15%	6,207b



**Γράφημα 12.** Μήκος στάχυος ανά μεταχείριση

#### 4.4 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ ΑΝΑ ΦΥΤΟ

Η επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην απόδοση των φυτών ήταν έντονη, καθώς σημειώθηκε μεγάλη μείωση του βάρους κόκκων ανά φυτό στις μεταχειρίσεις όπου εφαρμόστηκε πολυαιθυλενική γλυκόλη.

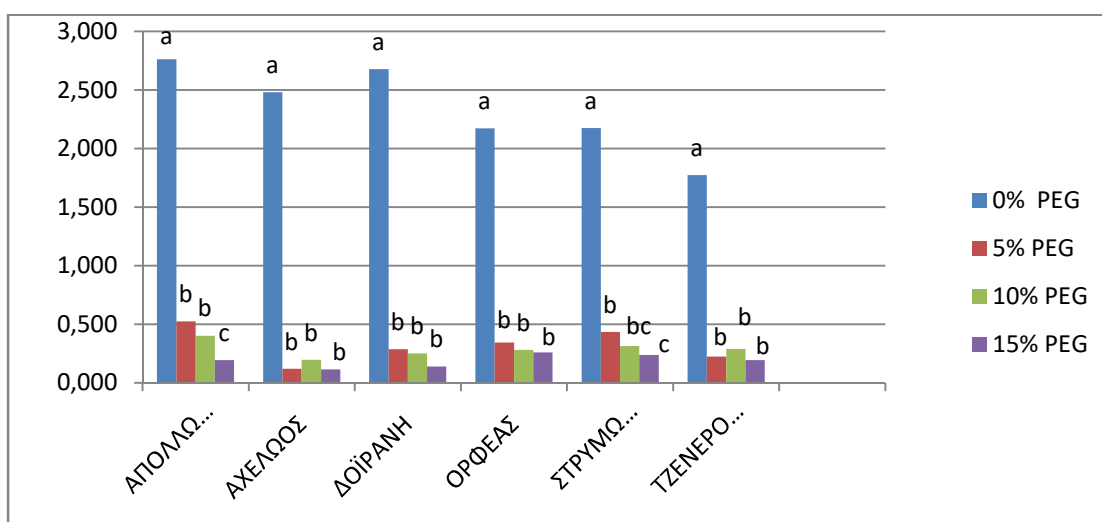
Η επίδραση υδατικής καταπόνησης στα φυτά είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους του σπόρου, η οποία αυξανόταν βαθμιαία καθώς αυξανόταν και η συγκέντρωση της PEG. Το μεγαλύτερο βάρος σημειώθηκε στα φυτά μάρτυρες που δεν δέχτηκαν καμία επίδραση και το μικρότερο βάρος εμφάνισαν τα φυτά, σε όλες τις ποικιλίες, κάτω από την μεγαλύτερη ένταση υδατικής καταπόνησης, στη μεταχείριση με 15% PEG. Στους μάρτυρες τη μεγαλύτερη απόδοση είχαν με τη σειρά που αναφέρονται η Απολλωνία, η Δοϊράνη και ο Αχελώος και τη μικρότερη η Τζενερόζο. Στις μεταχειρίσεις με 5% και 10% PEG η Απολλωνία και ο Στρυμόνας παρουσίασαν το μεγαλύτερο βάρος και την μικρότερη ποσοστιαία μείωση και ο Αχελώος το

μικρότερο βάρος και τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση. Στην επίδραση με 15% PEG οι ποικιλίες Αχελώος, Δοϊράνη και Απολλωνία, οι οποίες είχαν τα μεγαλύτερα βάρη στους μάρτυρες, ήταν αυτές με τα μικρότερα βάρη, ενώ το μεγαλύτερο βάρος παρουσίασαν ο Ορφέας και ο Στρυμόνας. Ο Αχελώος, η Δοϊράνη, ο Ορφέας και η Τζενερόζο παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων με 5%, 10% και 15% PEG, όχι όμως μεταξύ των μεταχειρίσεων αυτών. Στην Απολλωνία και τον Στρυμόνα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων (Πίνακας 13, γράφημα 13,14).

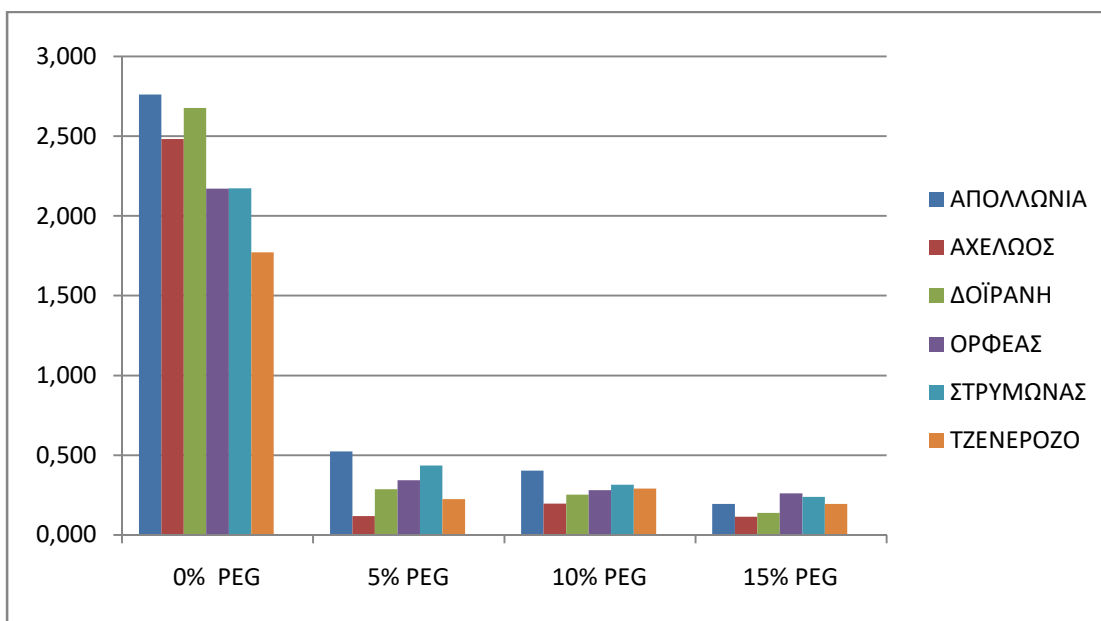
**Πίνακας 13.** Βάρος κόκκων ανά φυτό των έξι ποικιλιών μαλακού σιταριού στις 4 μεταχειρίσεις με PEG.

	ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	ΑΧΕΛΩΟΣ	ΔΟΪΡΑΝΗ	ΟΡΦΕΑΣ	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	ΜΟ PEG
<b>0% PEG</b>	2,761a	2,482a	2,678a	2,172a	2,174a	1,772a	2,340
<b>5% PEG</b>	0,524b	0,119b	0,287b	0,344b	0,435b	0,224b	0,322
<b>10% PEG</b>	0,403b	0,196b	0,252b	0,280b	0,315bc	0,291b	0,289
<b>15% PEG</b>	0,196c	0,114b	0,139b	0,261b	0,238c	0,195b	0,190
<b>ΜΟ ΠΟΙΚ.</b>	0,970	0,728	0,839	0,764	0,790	0,621	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα ανά ποικιλία δε διαφέρουν σημαντικά, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$



**Γράφημα 13.** Βάρος κόκκων ανά φυτό ανά ποικιλία και μεταχείριση



**Γράφημα 14.** Βάρος κόκκων ανά φυτό ανά μεταχείριση και ποικιλία

**Πίνακας 14.** Ανάλυση παραλλακτικότητας, του βάρους κόκκων ανά φυτό 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F value	F <sub>.05</sub>
Επαναλήψεις	9	0,521	0,058	1,389	2,096
Ποικιλίες	5	2,722	0,544	13,069*	2,422
Σφάλμα α	45	1,875	0,042		
Μεταχείριση PEG	3	193,875	64,625	1410,480*	2,660
Ποικιλίες χ Μεταχείριση PEG	15	5,631	0,375	8,193*	1,729
Σφάλμα	162	7,422	0,046		
Σύνολα	239				

για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$

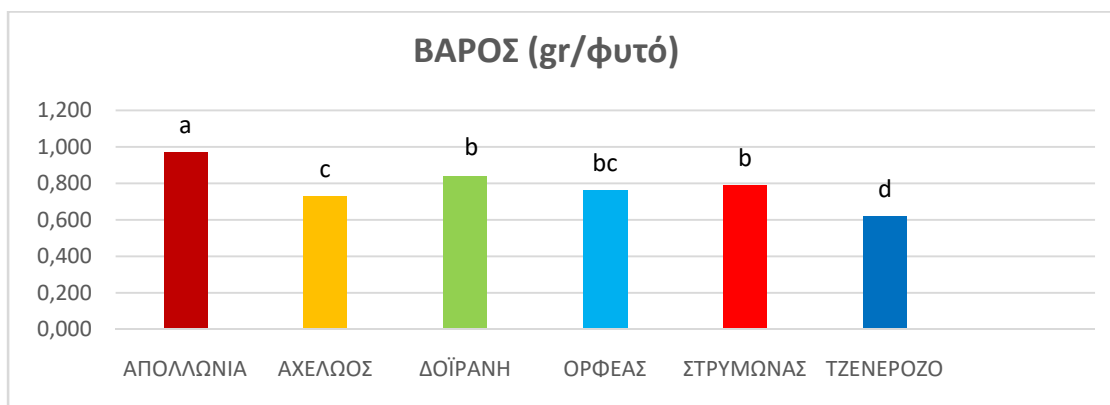
Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους είναι αντίστοιχα:  $LSD_{Π}(0.05)=0,092$ ,  $LSD_{Μ}(0.05)=0,077$ ,  $LSD_{Π*Μ}(0.05)=0,189$  για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ .

Στον παραπάνω πίνακα 14, ο οποίος περιλαμβάνει την ανάλυση παραλλακτικότητας, τόσο οι ποικιλίες, όσο και οι μεταχειρίσεις αλλά και η αλληλεπίδραση των ποικιλιών με τις μεταχειρίσεις παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ( $F_{\Pi}=13,069 > F_{.05}=2,422$ ,  $F_M=1410,480 > F_{.05}=2,660$  και  $F_{\Pi \times M}=8,193 > F_{.05}=1,729$  αντίστοιχα, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ ). Αυτό σημαίνει ότι οι ποικιλίες διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς το βάρος κόκκων των φυτών και ότι οι διαφορετικές μεταχειρίσεις PEG έχουν σημαντική επίδραση σε αυτό. Ακόμη φαίνεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και μεταχειρίσεων, δηλαδή η επίδραση της μεταχείρισης PEG στο βάρος ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 15 και απεικονίζεται στο γράφημα 15 οι ποικιλίες παρουσίασαν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Το μεγαλύτερο μέσο βάρος παρουσίασε η Απολλωνία που διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες και ακολούθησαν η Δοϊράνη και ο Στρυμώνας, ενώ η Τζενερόζο είχε το μικρότερο μέσο βάρος όλων των μεταχειρίσεων.

**Πίνακας 15.** Μέσος όρος βάρους σπόρου / φυτό ανά μεταχείριση

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ ΑΝΑ ΦΥΤΟ( gr/φυτό)
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	0,970a
ΑΧΕΛΩΟΣ	0,728c
ΔΟΪΡΑΝΗ	0,839b
ΟΡΦΕΑΣ	0,764bc
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	0,790b
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	0,621d

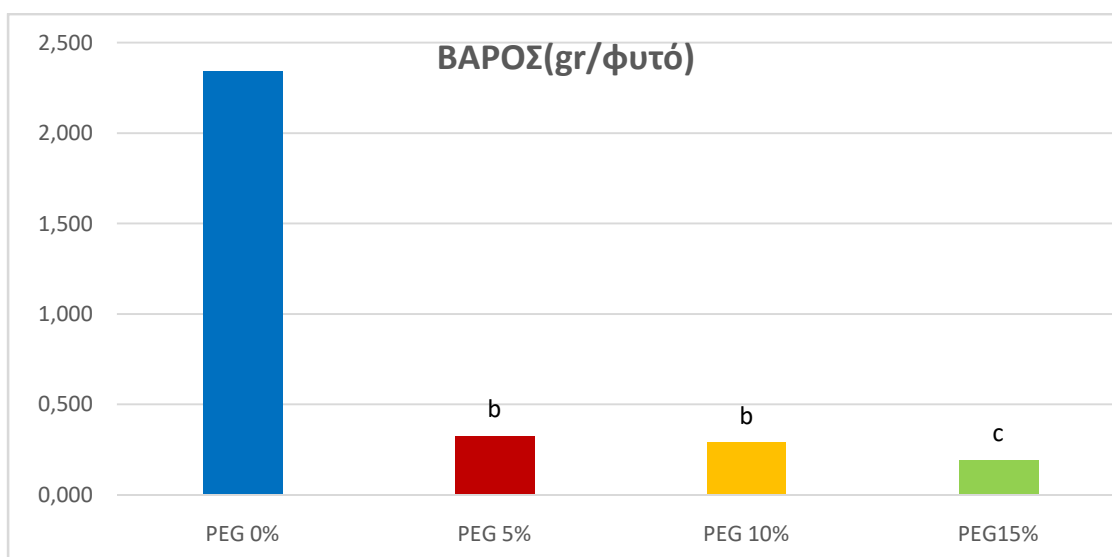


**Γράφημα 15.** Απόδοση σε σπόρο ανά ποικιλία

Το βάρος επηρεάστηκε από το βαθμό καταπόνησης. Το μεγαλύτερο βάρος εμφάνισαν οι μάρτυρες που διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, ενώ οι επεμβάσεις με 5% και 10% δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η επέμβαση με 15% PEG είχε τη μεγαλύτερη επίδραση δίνοντας το μικρότερο βάρος, με διαφορά στατιστικώς σημαντική από όλες τις άλλες.

**Πίνακας 16.** Μέσος όρος βάρους σπόρου / φυτό ανά μεταχείριση

PEG %	ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΟΥ ΑΝΑ ΦΥΤΟ( gr/φυτό)
PEG 0%	2,340a
PEG 5%	0,322b
PEG 10%	0,289b
PEG15%	0,190c



**Γράφημα 16.** Απόδοση σε σπόρο ανά μεταχείριση

#### 4.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ

Γενικά παρατηρήθηκε αύξηση στην περιεκτικότητα των φυτών σε προλίνη όταν εφαρμόστηκε υδατική καταπόνηση με την επίδραση πολυαιθυλενικής γλυκόλης.

Η επίδραση υδατικής καταπόνησης στα φυτά είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους του σπόρου, η οποία αυξανόταν βαθμιαία καθώς αυξανόταν και η συγκέντρωση της PEG. Το μεγαλύτερο βάρος σημειώθηκε στα φυτά μάρτυρες που δεν



δέχθηκαν καμία επίδραση και το μικρότερο βάρος εμφάνισαν τα φυτά, σε όλες τις ποικιλίες, κάτω από την μεγαλύτερη ένταση υδατικής καταπόνησης, στη μεταχείριση με 15% PEG. Στους μάρτυρες τη μεγαλύτερη απόδοση είχαν με τη σειρά που αναφέρονται η Απολλωνία, η Δοϊράνη και ο Αχελώος και τη μικρότερη η Τζενερόζο. Στις μεταχειρίσεις με 5% και 10% PEG η Απολλωνία και ο Στρυμόνας παρουσίασαν το μεγαλύτερο βάρος και την μικρότερη ποσοστιαία μείωση και ο Αχελώος το μικρότερο βάρος και τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση. Στην επίδραση με 15% PEG οι ποικιλίες Αχελώος, Δοϊράνη και Απολλωνία, οι οποίες είχαν τα μεγαλύτερα βάρη στους μάρτυρες, ήταν αυτές με τα μικρότερα βάρη, ενώ το μεγαλύτερο βάρος παρουσίασαν ο Ορφέας και ο Στρυμόνας. Ο Αχελώος, η Δοϊράνη, ο Ορφέας και η Τζενερόζο παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων με 5%, 10% και 15% PEG, όχι όμως μεταξύ των μεταχειρίσεων αυτών. Στην Απολλωνία και τον Στρυμόνα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων (Πίνακας 17, γράφημα 17,18).

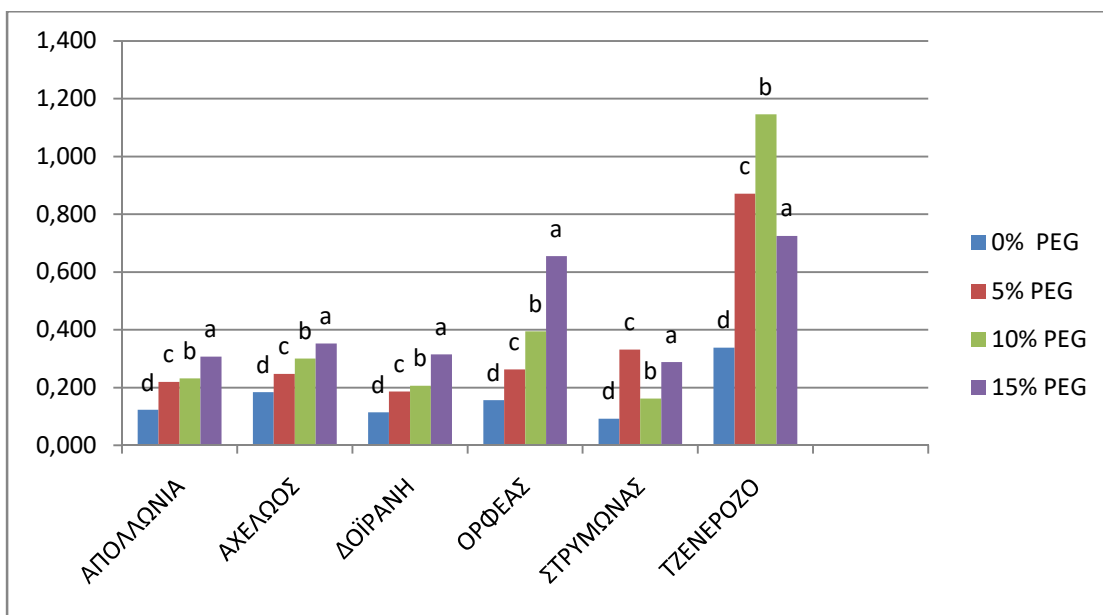
**Πίνακας 17.** Περιεκτικότητα σε προλίνη των 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού για τις 4 μεταχειρίσεις με PEG

	ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	ΑΧΕΛΩΟΣ	ΔΟΪΡΑΝΗ	ΟΡΦΕΑΣ	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	ΜΟ PEG
<b>0% PEG</b>	0,123a	0,185d	0,114c	0,156d	0,092c	0,338d	0,168
<b>5% PEG</b>	0,220b	0,247c	0,186b	0,262c	0,332a	0,871b	0,353
<b>10% PEG</b>	0,232b	0,300b	0,206b	0,395b	0,162b	1,146a	0,407
<b>15% PEG</b>	0,307c	0,353a	0,315a	0,655a	0,288a	0,725c	0,441
<b>ΜΟ ΠΟΙΚ.</b>	0,220	0,271	0,205	0,367	0,218	0,770	

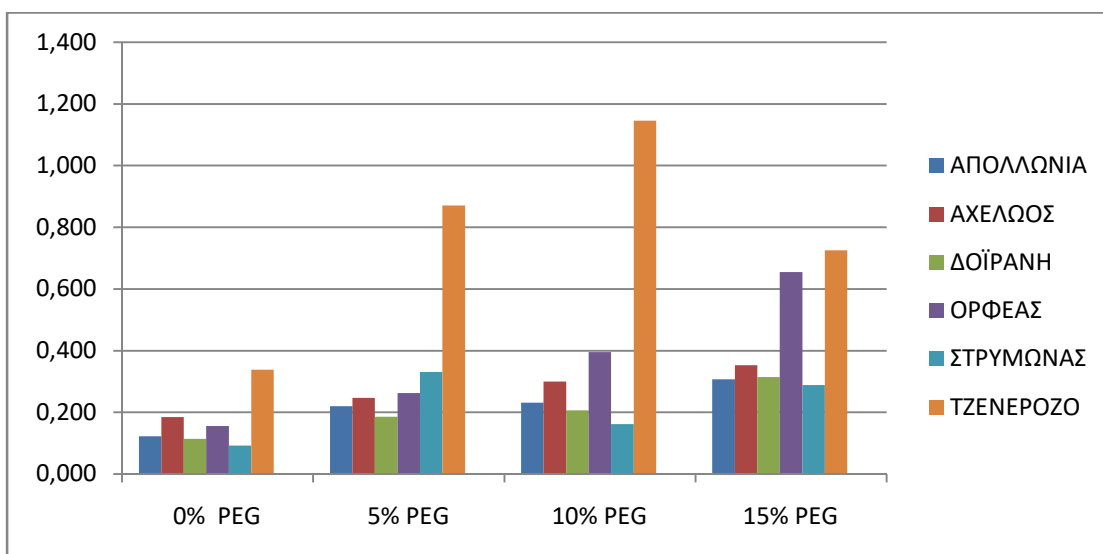
Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$

Από τον πίνακα 17 γίνεται αντιληπτό ότι η κάθε ποικιλία συμπεριφέρθηκε διαφορετικά στην πίεση από την έλλειψη νερού. Στις ποικιλίες Απολλωνία, Αχελώος, Δοϊράνη και Ορφέας υπήρξε αυξητική πορεία της περιεκτικότητας των φυτών σε προλίνη όσο αυξανόταν η συγκέντρωση της PEG, φτάνοντας στα υψηλότερα επίπεδα στη μεταχείριση με 15% PEG. Εκεί την υψηλότερη τιμή είχε ο Ορφέας και μάλιστα ήταν σχεδόν τετραπλάσια από εκείνη του μάρτυρα και αποτέλεσε τη μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση που παρατηρήθηκε τόσο σε όλες τις ποικιλίες όσο και σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Ο Στρυμόνας και η Τζενερόζο παρουσίασαν τη μεγαλύτερη τιμή στην εφαρμογή με 5% και 10% PEG αντίστοιχα. Η ποικιλία Τζενερόζο είχε τις υψηλότερες τιμές στη συγκέντρωση προλίνης σε όλες τις μεταχειρίσεις συμπεριλαμβανομένης κι εκείνη του μάρτυρα. Σε όλες τις ποικιλίες παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όπως φαίνεται στον πίνακα 17 και τα γραφήματα 17 και 18.



**Γράφημα 17.** Περιεκτικότητα σε προλίνη ανά ποικιλία και μεταχείριση



**Γράφημα 18.** Περιεκτικότητα σε προλίνη ανά μεταχείριση και ποικιλία

Από την ανάλυση παραλλακτικότητας (πίνακας 18) παρατηρούμε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, των μεταχειρίσεων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ ποικιλιών και μεταχειρίσεων, ( $F_{\Pi}=928,219 > F_{.05}=2,422$   $F_M=336,060 > F_{.05}=2,660$  και  $F_{\Pi \times M} = 76,643 > F_{.05}=1,729$  αντίστοιχα, για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ ). Οι έξι ποικιλίες του πειράματος διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά ως προς την περιεκτικότητά τους σε προλίνη και οι διαφορετικές μεταχειρίσεις PEG έχουν σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση προλίνης των φυτών. Ακόμη φαίνεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ ποικιλιών και μεταχειρίσεων, δηλαδή η επίδραση της μεταχείρισης PEG ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία.

Πίνακας 18. Ανάλυση παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης προλίνης των 6 ποικιλιών μαλακού σιταριού

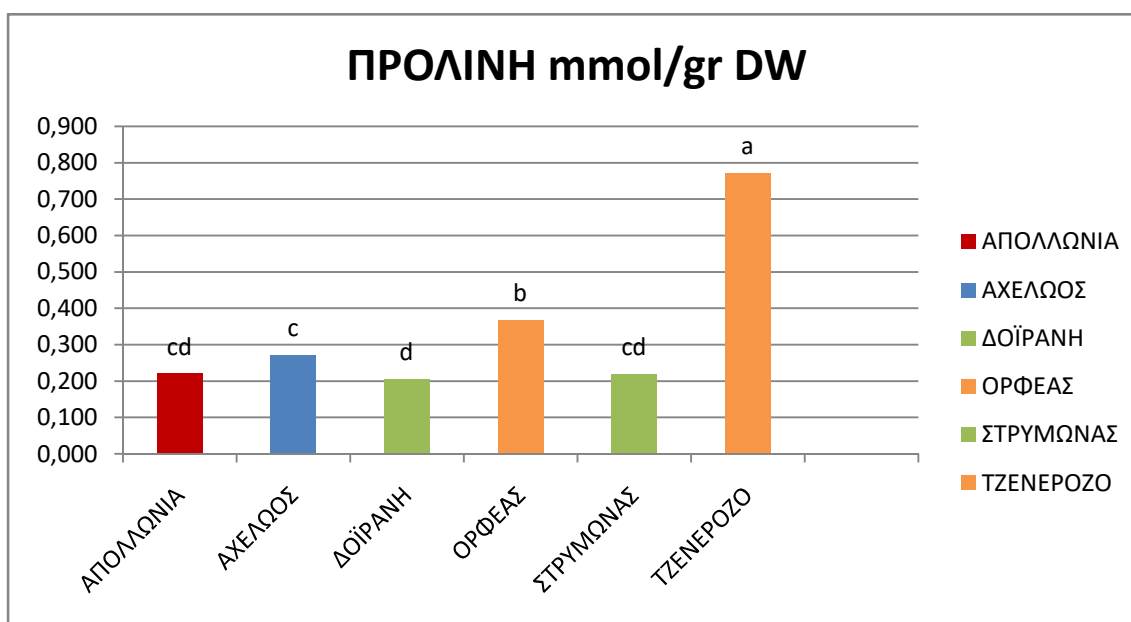
Πηγή παραλλακτικότητας	BE	AT	MT	F value	F <sub>.05</sub>
Επαναλήψεις	9	0,015	0,002	0,812	2,096
Ποικιλίες	5	9,508	1,902	928,219*	2,422
Σφάλμα α	45	0,092	0,002		
Μεταχείριση PEG	3	2,660	0,887	336,060*	2,660
Ποικιλίες χ Μεταχείριση PEG	15	3,033	0,202	76,643*	1,729
Σφάλμα	162	0,427	0,003		
Σύνολα	239				

Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους είναι αντίστοιχα:  $LSD_{\Pi}(0.05)=0,064$ ,  $LSD_M(0.05)=0,062$ ,  $LSD_{\Pi \times M}(0.05)=0,048$  για επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0.05$ .

Παρατηρώντας τον πίνακα 19 αλλά και το γράφημα 19, όπου απεικονίζεται η μέση περιεκτικότητα σε προλίνη της κάθε ποικιλίας, διακρίνεται ότι οι ποικιλίες παρουσιάζουν διαφορετικές συγκεντρώσεις σε προλίνη, γεγονός που υποδηλώνει την επίδραση του γενοτύπου στην περιεκτικότητα προλίνης. Εδώ φαίνεται ότι η Τζενερόζο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή η οποία μάλιστα διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρείται στη Δοϊράνη.

**Πίνακας 19.** Μέσος όρος συγκέντρωσης προλίνης

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΠΡΟΛΙΝΗ mmol/gr DW
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	0,220
ΑΧΕΛΩΟΣ	0,271
ΔΟΪΡΑΝΗ	0,205
ΟΡΦΕΑΣ	0,367
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	0,218
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	0,770

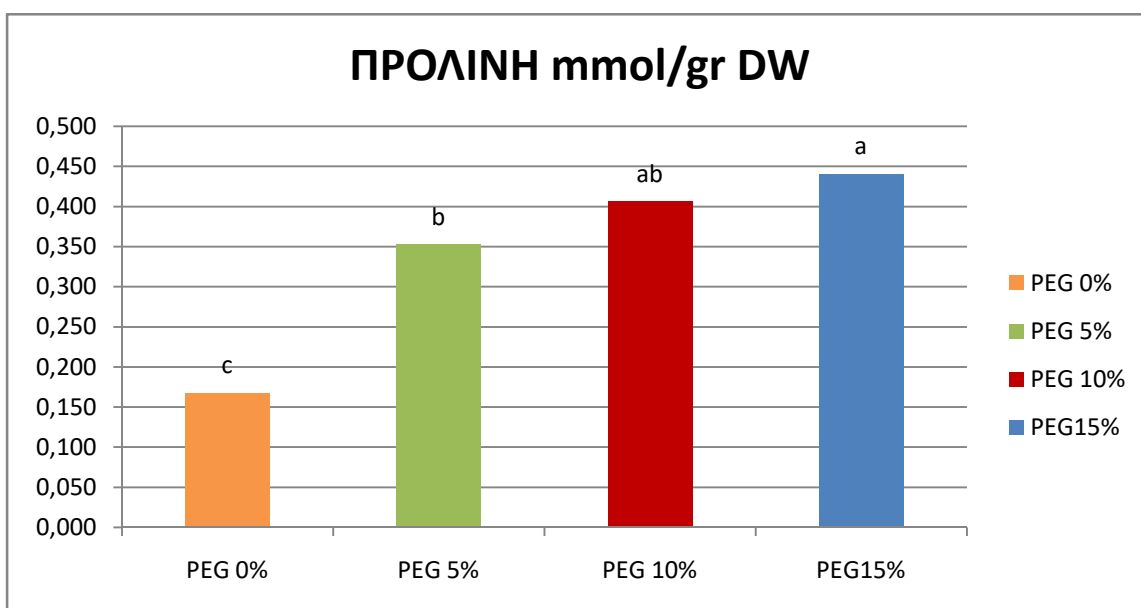


**Γράφημα 19.** Περιεκτικότητα προλίνης ανά ποικιλία

Στο γράφημα 20, όπου απεικονίζεται η περιεκτικότητα σε προλίνη της κάθε μεταχείρισης με PEG, διακρίνεται η αυξητική τάση που αναπτύσσεται, η οποία ακολουθεί την αύξηση της συγκέντρωσης PEG. Έτσι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε προλίνη παρατηρείται στην εφαρμογή με 15% PEG, ενώ ο μάρτυρας που δεν δέχεται υδατικό στρες με επίδραση PEG, παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή. Οι μεταχειρίσεις παρουσιάζουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές, γεγονός που φανερώνει ότι τα διαφορετικά επίπεδα πολυαιθυλενικής γλυκόλης επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε προλίνη. Αυτό σημαίνει ότι τα φυτά παράγουν μεγαλύτερη ποσότητα προλίνης κάτω από πιο έντονη επίδραση υδατικής καταπόνησης.

**Πίνακας 20.** Μέσος όρος συγκέντρωσης προλίνης

PEG %	ΠΡΟΛΙΝΗ mmol/gr DW
PEG 0%	0,168
PEG 5%	0,353
PEG 10%	0,407
PEG15%	0,441



**Γράφημα 20.** Περιεκτικότητα προλίνης ανά μεταχείριση

#### 4.6 Αριθμός αδελφιών

Όσον αφορά τον αριθμό των αδελφιών τα φυτά μάρτυρες αδελφώσαν σε μικρό βαθμό, ενώ καμία ποικιλία δεν παρήγαγε αδέρφια στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει συγκρίσιμα αποτελέσματα για την αντίδραση των ποικιλιών στην προκληθείσα υδατική καταπόνηση με PEG.

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκε η ικανότητα αντοχής σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης έξι ποικιλιών μαλακού σιταριού με σκοπό την εύρεση ποικιλιών ανθεκτικών στην ξηρασία και την αξιοποίηση του γενετικού υλικού σε βελτιωτικά προγράμματα. Η 7η ποικιλία η ποικιλίας Νέστος, λόγω ανάγκης εαρινοποίησης, και σχετικά υψηλών θερμοκρασιών που επικράτησαν, δεν κατάφερε να προχωρήσει στα επόμενα στάδια ανάπτυξης (διαφοροποίηση ανθέων) και δεν περιελήφθη τελικά στην παρούσα μελέτη. Γενικά τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μια ευαισθησία των ποικιλιών στην υδατική καταπόνηση, που είχε μεγάλο αντίκτυπο στην απόδοση των φυτών. Από τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορεί να προκύψει ασφαλές συμπέρασμα για την πιο ανθεκτική ποικιλία.

Ειδικότερα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ύψος των φυτών επηρεάστηκε αρνητικά από τα διαφορετικά επίπεδα υδατικής καταπόνησης. Η μεγαλύτερη μείωση σημειώθηκε στην επίδραση με 15% PEG που κυμάνθηκε από 10% (Ορφέας) μέχρι 25% (Απολλωνία). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με εκείνα άλλων ερευνητών οι οποίοι καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ξηρασία προκαλεί μείωση στο ύψος των φυτών. Πιο συγκεκριμένα οι Dennett et al., (2011) σε πειράματα που πραγματοποίησαν για την αξιολόγηση έξι ποικιλιών σιταριού ως προς την αντοχή τους στην ξηρασία, όταν αναπτύχθηκαν κάτω από τρεις διαφορετικές συνθήκες υγρασίας (100% , 35% και 25% υδατοϊκανότητας), διαπίστωσαν ότι μεταξύ άλλων παραμέτρων, το ύψος του φυτού, το μήκος του στάχυος και η απόδοση σε σπόρο ανά φυτό μειώθηκαν κάτω από την έλλειψη υγρασίας. Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Bayoumi et al., (2008) σε πειράματα για την αξιολόγηση εννέα ποικιλιών σιταριού, τόσο σε συνθήκες αγρού με μείωση παροχής νερού, όσο και στο εργαστήριο με επίδραση PEG 6000. Σύμφωνα με αυτά η υδατική καταπόνηση μείωσε το ύψος των φυτών, το μήκος του στάχυος και την απόδοση σε σπόρο ανά φυτό. Η μείωση του ύψους των φυτών ως απάντηση στο στρες ξηρασίας ίσως οφείλεται στην αφυδάτωση του πρωτοπλάσματος και την απώλεια σπαργής με αποτέλεσμα τη μειωμένη τάνυση και διαίρεση των κυττάρων που οδηγεί σε μείωση της αύξησης (Arnon, 1972), αλλά και στη μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα. Όσον αφορά τη συγκέντρωση προλίνης διαπιστώθηκε ότι η καταπόνηση της ξηρασίας οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης του αμινοξέος αυτού στα φυτά που

υποβλήθηκαν στην καταπόνηση, σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα, με τη μέγιστη τιμή να εμφανίζουν τα φυτά που δέχτηκαν την μεταχείριση με 15% PEG εκτός από τον Στρυμόνα και την Τζενερόζο στις οποίες οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στο 5% και 10% PEG αντίστοιχα. Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα από προηγούμενες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες η έλλειψη νερού οδηγεί σε συσσώρευση προλίνης στα φυτά ως απόκριση στη συγκεκριμένη καταπόνηση. Οι Mwadzingeni et al., (2011) σε εργασία για την αξιολόγηση ενενήντα έξι ποικιλιών μαλακού σιταριού μελέτησαν διάφορα αγρονομικά χαρακτηριστικά όπως ύψος φυτού, απόδοση σε σπόρο ανά φυτό, μήκος στάχυος και συγκέντρωση προλίνης. Τα ευρήματά τους έδειξαν αύξηση της προλίνης κάτω από συνθήκες ξηρασίας και ασθενή συσχέτιση με την απόδοση. Θεωρήθηκε από τους ερευνητές ότι η συγκέντρωση προλίνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο ανθεκτικότητας στην ξηρασία και ότι η έστω και μικρή συσχέτιση με την απόδοση αποτελεί ένδειξη ότι μπορεί να αποτελέσει και κριτήριο για την απόδοση κάτω από μη ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας. Κάτι τέτοιο όμως σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές χρήζει περαιτέρω έρευνας. Στην παρούσα εργασία δεν υπήρξε κάποια συσχέτιση μεταξύ συγκέντρωσης προλίνης και των άλλων αγρονομικών χαρακτηριστικών. Σε άλλες εργασίες όπου έγινε σύγκριση μεταξύ ανθεκτικών και ευαίσθητων στην ξηρασία ποικιλιών διαπιστώθηκε ότι η συσσώρευση προλίνης ήταν πιο έντονη στις ανθεκτικές ποικιλίες (Nayyar and Walia, 2003; Marcinska et al., 2013), καταδεικνύοντας ότι η προλίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης ανθεκτικότητας στην ξηρασία.

Σχετικά με την απόδοση σε σπόρο ανά φυτό εκείνο που διαπιστώθηκε ήταν μια πολύ σημαντική μείωση σε όλες τις ποικιλίες, η οποία αυξανόταν στα υψηλότερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης. Έτσι, οι χαμηλότερες αποδόσεις σημειώθηκαν στην επίδραση με 15% PEG. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με εκείνα άλλων ερευνητών οι οποίοι συγκλίνουν στην άποψη ότι η ξηρασία επιδρά αρνητικά στην απόδοση των φυτών και η επίδραση είναι μεγαλύτερη όταν η ένταση της καταπόνησης είναι υψηλότερη. Οι Ali and Akhter, (2008) σε εργασία για τη μελέτη της επίδρασης της ξηρασίας σε δέκα γενοτύπους σιταριού αναφέρουν μεταξύ άλλων παραμέτρων μείωση του ύψους των φυτών, μείωση στην απόδοση σε σπόρο και μείωση στο μέγεθος του στάχυος. Μάλιστα η ποικιλία με τον μεγαλύτερο στάχυ παρουσίασε και την υψηλότερη απόδοση. Κάτι τέτοιο διαπιστώθηκε και στην παρούσα εργασία όπου η

Απολλωνία και ο Στρυμόνας που είχαν το μεγαλύτερο μέσο μήκος στάχυος (7,6 cm και 7,93 αντίστοιχα), παρουσίασαν και τη μεγαλύτερη μέση απόδοση σε σπόρο σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Οι Bayoumi et al., (2008) διαπίστωσαν μείωση του αριθμού των παραγωγικών αδελφιών, του μήκους του στάχυος και του βάρους των χιλίων σπόρων που οδήγησαν τελικά στη μείωση της απόδοσης σε σπόρο ανά φυτό.

Το μέσο μήκος του στάχυος με άγανα αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις με PEG. Το μεγαλύτερο μήκος παρατηρήθηκε στο 5% PEG και το μικρότερο στον μάρτυρα. Το μήκος του στάχυος (χωρίς άγανα) επηρεάστηκε από το γενότυπο, όμως δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, Ωστόσο σε κάποιες ποικιλίες σημειώθηκε αύξηση (Απολλωνία, Αχελώος, Τζενερόζο) και σε άλλες μείωση (Δοϊράνη, Ορφέας, Στρυμόνας), όπως ήταν αναμενόμενο. Γενικά τα αποτελέσματα παρόμοιων εργασιών δείχνουν μείωση στο μήκος στάχυος επηρεάζοντας σε ένα βαθμό και την απόδοση των φυτών κάτω από συνθήκες ξηρασίας ( Bayoumi et al., 2008; Ali and Akhter, 2008; Mwadzingeni et al., 2011).

Οι Lazaridou και Χυνίας, (2017) αξιολόγησαν *in vitro*, με τη χρήση πολυαιθυλενικής γλυκόλης, ως προς την ανθεκτικότητα στην ξηρασία, ελληνικές ποικιλίες μαλακού σιταριού, και διαπίστωσαν ότι αυξημένη αντοχή στην ξηρασία εκδήλωσε η ποικιλία Αχέρων και κατά δεύτερο λόγο οι ποικιλίες Αχελώος και Απολλωνία. Στην παρούσα εργασία η μεγαλύτερη συγκέντρωση του αμινοξέος παρατηρήθηκε στις Τζενερόζο και Ορφέα και η μικρότερη στη Δοϊράνη. Τα διαφορετικά αποτελέσματα των εργασιών πιθανόν να οφείλονται στον διαφορετικό τρόπο πειραματισμού. Οι επεμβάσεις με πολυαιθυλενική γλυκόλη της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν σε φυτά σε γλάστρες ενώ των Lazaridou και Χυνίας, (2017) σε ώριμα έμβρυα *in vitro*. Οι Karagianni et al.,( 2022) αξιολόγησαν σε αντίστοιχη εργασία τις επτά ποικιλίες μαλακού σιταριού που χρησιμοποιήθηκαν και στην παρούσα εργασία ως προς την ανθεκτικότητα στην ξηρασία. Κατέδειξαν ως πιο ανθεκτική στην ξηρασία με βάση τη συγκέντρωση προλίνης τον Στρυμόνα και ως πιο ευαίσθητη την ποικιλία Ορφέας. Οι διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος μπορούν να δικαιολογήσουν το διαφορετικό αποτέλεσμα στη δεύτερη περίπτωση. Εξάλλου η υδατική καταπόνηση είναι ένας πολύπλοκος παράγοντας που αλληλεπιδρά και με άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες καθιστώντας δύσκολη την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.



## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το γενικό συμπέρασμα της παρούσας μελέτης είναι ότι οι ποικιλίες αντέδρασαν διαφορετικά στις μεταχειρίσεις με την πολυαιθυλενική γλυκόλη, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι ο γενότυπος επηρεάζει την αντίδραση των φυτών στην υδατική καταπόνηση. Αλλά και ο βαθμός έντασης της υδατικής καταπόνησης προκάλεσε διαφορετικά αποτελέσματα.

Η επίδραση της υδατικής καταπόνησης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του ύψους των φυτών με τη μέση μικρότερη τιμή να σημειώνεται στην εφαρμογή με 15% PEG. Τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση εμφάνισε η ποικιλία Στρυμόνας και τη μικρότερη η ποικιλία Ορφέας σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Το μήκος του στάχους με άγανα σε όλες τις ποικιλίες αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις με PEG σε σχέση με τον μάρτυρα. Εξαιρέση αποτέλεσε ο Στρυμόνας, ο οποίος παρουσίασε μείωση όταν εφαρμόστηκε 5% και 10% PEG. Η μέγιστη μέση τιμή του μήκους παρατηρήθηκε στην επίδραση με 5% PEG. Το μεγαλύτερο μήκος στάχους εμφάνισε ο Στρυμόνας και το μικρότερο ο Ορφέας. Στην περίπτωση του μήκους στάχους χωρίς άγανα υπήρξαν διαφορές σημαντικές μόνο μεταξύ των ποικιλιών. Κάθε ποικιλία αντέδρασε με διαφορετικό τρόπο. Το μεγαλύτερο μήκος στάχους σημειώθηκε στον Στρυμόνα και το μικρότερο στον Ορφέα.

Το βάρος των σπόρων ανά φυτό παρουσίασε σημαντική μείωση κάτω από την επίδραση υδατικής καταπόνησης, η οποία αυξανόταν βαθμιαία, καθώς αυξανόταν η συγκέντρωση της πολυαιθυλενικής γλυκόλης, φτάνοντας την ελάχιστη τιμή στο 15% PEG. Ο Αχελώος σημείωσε τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση και είχε το μικρότερο βάρος σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες σε όλες τις εφαρμογές με PEG. Ο Στρυμόνας παρουσίασε τη μικρότερη ποσοστιαία μείωση.

Όλες οι ποικιλίες παρουσίασαν αυξητική τάση στην περιεκτικότητα σε προλίνη και σημείωσαν τη μεγαλύτερη τιμή στην μεταχείριση με 15% PEG, εκτός από την Τζενερόζο και τον Στρυμόνα, όπου η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην μεταχείριση με 10% και 5% PEG αντίστοιχα. Οι ποικιλίες Τζενερόζο και Ορφέας εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση προλίνης, ενώ η Δοϊράνη τη μικρότερη. Όσον αφορά συγκεκριμένα την ποικιλία Τζενερόζο αυτή εμφάνισε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση προλίνης στην επίδραση με 10% PEG, ενώ ταυτόχρονα στα ίδια επίπεδα

υδατικής καταπόνησης σημείωσε και τη μικρότερη ποσοστιαία μείωση του βάρους. Ο Ορφέας στη μεταχείριση με 15% PEG παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση προλίνης και το μεγαλύτερο βάρος από όλες τις ποικιλίες. Ωστόσο δεν είναι δυνατή η εξαγωγή ασφαλούς συμπεράσματος από την παρούσα μελέτη για την πιο ανθεκτική ποικιλία και απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Η υδατική καταπόνηση είχε αρνητική επίδραση στο αδέλωμα το οποίο ήταν σχεδόν μηδενικό και στις τρεις μεταχειρίσεις με PEG (5%, 10%, 15%) και σε όλες τις ποικιλίες.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Ανώνυμος. (1985). Ποικιλίες Σιτηρών Υπουργείο Γεωργίας Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκη

Ανώνυμος. (1991). Οι Ελληνικές ποικιλίες σιτηρών και η καλλιέργεια τους Υπουργείο Γεωργίας ΕΘΙΑΓΕ Ινστιτούτο Σιτηρών Αθήνα

Ανώνυμος. (1995). Ελληνικές ποικιλίες μαλακού σιταριού κυριότητας ΕΘΙΑΓΕ, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσ/νίκης

Ανώνυμος. (2016). Το ΕΘΙΑΓΕ στην παραγωγή σπόρων Σιτηρών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας Αθήνα

Βογιατζής, Δ.; Κουκουρίκου – Πετρίδου, Μ. (1997). Βιολογία Οπωροκηπευτικών Φυτών. Η αύξηση και οι παράγοντες που τη ρυθμίζουν. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Γαλανοπούλου-Σενδουκά, Σ. (2003). Ειδική Γεωργία 1 [Πανεπιστημιακές Παραδόσεις]. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Καραμάνος, Α. (1992). Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων, Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Αθήνα.

Καραμάνος, Α. (1999). Τα σιτηρά των ευκράτων κλιμάτων, Εκδόσεις Παπαζήση.

Καραμπουρνιώτης, Γ., Λιακόπουλος, Γ., Νικολόπουλος, Δ. (2012). Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών, Εκδόσεις Έμβρυο.

Μπιλάλης, Δ., Παπαστυλιανού, Π., Τραυλός, Η. (2019). Γεωργία, Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Πεδίο.

Μπιλάλης, Δ., Παπαστυλιανού, Π., Τραυλός, Η. (2022). Χειμερινά και Εαρινά Σιτηρά, Κάλλιπος, Άνοιχτες Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. (2012). Ειδική Γεωργία-Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.

Σφήκας Α. (1995). «Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά», Α.Π.Θ., Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdoli, M., & Saedi, M. (2012). Effects of water deficiency stress during seed growth on yield and its components, germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4, 1110–1118.

Abhinandan, K., Skori, L., Stanic, M., Hickerson, N. M. N., Jamshed, M., and Samuel, M. A. (2018). Abiotic stress signaling in wheat – An inclusive overview of hormonal interactions during abiotic stress responses in wheat. *Front. Plant Sci.* 9:734

Akhter J, Yousaf Ali. (2008). Drought tolerance in wheat genotypes *Int. J. Biol. Biotech.*, 5 (1-2): 65-69

Ahmad, A., Aslam, Z., Javed, T., Hussain, S., Raza, A., Shabbir, R., Mora-Poblete, F., Saeed, T., Zulfiqar, F., Ali, M. M., Nawaz, M., Rafiq, M., Osman, H. S., Albaqami, M., Ahmed, M. A. A., & Tauseef, M. (2022). Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance through agronomic and physiological response. *Agronomy*, 12(2), 287

Ainsworth, E.A. and Ort, D.R. (2010). How Do We Improve Crop Production in a Warming World? *Plant Physiology*, 154(2), pp.526–530.

Anjum, S. A., Ashraf, U., Zohaib, A., Tanveer, M., Naeem, M., Ali, I., Tabassum, T., and Nazir, U. (2017). Growth and developmental responses of crop plants under drought stress: A review. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(3), 267–276.

Apel, K.; Hirt, H. (2004) “Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction,” *Annual Rev. Plant Biol*, 55, 373–399.

Arbona, V., Manzi, M., Ollas, C. and Gómez-Cadenas, A. (2013). Metabolomics as a Tool to Investigate Abiotic Stress Tolerance in Plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(3), pp.4885–4911

Armengaud P, Thiery L, Buhot N, Grenier-De March G, Savoury A. (2004). Transcriptional regulation of proline biosynthesis in *Medicago truncatula* reveals developmental and environmental specific features. *Physiol Plant*. 120:442-50

Arnon I. (1972). Crop Production in dry regions. In (Ed. N. Polunin) *Leonard Hill Book*, London, 1: 203-211

Aroca R, Porcel R, Ruiz-Lozano JM (2012). Regulation of root water uptake under abiotic stress conditions. *J Exp Bot* 63(1):43–57

Ashraf, M., & Wu, L. (1994). Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1), 17–42

Ashraf M, Foolad MR. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ Exp Bot*, 59:206-16

Awan SA, Khan I, Rizwan M, Zhang X, Brestic M, Khan A, et al. (2021). Exogenous abscisic acid and jasmonic acid restrain polyethylene glycol-induced drought by improving the growth and antioxidative enzyme activities in pearl millet. *Physiol Plant*; 172: 809–819

Awasthi, R., Bhandari, K., Nayyar, H. (2015) .Temperature stress and redox homeostasis in agricultural crops. *Front. Environ. Sci.*, 3, 11

Bacelar EVA, Moutinho-Pereira J, Gonçalves BC, Brito CQ, Gomes-Laranjo J, Ferreira HF, Correia C. (2012). Water use strategies of plants under drought conditions. In: Aroca R (ed) *Plant responses to drought stress*. Springer, Berlin Heidelberg, pp 145–170

Bayoumi T. Y., Manal H. Eid , Metwali E. M. (2008). Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (14), pp. 2341-2352, 18 July, 2008 Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> ISSN 1684–5315

Begg, J.E. and N.C. Turner ( 1976). Crop water deficits. *Advanced Agronomy*, 28: 161-217.

Blum, A. (2011). Plant water relations, plant stress and plant production. In *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 11–52.

Bohnert HJ, Nelson DE, Jensen RG. (1995). Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell* 7:1099–1111

Bota J, Flexas J, Medrano H. (2004). Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress? . *New Phytology*. 162:671–681

Braidwood, R.J.; Cambel, H.; Watson, P.J. (1969). Prehistoric investigations in southwestern Turkey, *Science* 164 1275–1276

Braun H.J., Duveiller E., Muricho G., Shiferaw B., Smale M., Reynolds M. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security, *Food Sec.*, 5:291–317

Braun H.-J. , Reynolds M. P. (2022). Wheat improvement: Food security in a changing climate. chapter 4, p 48

Bray EA, Bailey-Serres J, Weretilnyk E. (2000). Response to abiotic stresses. In: Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL (eds) *Biochemistry and molecular biology of plants*. American Society of Plant Physiologists Press, Rockville, pp 1158–1203

Byerlee, D. Renkow, M. (2010). The impacts of CGIAR research: a review of recent evidence. *Food Policy*, 35, P 391–P 402.

Chachar, M. H., Chachar, N. A., & Chachar, Q. (2016). Physiological characterization of six wheat. *International Journal of Educational Research*, 4, 13.

Chantret, N.; Salse, J.; Sabot, F.; Rahman, S.; Bellec, A.; Laubin, B.; Dubois, I.; Dossat, C.; Sourdille, P.; Joudrier, P. ( 2005). Molecular basis of evolutionary events that shaped the hardness locus in diploid and polyploid wheat species (*Triticum* and *Aegilops*). *Plant Cell*, 17, 1033–1045

Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. (2003). Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant, *Funct Plant Biol* 30:239–264

Choudhary, F.K.; Rivero, R.M.; Blumwald, E.; Mittler, R. 2016. Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. <https://doi.org/10.1111/tpj.13299>.

Cohen, I.; Zandalinas, S.I.; Huck, C.; Fritschi, F.B.; Mittler, R. (2021). Meta-analysis of drought and heat stress combination impact on crop yield and yield components. *Physiol. Plant*, 171, 66–76.

Dalirie, M. S., Sharifi, R. S., & Farzaneh, S. (2010). Evaluation of yield, dry matter accumulation and leaf area index in wheat genotypes as affected by terminal drought stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38, 182–186.

Datt, G., and Ravallion, M. (1998). Farm productivity and rural poverty in India. *Journal of Development Studies*, 34, 62–85.

Dennett M. D., Khakwani Abdul Aziz, Munir M. (2011). Drought tolerance screening of wheat varieties by inducing water stress conditions

Dawood, M.G., H.A.A. Taie, R.M.A. Nassar, M.T. Abdelhamid, and U. Schmidhalter. (2014). The changes induced in the physiological, biochemical and anatomical characteristics of *Vicia faba* by the exogenous application of proline under seawater stress. *South African Journal of Botany*, 93: 54–63.

de-Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., Prisco, J.T. (2003). Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environ. Exp. Bot.* 49, 107–120.

Dobra, J.; Motyka, V.; Dobrev, P.; Malbeck, J.; Prasil, I.T.; Haisel, D.; Gaudinova, A.; Havlova, M.; Gubis, J.; Vankova, R. (2010). Comparison of hormonal responses to heat, drought and combined stress in tobacco plants with elevated proline content. *J. Plant Physiol.*, 167, 1360–1370.

Dubcovsky, J.; Dvorak, J. (2007). Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. *Science* 316, 1862–1866

Evans, L. T., and Evans, L. T. (1996). *Crop evolution, adaptation and yield*. Cambridge university press.

Fang Y, Xiong L. (2015). General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cell Mol Life Sci* 72:673–689

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and S. M. A. Basra (2009). *Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management*. In: *Sustainable Agriculture*. [online] pp.153–188.

Feuillet, C.; Langridge, P.; Waugh, R. (2008). Cereal breeding takes a walk on the wild side. *Trends Genet*, 24, 24–32.

Foolad M. R. (2000). Genetic bases of salt tolerance and cold tolerance in tomato. *Current Topics of Plant Biology* 2:35-49

Franks SJ. (2011). Plasticity and evolution in drought avoidance and escape in the annual plant *Brassica rapa*. *New Phytol* 190:249–257

French RJ, Schultz JE. (1984). Water-use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I. The relation between yield, water-use and climate. *Aust J Agric Res* 35:743–764

Gallagher, J.N. & Biscoe, P.V. (1978). A physiological analysis of cereal yield. II. Partitioning of dry matter. *Agric. Prog.*, 53: 51-70.

Hamblin, A.; Tenant, D.; M.W.Perry. (1990). The cost of stress: Dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. *Plant and Soil*, 122,. 47-58.

Hare, P. D., Cress, W.A., Van, Staden. (1998). The phenomenon of proline accumulation is known to occur under water deficit . Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell Environ.* 21:535–53.

Henry, A., Cal, A.J., Batoto, T.C., Torres, R.O. and Serraj, R. (2012). Root attributes affecting water uptake of rice (*Oryza sativa*) under drought. *Journal of Experimental Botany*, 63(13), pp.4751–4763

Hong, Z., Lakkineni, Z. and Verma, D.P.S. (2000). Removal of Feedback Inhibition of  $\Delta$ 1-Pyrroline-5-Carboxylate Synthetase Results in Increased Proline Accumulation and Protection of Plants from Osmotic Stress, *Plant Physiology*, 122, 1129-1136.

Ionenko IF, Anisimov AV, Dautova NR (2010) Effect of temperature on water transport through aquaporins. *Biol Plant* 54, 488–494

Jarvis, P.G. 1963. Comparative studies in plant water relations. *Acta Universitatis Upsaliensis. Abst. Uppsala Diss. Sci.* 27.

Jones HG (1992) *Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology*, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge

Jones MM, Turner NC, Osmond CB. (1981). Mechanisms of drought resistance. *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*, 1: 15–37.

Kamran M, Shahbaz M, Ashraf M, Akram NA ( 2009). Alleviation of drought- induced adverse effects in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) using proline as a pre-sowing seed treatment. *Pak J Bot*, 41:621-32.

Karagianni M., Moschou M., Lazridou B. T. (2022). Evaluation of Greek bread and durum wheat cultivars for drought tolerance using polyethylene glycol. *Agrofor*, *International Journal*, Vo 7, Issue No 1



Keyvan, S. (2010). The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 8, pp.1051–1060.

Khan, M. A., Waseem Akram, M., Iqbal, M., Ghulam Muhu-Din Ahmed, H., Rehman, A., Arslan Iqbal, H. S. M., & Alam, B. (2023). Communications in soil science and plant analysis multivariate and association analyses of quantitative attributes reveal drought tolerance potential of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54(2), 178–195.

Kishor P.B.K., Hong Z.L., Miao G.H., Hu C.A.A. & Verma D.P.S. (1995) Overexpression of delta-pyrroline-5-carboxylate synthetase increases proline production and confers osmotolerance in transgenic plants. *Plant Physiology* **108**, 1387–1394.

Kishor Kavi, P.B.; Kumari, P.H.; Sunita, M.S.L.; Sreenivasulu, N. (2005) Role of Proline in CellWall Synthesis and Plant Development and Its Implications in Plant Ontogeny. *Front. Plant Sci* 6, 544

Kishor, P.B.K., and Sreenivasulu, N.(2014). Is proline accumulation per se correlated with stress tolerance or is proline homoeostasis a more critical issue? *Plant Cell Environ.* 37, 300–311.doi:10.1111/pce.12157

Kou, X., Han, W., & Kang, J. (2022). Responses of root system architecture to water stress at multiple levels: A meta-analysis of trials under controlled conditions. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1–16.

Kozlowski TT, Pallardy SG. (1997). *Physiology of woody plants*, 2nd edn. Academic, San Diego

Krizek T Donald (1985). *Methods of Inducing Water Stress in Plants*. *Horte Science*, 20 (6).

Kumar Nitish, Pamidimarri Sudheer D.V.N., Kaur Meenakshi, Boricha Girish , Reddy P. Muppala (2008). Effects of NaCl on growth, ion accumulation, protein, proline contents and antioxidant enzymes activity in callus cultures of *Jatropha curcas* *Biologia* 63/3: 378—382

Larcher W. (1995). *Physiological plant ecology*. 3rd edn. Springer, Berlin

Lawlor D.W. 1970. Absorption of polyethylene glycols by plants and their effects on plant growth. *New Phytol.*69:501-514.

Lazaridou, T.B., & Xynias, I. N. (2017). In- vitro screening of durum and bread wheat genotypes for drought resistance using polyethylene glycol. Proceedings of VII International Agricultural Symposium "AGROSYM", Jahorina, 5-8 October 2017, Bosnia and Herzegovina. 276-281

Levitt J (1972) Responses of plants to environmental stresses. Academic, New York

Levitt J(1980) Responses of plants to environmental stresses. Volume II. Water, radiation, salt, and other stresses. Academic Press

Ludlow MM (1989) Strategies of response to water stress. In: Kreeb KH, Richter H,

Hinckley TM (eds) Structural and functional responses to environmental stresses. SPB Academic Publishing, The Hague, pp 269–281

Mwadzingeni Learnmore , Shimelis Hussein , Tesfay Samson , Tsilo ToiJ (2016). Screening of Bread Wheat Genotypes for Drought Tolerance Using Phenotypic and Proline Analyses. Front. Plant Sci. 7:1276.

Marcińska, I., Czyczyło-Mysza, I., Skrzypek, E. , Filek, M., Grzesiak, S., Grzesiak, M.T.,etal. (2013). Impact of osmotic stress on physiological and biochemical characteristics in drought-susceptible and drought-resistant wheat genotypes. ActaPhysiol.Plant 35, 451–461.

Mattioli, R.; Costantino, P.; Trovato, M. (2009). Proline Accumulation in Plants: Not Only Stress. Plant Signal. Behav., 4, 1016–1018

McMaster GS. (1997). Phenology, development, and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L) shoot apex: a review. Adv Agron, 59, 63–118

Mosaad S. M. Ibrahim., Serag H. I. Ayman, MoustafaFarag Mohamed, Seada K. Ali. (2019). Effect of exogenous proline application on maize yield and the optimum rate of mineral nitrogen under salinity stress, Journal of Plant Nutrition

Moustafa, M.A., Boersma, L. and Kronstad, W. E. (1996). Response of four spring wheat cultivars to drought stress. Crop Science, 36, 982-986.

Munné-Bosch S., Penuelas J. (2003). Photo and antioxidative protection, and a role for salicylic acid during drought and recovery in fieldgrown *Phillyrea angustifolia* plants, Planta, 217, 758–766.

Murai-Hatano M, Kuwagata T, Sakurai J, Nonami H, Ahamed A, Nagasuga K, Matsunami T, Fukushi K, Maeshima M, Okada M. (2008). Effect of low root temperature on hydraulic conductivity of rice plants and the possible role of aquaporins. *Plant Cell Physiol*, 49,1294–1305

Naeem, M., Ahmad, M., Kamran, M., Shah, M. and Iqbal, M. (2015). Physiological Responses of Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Drought Stress. *International Journal of Plant & Soil Science*, 6(1), pp.1–9.

Nanjo, T., M.Fujita, M. Seki, T. Kato, S. Tabata and K. Shinozaki. (2003). Toxicity of free proline revealed in an *Arabidopsis* T-DNA-tagged mutant deficient in proline dehydrogenase. *Plant and Cell Physiology*, 44(5): 541–548

Nayyar H., Walia D.P. (2003). Water stress induced proline accumulation in contrasting wheat genotypes as affected by calcium and abscisic acid. *Biologia plantarum* 46 (2): 275-279

Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C. Robertson, R., et al. (2010). Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options. Washington: IFPRI

Nosheen Noor Elahi, Noor ul ain Farrukh, Sabahet Jalaluddin, Hafiz Munir Ahmed, Shehzadi Saima, Sajida Mustafa, Tahani Awad Alahmadi, Mohammad Javed Ansari, Martin Leonardo Battaglia, and Subhan Danish. (2023). Comparing the Positive Impacts and Stress Induction by Polyethylene Glycol (PEG 6000) Variable Levels on Canola (*Brassica napus* L.) Growth, Yield, and Oil Contents. *ACS Omega* 2023, 8, 29046–29059

Oertli JJ. ( 1985). The response of plant cells to different forms of moisture stress, *Journal of Plant Physiology*, 121, 295-300

Ortiz, R., Sayre, K. D., Govaerts, B., Gupta, R., Subbarao, G. V., Ban, T., et al. (2008). Climate change: can wheat beat the heat? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126, 46–58

Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K. and Tran, L.-S.P. (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, [online]. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086>.

Palmer, J. H., & Steer, B. T. (1985). The generative area as the site of floret initiation in the sunflower capitulum and its integration to predict floret number. *Field Crops*

Research, 11, 1–12. Peterson, R.F. 1965. Wheat: botany, cultivation and utilisation. London, Leonard Hill. 448 pp

Pareek, S. K., Sopory, H. J., Bohnert and Govindjee (2011). Abiotic Stress Adaptation in Plants. pp:1

Parry M.A.J., Andralojc P.J., Khan S., Lea P.J., Keys A.J. (2002) Rubisco activity: effects of drought stress, Ann. Bot. 89, 833–839

Roosens NH, Thu TT, Iskandar HM, Jacobs M. (1998). Isolation of the ornithine-delta-aminotransferase cDNA and effect of salt stress on its expression in *Arabidopsis thaliana*. Plant Physiol 117:263-71

Roy D, Basu N, Bhunia A, Banerjee S ( 1993). Counteraction of exogenous L-proline with NaCl in salt-sensitive cultivar of rice. Biol Plant; 35:69-72

Saibo, N.J.M., Lourenço, T. and Oliveira, M.M. (2009). Transcription factors and regulation of photosynthetic and related metabolism under environmental stresses. Annals of Botany, 103(4), pp.609–623.

Salam, A., Ali, A., Afridi, M. S., & Ali, S. (2022). Agrobiodiversity: Effect of drought stress on the eco-physiology and morphology of wheat chapter 33 agrobiodiversity. Effect of Drought Stress on the Eco-Physiology and Morphology of Wheat, 23, 23. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-73943-0>

Sapeta, H., Costa, J.M., Lourenço, T., Maroco, J., van der Linde, P. and Oliveira, M.M. (2013). Drought stress response in *Jatropha curcas*: Growth and physiology. Environmental and Experimental Botany, 85, pp.76–84

Shahbaz, M., Mushtaq, Z., Andaz, F., Masood, A. (2013). Does proline application ameliorate adverse effects of salt stress on growth, ions and photosynthetic ability of eggplant (*Solanum melongena* L.). Sci. Hortic. 164, 507–511

Shao, H.B., Liang, Z.S., Shao, M.A. and Wang, B.C. (2005). Changes of anti-oxidative enzymes and membrane peroxidation for soil water deficits among 10 wheat genotypes at seedling stage. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 42(2), pp.107–113

Shao HB, Chu LY, Lu ZH, Kang CM. (2007) Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. Int J Biol Sci 4(1): 8-14

Sharma, M., Gupta, S., Deeba, F. (2017). Effects of reactive oxygen species on crop productivity: an overview. In Reactive Oxygen Species in Plants, V. P. Singh, S. Singh, D. K. Tripathi, S. M. Prasad, and D. K. Chauhan, Eds., John Wiley & Sons Ltd.

Sherrard ME, Maherali H. (2006). The adaptive significance of drought escape in *Avena barbata*, an annual grass. *Evolution*, 60, 2478–2489

Shreyas Rajeswar, Narasimhan S(2021). PEG-induced Drought Stress in Plants: A Review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*.; 14(11):6173-8.

Siddique, M. R. B., Hamid, A. I. M. S., and Islam, M. S. (2000). Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41.

Stres, B., DanevÄ iÄ , T., Pal, L., Fuka, M.M., Resman, L., Leskovec, S., Hacin, J., Stopar, D., Mahne, I. and Mandic-Mulec, I. (2008). Influence of temperature and soil water content on bacterial, archaeal and denitrifying microbial communities in drained fen grassland soil microcosms. *FEMS Microbiology Ecology*, 66(1), pp.110–122

Surif MB, Raven JA. (1989). Exogenous inorganic carbon sources for photosynthesis in seawater by members of the Fucales and the Laminariales (Phaeophyta): ecological and taxonomic implications. *Oecologia*.; 78(1): 97–105. DOI: 10.1007/BF00377203

Szabados L, Savoury A.( 2010). Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci* 15:89-97

Tatar, Ö., Brück, H., & Asch, F. (2016). Photosynthesis and remobilization of dry matter in wheat as affected by progressive drought stress at stem elongation stage. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 202(4), 292–299.

Tingey, D.T. and C. Stockwell. (1977). Semipermeable membrane system for subjecting plants to water stress. *Plant Physiol.* 60:58-60.

Töpfer Veronic, Melzer Michael , Snowdon J. Rod , Stahl Andreas , Matros Andrea, Wehner Gwendolin. (2024). PEG treatment is unsuitable to study root related traits as it alters root anatomy in barley (*Hordeum vulgare* L.) *BMC Plant Biology* 24:856

Turner NC (1986) Crop water deficits: a decade of progress. *Adv Agron* 39:1–51

Turner NC, Wright GC, Siddique KHM.( 2001). Adaptation of grain legumes (pulses) to water limited environments. *Advanced in Agronomy*. 71:123–231. DOI: 10.1016/S0065-2113(01)71015-2

Verbruggen N, Hermans C. (2008). Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids* 35:753-9

Vu J.C.V., Gesch R.W., Allen L.H., Boote K.J., Bowes G. (1999). CO<sub>2</sub> enrichment delays a rapid, drought-induced decrease in Rubisco small subunit transcript abundance, *J. Plant Physiol.* 155, 139–142.

Wan C, Dang P, Gao L, Wang J, Tao J, Qin X, Feng B and Gao J (2022). How Does the Environment Affect Wheat Yield and Protein Content Response to Drought? A Meta-Analysis. *Front. Plant Sci.* 13:896985

Wan XC, Zwiazek JJ. (2001). Root water flow and leaf stomatal conductance in aspen (*Populus tremuloides*) seedlings treated with abscisic acid. *Planta*, 213, 741–747

Worch, S., Rajesh, K., Harshavardhan, V. T., Pietsch, C., Korzun, V., Kuntze, L., Börner, A., Wobus, U., Röder, M. S., & Sreenivasulu, N. (2011). Haplotyping, linkage mapping and expression analysis of barley genes regulated by terminal drought stress influencing seed quality. *BMC Plant Biology*, 11, 1–14

Xue X, Liu A, Hua X. (2009). Proline accumulation and transcriptional regulation of proline biosynthesis and degradation in *Brassica napus*. *BMB Rep*, 42, 28- 34

Yang, H.; Huntingford, C.; Wiltshire, A.; Sitch, S.; Mercado, L. ( 2019). Compensatory climate effects link trends in global runoff to rising atmospheric CO2 concentration. *Environ. Res. Lett*14, 124075

Yin, J.; Gentine, P.; Zhou, S.; Sullivan, S.C.; Wang, R.; Zhang, Y.; Guo, S.(2018). Large increase in global storm runoff extremes driven by climate and anthropogenic changes. *Nat. Commun.* 9, 1–10.

Yokota A., Kawasaki S., Iwano M., Nakamura C., Miyake C., Akashi K. (2002). Citrulline and DRIP-1 Protein (ArgE Homologue) in Drought Tolerance of Wild Watermelon, *Ann. Bot.* 89, 825–832.

Yue B, Xue W, Xiong L, Yu X, Luo L, Cui K, Jin D, Xing Y, Zhang Q. (2006). Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: separation of drought tolerance from drought avoidance. *Genetics*, 172, 1213–1228

Zörb, C., Ludewig, U., & Hawkesford, M. J. (2018). Perspective on wheat yield and quality with reduced nitrogen supply. *Trends in Plant Science*. 23(11), 1029–1037.

#### **Διαδικτυακή Βιβλιογραφία**

<https://www.kordali.gr>. Γενική περιγραφή των χειμερινών σιτηρών Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

<https://www.fao.org/4/Y4011E/y4011e06.htm>

Wheat growth and physiology E. Acevedo, P. Silva, H. Silva

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Πίνακες Δεδομένων

Στους πίνακες του παραρτήματος παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν

**Πίνακας 1.** Τιμές ανά επανάληψη και μέσοι όροι ύψους φυτού

ΥΨΟΣ ΦΥΤΟΥ (cm)																	
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	71	70	67,5	69,50	53	58,5	53,5	55,00	54	52,5	50	52,17	45	46,5
2	76		70	69	71,67	57,5	58,5	59	58,33	45	50,5	51,5	49,00	54	54	48	52,00
3	67		65	71	67,67	50,5	54	48	50,83	53	51	45	49,67	54	44	49,5	49,17
4	66,5		69,5	71	69,00	56	57	59	57,33	54	52	55	53,67	51,5		47,5	48,17
5	65,5		71	73,5	70,00	58,5	58	61,5	59,33	53,5	40	51	48,17	56	55	55,5	55,50
6	74		71,5	64	69,83	51	56	51	52,67	39,5	49	49,5	46,00	51	54,5	50,5	52,00
7	58		58	69	61,67	53,5	53,5	55,5	54,17	53	47	54	51,33	49,5	49,5	53,5	50,83
8	75		67,5	67	69,83	60,5	61,5	61	61,00	57,5	52,5	54,5	54,83	50	55	51,5	52,17
9	65		67,5	71	67,83	51	52	53	52,00	47,5	52	50	49,83	55	53	51	53,00
10	61		62	64,5	62,50	56,5	50	49	51,83	54,5	52	55,5	54,00	51	48	50,5	49,83
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΧΕΛΩΣ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	74	71	64	69,67	59	67	57	61,00	57	62	61	60,00	64,5	62,5
2	77		75	56	69,33	65,5	61	62	62,83	60,5	61	67	62,83	61	64,5		62,75
3	71		74	68	71,00	65,5	62,5	62	63,33	66	69,5	74,5	70,00	61	49,5		55,25
4	70		69	76	71,67	58,5	66	67	63,83	52	66	65	61,00	62,5	64	54,5	60,33
5	68		65	69	67,33	70,5	63,5	66	66,67	66	63	65	64,67	68,5	63	70,5	67,33
6	65		65	66	65,33	56,5	66,5	62	61,67	62	59	65	62,00	63,5	61,5	60	61,67
7	71		70	70	70,33	67,5	68	60	65,17	55	60		57,50	61,5	67	66	64,83
8	77		73	77	75,67	68,5	66	66	66,83	62	62	56	60,00	60	58,5	60,5	59,67
9	76		77	77	76,67	67,5	72,5	72	70,67	61,5	58	56,5	58,67	60	62	62	61,33
10	73		71	74	72,67	66,5	61,5	56	61,33	65	64	61,5	63,50	65,5	65	64,5	65,00
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΔΟΪΡΑΝΗ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	67,5	68	63,5	66,33	60,5	60,5	65,5	62,17	50,5	52	48,5	50,33	53,5	51,5
2	67,5		66	64	65,83	53	56	51,5	53,50	70	66,5	69	68,50	57,5	59,5	55	57,33
3	63		64	67	64,67	57	59,5	57,5	58,00	66	67	67	66,67	62	59,5	67	62,83
4	71		67	70,5	69,50	73	70	66	69,67	63	68,5	61,5	64,33	63	62	60	61,67
5	71,5		69,5	70,5	70,50	57	56,5	54	55,83	61,5	59	56	58,83	54	55	52	53,67
6	66		64,5	63	64,50	69,5	70,5	67	69,00	58,5	67	60	61,83	58,5	54,5	56	56,33
7	68,5		67,5	67	67,67	68,5	68,5	64	67,00	57,5	57,5	50	55,00	57	59	54	56,67
8	73,5		72	62,5	69,33	58,5	56	56,5	57,00	71	61	65	65,67	56	55,5	45	52,17
9	69		66,5	68	67,83	63,5	69,5	55	62,67	58,5	59,5	62,5	60,17	56,5	59	55	56,83
10	67		62,5	65,5	65,00	60,5	64	59,5	61,33	62	59,5	57	59,50	57,5	62	60,5	60,00

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΡΦΕΑΣ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΙΔΑΛΗΨΕΙΣ	1	54	57	59	56,67	58	56,5	60,5	58,33	57	46,5	46,5	50,00	59	57
2	63,5		65	47,5	58,67	59	63	61	61,00	57	52	53	54,00	62	60	52,5	58,17
3	65		67	58	63,33	62	60,5	57	59,83	62	54	60	58,67	57	55,	59	57,00
4	62		62	59,5	61,17	49,5	45	50	48,17	50	52	51	51,00	54,5	52,5	58	55,00
5	58,5		54,5	57	56,67	53	58,5	55	55,50	56	57,5	51	54,83	52	57	52	53,67
6	53		54,5	56	54,50	53	55,5	53	53,83	51	54	51	52,00	50	51	48	49,67
7	67,5		69,5	65	67,33	65	64,5	65	64,83	62	61	65,5	62,83	52,5	53	55	53,50
8	71		68	68	69,00	56	57	56	56,33	54,5	57,5	57	56,33	61,5	59	54,5	58,33
9	69		69	69	69,00	62,5	65	54,5	60,67	59,5	53,5	56,5	56,50	49	46,5	45	46,83
10	64		64,5	66,5	65,00	59,	60,5	61,5	60,33	5	55	57,5	57,17	61,50	57,00	54,5	57,67
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΙΔΑΛΗΨΕΙΣ	1	67,5	71		70,17	53,5	54,50	56,5	54,83	49	45,	49	47,67	50	51
2	72,5		67,5	66	68,67	50	48,50	51,5	50,00	61	57	58	58,67	52	45,5	46,5	48,00
3	71,5		72	67	70,17	51,5	49,00	47,5	49,33	56	51	52	53,00	43	45	43	43,67
4	72		65	72	69,67	52	48,50	50	50,17	55	49,5	58,5	54,33	41,5	41,5	48	43,67
5	68		71	68,5	69,17	39	46,00	58	47,67	56,5	48	48	50,83	49,5	49,5	41,5	46,83
6	70,5		61,5	68,5	66,83	55	45,50	45	48,50	43,5	46,5	43,5	44,50	61	63	58	60,67
7	70,5		71	73	71,50	49	44,00	44	45,67	60	61	58	59,67	40	42		41,00
8	74		75,5	70,5	73,33	55	58,50	54,	55,83	43,5	36	43,5	41,00	54,5	44	43	47,17
9	62		73,5	69	68,17	50	53,50	48	50,50	47	48	45	46,67	45	43,5	44,5	44,33
10	65		71,5	70,5	69,00	47,5	46,50	36	43,33	41	45	43,5	43,17	49	45	42	45,33
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΙΔΑΛΗΨΕΙΣ	1	59	56	62,5	59,17	56	48,5	50,5	51,67	42,5	42	43	42,50	41,5	43
2	45,5		49,5	45	46,67	53	47	45	48,33	57	50	52	53,00	52	53,5	48	51,17
3	53		60,5	48,5	54,00	48,5	45	49,5	47,67	42,5	44,5	35,5	40,83	52,5	46,5	42,5	47,17
4	50		49,5	52	50,50	45,5	42,5	48,5	45,50	57	53,5	59	56,50	47,5	40,5	45,5	44,50
5	50,5		48,5	50,5	49,83	48,	49	51,5	49,50	51	50	47,5	49,50	41,5	45,5	47	44,67
6	50		55	54	53,00	45,5	43,5	54	47,67	47	54	39	46,67	52	45	45,5	47,50
7	61,5		55,5	62,5	59,83	53	51	52	52,00	52,5	49	42	47,83	72,5	59,5	68	66,67
8	57,5		49,5	53,5	53,50	53,5	52	62,5	56,00	38	42,5	40	40,17	56,5	51,5	50	52,67
9	49		55,5	53,5	52,67	45,5	49	45	46,50	49	46	50,5	48,50	50,5	61,5	34	48,67
10	55		57,5	61,5	58,00	48,5	51	49,5	49,67	46	45	47	46,00	54	49,5	46,5	50,00



**Πίνακας 2.** Τιμές ανά επανάληψη και μέσοι όροι μήκους στάχυος με άγανα

ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ ΜΕ ΑΓΑΝΑ (cm)																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	14	13,5	13,5	13,67	14	15,5	14,5	14,67	15	14,5	15	14,83	15	15,5
2	14		14,5	14,5	14,33	14,5	13,5	14,5	14,17	12	14	14,5	13,50	14,5	15	13,5	14,33
3	12		14,5	14,5	13,67	15	15	14,5	14,83	13,5	14	12	13,17	14	13,5	13,5	13,67
4	10,5		13,5	15	13,00	14,5	15	14	14,50	15	14	15	14,67	14,5	14	14,5	14,33
5	14,5		14	15	14,50	15	15	15	15,00	14,5	11,5	14	13,33	15,5	14,5	13	14,33
6	13		13	13,5	13,17	14,5	14	15	14,50	12,5	14,5	14	13,67	13	13	13	13,00
7	12,5		12	13	12,50	13,5	14,5	14,5	14,17	15	13,5	15	14,50	14,5	14,5	14,5	14,50
8	13		14,5	14	13,83	15,5	14	15	14,83	15	15	14,5	14,83	13	14,5	13	13,50
9	13		13	14,5	13,50	13	13	14	13,33	12	14	13	13,00	15,5	15,5	14,5	15,17
10	13		11,5	14	12,83	14,5	14	14	14,17	13	14,5	14	13,83	14	12,5	14,5	13,67
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΧΕΛΩΟΣ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		1	12	13	13	12,67	12,5	13,5	13,5	13,17	14	14	13,5 0	13,83	14	14	14
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	15	14	12	13,67	13,5	14	13,5	13,67	14	13,5	14,5	14,00		14	13,5	13,75
	3	13	13	13	13,00	14	14	14	14,00	13,5	14	14	13,83	14,5		13	13,75
	4	13	14	13	13,33	14	1	13,5	13,50	13	13,5	13	13,17	14	14	14,5	14,17
	5	13	13	14	13,33	13	13,5	13	13,17	14	14	13	13,67	13,5	13,5	14	13,67
	6	14	14	12	13,33	13,5	13	14	13,50	14	13,5	14	13,83	14	14	13,5	13,83
	7	13	14	12	13,00	13,5	14	13	13,50	13	13,5		13,25	14,	13	13,5	13,50
	8	13	13	13	13,00	14	14,5	13,5	14,00	14	13,5	13,5	13,67	13,5	13,	14	13,50
	9	14	13	14	13,67	14	14	14	14,00	14,5	14,5	14	14,33	14	13,5	14	13,83
	10	13	13	13,	13,00	13	13	13,5	13,17	13,5	13,5	13	13,33	14	14,5	13,5	14,00
	ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΔΟΪΡΑΝΗ																
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		1	13	12	13	12,67	14	14	13	13,67	12,5	13	12,5	12,67	12,5	12,5	11,5
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	13	12,5	13	12,83	13	13,5	14	13,50	12,5	13	13	12,83	13,5	13	12,5	13,00
	3	13	13	13	13,00	13	13	13	13,00	14	13	13,5	13,50	13,5	12,5	13,5	13,17
	4	13,5	13,5	13	13,33	12	11,5	11,5	11,67	13	13,5	14	13,50	14,5	12	13	13,17
	5	12	13	13	12,67	14	13,5	13	13,50	13,	13	13,5	13,17	14	13,5	12	13,17
	6	13	13,5	13,5	13,33	13	12,5	13	12,83	14	14,5	14	14,17	13,5	13	13	13,17
	7	13,5	14	12,5	13,33	14	13,5	12	13,17	12,5	13,5	12,5	12,83	13	14,5	12,5	13,33
	8	13,5	12,5	14	13,33	14	13,5	12	13,17	12,5	13	13,5	13,00	13,5	12,5	11,5	12,50
	9	14	14	13,5	13,83	14	13,5	13	13,50	14	13,5	13,5	13,67	13	13,5	13,5	13,33
	10	13,5	13,	12,5	13,00	13,5	14	13	13,50	13,5	1	13	13,50	14,5	13	14	13,83

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΡΦΕΑΣ																	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
	1	10	10	10,5	10,17	11	11,5	12	11,50	11,5	9,5	11	10,67	12	11	11,5	11,50
	2	12	12	11	11,67	12	12	12	12,00	11	11	10,5	10,83	11	12	11	11,33
	3	11	11	12	11,33	13	12,5	12	12,50	11	9,00	12	10,67	12	12	11,5	11,67
	4	11,5	11	11	11,17	10,5	8	10,5	9,67	11	11,5	11,5	11,33	11,5	11	11,5	11,33
	5	11,5	9,5	11	10,67	11	11,5	11	11,17	12,5	12	10,5	11,67	11	11,5	11	11,17
	6	10	10	10	10,00	10,5	12,5	10,5	11,17	10	10	10	10,00	12	12	10	11,33
	7	11,5	11,5	12	11,67	11,5	12,5	11	11,67	12	12	12,5	12,17	11,5	12	11,5	11,67
	8	11,5	11	11	11,17	12	12	11,5	11,83	11,5	11	10,5	11,00	12,5	12	10,5	11,67
	9	11	11	11	11,00	11,5	11,5	12,5	11,83	11,5	11	11,5	11,33	10	10	9,5	9,83
	10	12	11,5	12	11,83	11	11,5	12	11,50	12,5	11	12	11,83	11,5	10,5	11,5	11,17
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ																	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
	1	14,5	14,5	15,5	14,83	13,5	14	13,5	13,67	13	13	12	12,67	13,5	14	14,5	14,00
	2	13	12	12,5	12,50	14,00	14,5	13,5	14,00	14	13	13	13,33	13	13,5	14,5	13,67
	3	13,5	13,5	13	13,33	14,5	14	11,5	13,33	14,5	15	14,5	14,50	14,5	13	13	13,50
	4	13	13,5	14,5	13,67	15	12	12	13,00	13,5	13	13	13,17	12	12	12,5	12,17
	5	13	14,5	14,5	14,00	12,5	14	13,5	13,33	14	13,5	13,5	13,67	14	14	12,5	13,50
	6	12	11,5	13	12,17	13	12,5	13,5	13,00	12,5	12,5	12,5	12,50	14	13	13,5	13,50
	7	14	13,5	14	13,83	13	14	14	13,67	14	15	13,5	14,17	11,5	13,5		12,50
	8	12,5	13	13	12,83	16	15	14,5	15,17	14	10,5	13	12,50	13	13,5	13,5	13,33
	9	12,5	13,5	13,5	13,17	12,5	13,5	14,5	13,50	12	14,5	12	12,83	13,5	12	12	12,50
	10	13,5	12,5	13,5	13,17	13	12,5	11,5	12,33	13	11	12,5	12,17	13,5	12,5	12,5	12,83
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ																	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
	1	9	10,5	9,5	9,67	10,5	9,5	9,5	9,83	9,5	9,5	9	9,33	8,5	8,5	9	8,67
	2	8,5	9	7,5	8,33	8,5	8	8	8,17	9,5	9	9	9,17	9	10,5	9,5	9,67
	3	7	9,5	9,5	8,67	10,5	11	9,5	10,33	8,5	9,5	7,5	8,50	9	8,5	10	9,17
	4	10,5	8	7,5	8,67	10	8,5	9,5	9,33	9,5	9,5	10	9,67	9	9	9,5	9,17
	5	7,5	7,5	8	7,67	10	9	9,5	9,50	9	8	9,5	8,83	10,5	9,5	8,5	9,50
	6	9,5	9,5	9	9,33	10	8,5	9,5	9,33	10	9	8	9,00	9	9,5	9,5	9,33
	7	8,5	8,5	9,5	8,83	10	10	10	10,00	8	9	9	8,67	8	8,5	8	8,17
	8	9,5	10	9,5	9,67	8,5	10,5	7,5	8,83	9	7,5	8,5	8,33	8,5	10,5	10	9,67
	9	8	10	8	8,67	9,5	10,5	9,5	9,83	9	9	9,5	9,17	7,5	9	7,5	8,00
	10	8,5	9,5	9	9,00	8,5	9	9	8,83	10	9	10	9,67	8,5	9	9	8,83

**Πίνακας 3. Μήκος στάχυος ανά επανάληψη και οι μέσοι όροι**

ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΓΑΝΑ (cm)																	
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O	5% PEG			M.O	10% PEG			M.O	15% PEG			M.O
					.				.				.				.
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	7	7	7,5	7,17	7,5	8,5	8	8,00	8,5	8	8	8,17	7	8	8	7,67
	2	8	8	7,5	7,83	8	7	8	7,67	6	6,5	7,5	6,67	7,5	8	8	7,83
	3	6,5	7,5	7	7,00	8,5	8,5	8	8,33	6,5	7	6	6,50	7,5	7	7,5	7,33
	4	7,5	7,5	8,5	7,83	8	8	8	8,00	8,5	7,5	8	8,00	7,5	7	7	7,17
	5	7,5	8	7	7,50	9	8	8	8,33	8,5	7	7,5	7,67	8,5	8	7	7,83
	6	8	7	6	7,00	8	8,5	8,5	8,33	6,5	7	8	7,17	7	7,5	7,5	7,33
	7	7	7	6	6,67	8	8	8	8,00	8,5	8	8,5	8,33	7,5	7,5	8	7,67
	8	7	8	7,5	7,50	7,5	8	8,5	8,00	9	8	7,5	8,17	6,5	8	7	7,17
	9	7,5	8	8,5	8,00	7,5	7	8	7,50	7	8,5	7	7,50	8	8,5	8	8,17
	10	6	7	7,5	6,83	8	7,5	7,5	7,67	7,5	7,5	8	7,67	7	6	7,5	6,83
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΧΕΛΩΣ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O	5% PEG			M.O	10% PEG			M.O	15% PEG			M.O
					.				.				.				.
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	7	7	7	7,00	6	7,5	7,5	7,00	7	7,5	7,5	7,33	7,5	7,5	8	7,67
	2	7,5	7	7	7,17	7,5	7,5	7	7,33	7,5	7	8	7,50		7,5	8	7,75
	3	7	7	7	7,00	8	7,5	7,5	7,67	7,5	7	7,5	7,33	8		6,5	7,25
	4	7	7,5	7	7,17	7,5	7,5	7,5	7,50	7	7,5	8	7,50	7,5	7,5	8	7,67
	5	7	7	8	7,33	7,5	7,5	7	7,33	8	7,5	7	7,50	7	7	8	7,33
	6	8	8	6	7,33	7	7,5	7,5	7,33	7,5	7	7,5	7,33	8	7,5	7	7,50
	7	6,5	7	7	6,83	7,5	8	7	7,50	7,5	7		7,25	7,5	7	7,5	7,33
	8	7	8	7	7,33	8	8,5	8	8,17	7,5	7	7	7,17	7	7,5	8	7,50
	9	8	7	8	7,67	7	7,5	7,5	7,33	7,5	8	7,5	7,67	7,5	7	7,5	7,33
	10	7,5	7	7	7,17	7	7	7	7,00	7,5	7,5	7	7,33	7,5	7,5	7,5	7,50
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΔΟΪΡΑΝΗ																	
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O	5% PEG			M.O	10% PEG			M.O	15% PEG			M.O
					.				.				.				.
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	8	7	7	7,33	8	8	7,5	7,83	6,5	6,5	6	6,33	7	6,5	6	6,50
	2	8	6,5	7,5	7,33	6,5	7	7,5	7,00	7	7,5	7	7,17	8,5	8	6,5	7,67
	3	7,5	7,5	7	7,33	7	7,5	7,5	7,33	7,5	7	7,5	7,33	7	7	8	7,33
	4	7,5	7,5	7,5	7,50	7,5	7,5	7	7,33	7,5	8	8	7,83	8	6,5	8	7,50
	5	6,5	6,5	7,5	6,83	6	5,5	5,5	5,67	7	8	7,5	7,50	8	7,5	6	7,17
	6	7	7,5	7,5	7,33	8	8,0	7,5	7,83	7,5	7,5	8	7,67	7,5	7,5	7	7,33
	7	8	7,5	7,5	7,67	7,5	7	7,5	7,33	7	7,5	7	7,17	7	8	6,5	7,17
	8	8	7	7,5	7,50	8	7,5	7	7,50	6,5	7	7	6,83	7,5	7	5,5	6,67
	9	8	8,50	7,5	8,00	7,5	7	7	7,17	8	7,5	7,5	7,67	7,5	8	7,5	7,67
	10	7,5	7,5	7,5	7,50	7	8	8	7,67	7,5	7,5	7	7,33	8	7	8,5	7,83

ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΧΥΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΓΑΝΑ (cm)																	
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΡΦΕΑΣ																	
ΕΙΛΑΝΑΛΗΦΕΙΣ		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
	1	5,5	6,5	6	6,00	6	6,5	7	6,50	6,5	4,5	6,5	5,83	6,5	6,5	6,5	6,50
	2	6,5	6,5	5,5	6,17	6,5	6,5	6,5	6,50	6,00	6	6	6,00	6	7	6,5	6,50
	3	6	6	7	6,33	7	7	6,5	6,83	6,5	5	6,5	6,00	6,5	6,5	6	6,33
	4	7	6,57		6,79	5,5	5,5	5	5,33	6	6	6,5	6,17	6,5	5	6,5	6,00
	5	7	6	6,5	6,50	6	6,5	6	6,17	7	6,5	5,5	6,33	6	6	6	6,00
	6	6,5	6	6,5	6,33	6	6,5	6,5	6,33	5,5	5,5	5,5	5,50	6	6	5	5,67
	7	7	7	7	7,00	7	7	6,5	6,83	6,5	6,5	7	6,67	6	6,5	6,5	6,33
	8	6,5	6,5	6,5	6,50	6,5	6,5	6,5	6,50	6	6	6	6,00	6,5	6	5,5	6,00
	9	6,5	6,5	6,5	6,50	6	6,5	7,0	6,50	6	6	6,5	6,17	5,5	5	5	5,17
	10	7	7	7	7,00	6	6,5	6,5	6,33	6,5	6	6,5	6,33	6,5	6,5	6,00	6,33
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ																	
ΕΙΛΑΝΑΛΗΦΕΙΣ		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
	1	8,5	8,5	9	8,67	8	7,5	8,5	8,00	7,5	7	7,5	7,33	9	8,5	9	8,83
	2	7,5	7	8	7,50	7,5	8	8	7,83	8,5	8,5	8,5	8,50	7,5	8	8,5	8,00
	3	8,5	8,5	8,5	8,50	8,5	8	6,5	7,67	8,5	9	9	8,83	8	8	8	8,00
	4	8	7	9,5	8,17	8,5	7,5	7,5	7,83	8	8	9	8,33	7,5	7,5	7,5	7,50
	5	7,5	8,5	8,5	8,17	8	8,5	8	8,17	9	8	8	8,33	8,5	8,5	7	8,00
	6	7,5	6,5	8,5	7,50	8	7	8,5	7,83	7,5	8	7,5	7,67	8	6,5	7,5	7,33
	7	7,5	7,5	8	7,67	8	8,5	8	8,17	8	9,5	8,5	8,67	6,5	7,5		7,00
	8	7,5	7,5	8	7,67	9,5	9,5	8,5	9,17	8	7,5	8	7,83	7,5	7,5	8	7,67
	9	8	8	8,5	8,17	8	8,5	8	8,17	7	8,5	6	7,17	8,5	7,5	7,5	7,83
	10	7,5	8	7,5	7,67	7	8	6,5	7,17	6,5	6	7	6,50	8,5	8	8	8,17
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ																	
ΕΙΛΑΝΑΛΗΦΕΙΣ		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.	10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
	1	8	8,5	7,5	8,00	8	7	7,5	7,50	7,5	8,5	8	8,00	7,5	6,5	7,5	7,17
	2	7	7,5	6,5	7,00	7	6,5	7	6,83	7	7,5	6,5	7,00	7,5	8	8	7,83
	3	6,5	7	7	6,83	8	8,5	7,5	8,00	8	7	7	7,33	7	7	6,5	6,83
	4	8,5	7	7	7,50	7,5	7,5	7,5	7,50	7,5	7,5	8,5	7,83	7,5	7	8	7,50
	5	6	6,5	6,5	6,33	9	8	7,5	8,17	7,5	7	8	7,50	7,5	7,5	7	7,33
	6	7,5	7	7,5	7,33	8,5	7	7,5	7,67	8,0	7,5	6,5	7,33	7,5	8	7,5	7,67
	7	7	7,5	7,5	7,33	7,5	7,5	7,5	7,50	7	7	6,5	6,83	6,5	7	6,5	6,67
	8	7,5	8	7	7,50	6,5	8	7	7,17	7	6	6,5	6,50	7	8	7	7,33
	9	7,5	8	7,5	7,67	8	8,5	7,5	8,00	7,5	7,5	8	7,67	7	7	7	7,00
	10	7	7	7,5	7,17	8	8	7	7,67	8	8	8	8,00	7	8	7	7,33

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.** Τιμές ανά επανάληψη και μέσοι όροι βάρους κόκκων (gr) ανά φυτό

ΒΑΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ (gr) ΑΝΑ ΦΥΤΟ												
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ												
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			5% PEG			10% PEG			15% PEG	
		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ
ΕΠΙΣΤΑΣΕΙΣ	1	9,391	3,130		0,958	0,319		0,630	0,210		0,487	0,162
	2	6,423	2,141		1,565	0,521		1,300	0,433		0,526	0,175
	3	8,279	2,760		1,230	0,410		1,146	0,382		0,511	0,170
	4	9,126	3,042		1,514	0,505		1,833	0,611		0,683	0,228
	5	8,199	2,733		2,596	0,865		1,136	0,379		0,702	0,234
	6	6,325	2,108		2,359	0,786		0,734	0,245		0,503	0,168
	7	8,667	2,890		1,723	0,574		1,283	0,428		0,467	0,156
	8	7,583	2,528		1,326	0,442		1,099	0,366		0,586	0,195
	9	9,322	3,107		1,129	0,376		1,620	0,540		0,639	0,213
	10	9,521	3,173		1,326	0,442		1,300	0,433		0,714	0,238
Μ.Ο.			2,761			0,524			0,403			0,194
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΧΕΛΩΣ												
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			5% PEG			10% PEG			15% PEG	
		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ
ΕΠΙΣΤΑΣΕΙΣ	1	7,820	2,606		0,544	0,181		0,548	0,183		0,391	0,13
	2	8,271	2,757		0,492	0,164		0,986	0,230		0,113	0,038
	3	6,888	2,296		0,272	0,091		0,327	0,230		0,448	0,149
	4	6,522	2,174		0,337	0,112		0,305	0,102		0,234	0,078
	5	7,735	2,578		0,140	0,047		0,736	0,245		0,522	0,174
	6	7,742	2,580		0,347	0,116		0,613	0,204		0,415	0,138
	7	8,351	2,784		0,474	0,158		0,879	0,293		0,167	0,056
	8	7,102	2,367		0,497	0,166		0,307	0,102		0,348	0,116
	9	6,547	2,182		0,239	0,080		0,456	0,152		0,257	0,086
	10	7,494	2,498		0,228	0,076		0,647	0,216		0,521	0,174
Μ.Ο.		7,298	2,432		0,317	0,106		0,534	0,196		0,364	0,114
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΔΟΪΡΑΝΗ												
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			5% PEG			10% PEG			15% PEG	
		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ
ΕΠΙΣΤΑΣΕΙΣ	1	8,330	2,777		1,103	0,368		0,436	0,145		0,497	0,166
	2	5,095	1,698		1,279	0,426		0,713	0,238		0,245	0,082
	3	9,227	3,076		0,704	0,235		0,844	0,281		0,396	0,132
	4	7,260	2,420		0,363	0,121		0,647	0,216		0,559	0,186
	5	10,252	3,417		0,849	0,283		1,141	0,380		0,391	0,13
	6	8,136	2,712		0,467	0,156		0,279	0,093		0,575	0,192
	7	5,205	1,735		0,938	0,313		1,288	0,429		0,398	0,133
	8	9,307	3,102		1,320	0,440		1,334	0,445		0,265	0,088
	9	6,950	2,317		0,834	0,278		0,269	0,090		0,288	0,096
	10	10,566	3,522		0,739	0,246		0,611	0,204		0,562	0,187
Μ.Ο.		8,033	2,678		0,8596	0,287		0,7562	0,252		0,4176	0,139

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΡΦΕΑΣ											
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ		5% PEG		10% PEG		15% PEG			
		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	7,528	2,509	0,643	0,214	0,930	0,310	0,536	0,179		
	2	5,014	1,671	1,036	0,345	0,930	0,310	0,489	0,163		
	3	6,022	2,007	1,558	0,519	0,904	0,301	0,991	0,33		
	4	7,403	2,468	1,139	0,380	0,541	0,180	1,390	0,463		
	5	6,606	2,202	0,784	0,261	0,897	0,299	0,491	0,164		
	6	7,406	2,469	0,732	0,244	0,948	0,316	1,049	0,36		
	7	5,791	1,930	0,947	0,316	0,647	0,216	0,543	0,181		
	8	7,304	2,435	0,984	0,328	0,932	0,311	0,893	0,298		
	9	6,257	2,086	1,233	0,411	0,735	0,245	0,739	0,246		
	10	5,818	1,939	1,264	0,421	0,940	0,313	0,673	0,224		
Μ.Ο		6,515	2,172	1,032	0,344	0,840	0,280	0,779	0,261		
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ											
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ		5% PEG		10% PEG		15% PEG			
		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	6,956	2,319	1,570	0,523	0,778	0,259	0,708	0,236		
	2	5,539	1,846	0,971	0,324	1,033	0,344	0,643	0,214		
	3	5,713	1,904	1,026	0,342	0,935	0,312	0,579	0,193		
	4	7,398	2,466	1,550	0,517	0,901	0,300	0,622	0,207		
	5	5,509	1,836	1,398	0,466	1,074	0,358	1,017	0,339		
	6	7,232	2,410	1,370	0,457	0,878	0,293	0,692	0,231		
	7	6,744	2,248	0,945	0,315	0,944	0,315	0,583	0,194		
	8	6,257	2,085	1,436	0,479	0,837	0,279	0,715	0,238		
	9	5,823	1,941	1,274	0,425	0,987	0,329	0,747	0,249		
	10	5,059	1,686	1,490	0,500	1,075	0,358	0,832	0,277		
Μ.Ο		6,223	2,074	1,303	0,435	0,944	0,315	0,714	0,238		
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ											
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ		5% PEG		10% PEG		15% PEG			
		ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ	ΓΛΑΣΤΡΑ	ΦΥΤΟ		
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	5,739	1,913	0,459	0,153	0,808	0,269	0,796	0,265		
	2	5,255	1,752	0,712	0,237	0,668	0,223	0,567	0,189		
	3	4,268	1,423	0,708	0,236	1,524	0,508	0,356	0,119		
	4	5,880	1,960	0,896	0,299	0,710	0,237	0,702	0,234		
	5	5,440	1,813	0,592	0,197	0,650	0,217	0,508	0,169		
	6	6,147	2,049	0,569	0,190	0,837	0,279	0,496	0,165		
	7	5,439	1,813	0,796	0,265	0,952	0,317	0,517	0,172		
	8	5,748	1,916	0,738	0,246	0,615	0,205	0,605	0,202		
	9	4,530	1,510	0,613	0,204	0,832	0,277	0,473	0,158		
	10	4,718	1,573	0,651	0,217	1,124	0,375	0,838	0,279		
Μ.Ο		5,316	1,772	0,673	0,224	0,872	0,291	0,586	0,195		

**Πίνακας 5.** Συγκέντρωση προλίνης ανά ποικιλία και επανάληψη (mmο προλίνης /g ξηρού βάρους)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ									
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ									
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ 0% PEG			Μ.Ο.	5% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,173	0,132	0,118	0,141	0,207	0,197	0,211	0,205
	2	0,127	0,120	0,108	0,118	0,271	0,244	0,258	0,258
	3	0,098	0,120	0,099	0,106	0,240	0,239	0,256	0,245
	4	0,176	0,120	0,109	0,135	0,256	0,248	0,231	0,245
	5	0,145	0,120	0,111	0,125	0,138	0,205	0,199	0,181
	6	0,094	0,120	0,158	0,124	0,184	0,207	0,240	0,210
	7	0,107	0,120	0,144	0,124	0,201	0,231	0,254	0,229
	8	0,134	0,120	0,132	0,129	0,241	0,188	0,231	0,220
	9	0,121	0,120	0,112	0,118	0,208	0,176	0,248	0,211
	10	0,092	0,120	0,091	0,101	0,197	0,191	0,199	0,196

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ									
		10% PEG			Μ.Ο.	15% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,183	0,198	0,241	0,207	0,390	0,388	0,401	0,393
	2	0,190	0,211	0,248	0,216	0,270	0,305	0,288	0,288
	3	0,188	0,239	0,247	0,225	0,292	0,280	0,301	0,291
	4	0,240	0,248	0,178	0,222	0,290	0,315	0,301	0,302
	5	0,175	0,281	0,192	0,216	0,289	0,222	0,231	0,247
	6	0,194	0,196	0,244	0,211	0,301	0,345	0,247	0,298
	7	0,222	0,247	0,198	0,222	0,328	0,276	0,285	0,296
	8	0,244	0,374	0,218	0,279	0,284	0,281	0,331	0,299
	9	0,210	0,348	0,231	0,263	0,297	0,341	0,358	0,332
	10	0,234	0,301	0,240	0,258	0,331	0,279	0,374	0,328

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ									
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΧΕΛΩΣ									
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ 0% PEG			Μ.Ο.	5% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,197	0,181	0,178	0,185	0,243	0,228	0,234	0,235
	2	0,228	0,176	0,197	0,200	0,182	0,191	0,201	0,191
	3	0,179	0,168	0,172	0,173	0,245	0,231	0,228	0,235
	4	0,181	0,161	0,169	0,170	0,267	0,254	0,264	0,262
	5	0,211	0,181	0,166	0,186	0,274	0,268	0,271	0,271
	6	0,189	0,174	0,173	0,179	0,258	0,241	0,238	0,246
	7	0,194	0,180	0,174	0,183	0,274	0,282	0,261	0,272
	8	0,184	0,172	0,164	0,173	0,248	0,257	0,241	0,249
	9	0,218	0,199	0,231	0,216	0,279	0,264	0,258	0,267
	10	0,165	0,184	0,192	0,180	0,232	0,247	0,237	0,239

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΑΧΕΛΩΣ									
		10% PEG			Μ.Ο.	15% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,343	0,304	0,307	0,318	0,346	0,311	0,344	0,334
	2	0,282	0,294	0,291	0,289	0,359	0,361	0,354	0,358
	3	0,285	0,292	0,301	0,293	0,321	0,327	0,329	0,326
	4	0,267	0,299	0,291	0,286	0,328	0,345	0,354	0,342
	5	0,311	0,308	0,327	0,315	0,378	0,351	0,341	0,357
	6	0,274	0,275	0,278	0,276	0,364	0,371	0,369	0,368
	7	0,274	0,282	0,276	0,277	0,378	0,370	0,361	0,370
	8	0,294	0,304	0,308	0,302	0,391	0,378	0,379	0,383
	9	0,324	0,339	0,318	0,327	0,341	0,358	0,347	0,349
	10	0,311	0,327	0,319	0,319	0,356	0,341	0,330	0,342



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ									
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΔΟΪΡΑΝΗ									
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ 0% PEG			Μ.Ο.	5% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,134	0,108	0,120	0,121	0,198	0,118	0,196	0,171
	2	0,129	0,132	0,127	0,129	0,197	0,187	0,241	0,208
	3	0,126	0,108	0,124	0,119	0,160	0,189	0,131	0,160
	4	0,088	0,088	0,092	0,089	0,180	0,191	0,182	0,184
	5	0,098	0,108	0,096	0,101	0,174	0,188	0,158	0,173
	6	0,110	0,131	0,134	0,125	0,179	0,191	0,234	0,201
	7	0,121	0,097	0,128	0,115	0,139	0,174	0,194	0,169
	8	0,138	0,082	0,125	0,115	0,172	0,221	0,174	0,189
	9	0,128	0,114	0,107	0,116	0,248	0,238	0,183	0,223
	10	0,097	0,127	0,114	0,113	0,231	0,171	0,138	0,180

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΔΟΪΡΑΝΗ									
		10% PEG			Μ.Ο.	15% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,216	0,158	0,241	0,205	0,370	0,371	0,358	0,366
	2	0,186	0,231	0,217	0,211	0,270	0,299	0,288	0,286
	3	0,199	0,207	0,189	0,198	0,336	0,330	0,321	0,329
	4	0,184	0,199	0,207	0,197	0,332	0,338	0,318	0,329
	5	0,217	0,189	0,198	0,201	0,320	0,341	0,350	0,337
	6	0,187	0,241	0,218	0,215	0,279	0,328	0,348	0,318
	7	0,218	0,231	0,204	0,218	0,281	0,276	0,308	0,288
	8	0,197	0,188	0,222	0,202	0,357	0,252	0,328	0,312
	9	0,181	0,177	0,231	0,196	0,301	0,238	0,278	0,272
	10	0,201	0,204	0,248	0,218	0,324	0,311	0,291	0,309

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ									
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΡΦΕΑΣ									
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ 0% PEG			Μ.Ο.	5% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,128	0,131	0,120	0,126	0,298	0,304	0,308	0,303
	2	0,126	0,130	0,138	0,131	0,211	0,231	0,248	0,230
	3	0,145	0,154	0,140	0,146	0,277	0,256	0,267	0,267
	4	0,194	0,182	0,201	0,192	0,247	0,258	0,261	0,255
	5	0,167	0,174	0,181	0,174	0,251	0,274	0,249	0,258
	6	0,134	0,141	0,137	0,137	0,268	0,257	0,249	0,258
	7	0,148	0,154	0,139	0,147	0,247	0,256	0,253	0,252
	8	0,174	0,152	0,157	0,161	0,261	0,278	0,280	0,273
	9	0,168	0,157	0,161	0,162	0,284	0,274	0,268	0,275
	10	0,184	0,180	0,184	0,183	0,253	0,248	0,259	0,253

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΡΦΕΑΣ									
		10% PEG			Μ.Ο.	15% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,400	0,388	0,391	0,393	0,701	0,689	0,694	0,695
	2	0,381	0,399	0,404	0,395	0,841	0,837	0,824	0,834
	3	0,368	0,374	0,361	0,368	0,684	0,701	0,694	0,693
	4	0,441	0,428	0,431	0,433	0,724	0,704	0,732	0,720
	5	0,398	0,404	0,421	0,408	0,578	0,604	0,621	0,601
	6	0,378	0,356	0,371	0,368	0,611	0,634	0,641	0,629
	7	0,404	0,397	0,384	0,395	0,504	0,548	0,558	0,537
	8	0,431	0,411	0,428	0,423	0,534	0,547	0,561	0,547
	9	0,394	0,382	0,376	0,384	0,608	0,599	0,609	0,605
	10	0,374	0,384	0,389	0,382	0,674	0,689	0,704	0,689

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ									
ΠΟΚΙΛΙΑ: ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ									
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			Μ.Ο.	5% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,069	0,071	0,097	0,079	0,524	0,488	0,371	0,461
	2	0,071	0,082	0,084	0,079	0,367	0,391	0,401	0,386
	3	0,088	0,078	0,092	0,086	0,371	0,304	0,321	0,332
	4	0,091	0,081	0,114	0,095	0,321	0,271	0,281	0,291
	5	0,087	0,089	0,131	0,102	0,338	0,288	0,284	0,303
	6	0,098	0,072	0,108	0,093	0,268	0,247	0,230	0,248
	7	0,101	0,084	0,091	0,092	0,341	0,311	0,344	0,332
	8	0,087	0,131	0,082	0,100	0,332	0,327	0,376	0,345
	9	0,103	0,111	0,074	0,096	0,289	0,309	0,304	0,301
	10	0,098	0,121	0,079	0,099	0,384	0,289	0,276	0,316

ΠΟΚΙΛΙΑ: ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ									
		10% PEG			Μ.Ο.	15% PEG			Μ.Ο.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,168	0,147	0,130	0,148	0,339	0,342	0,331	0,337
	2	0,130	0,148	0,152	0,143	0,204	0,284	0,241	0,243
	3	0,159	0,167	0,174	0,167	0,307	0,325	0,301	0,311
	4	0,230	0,188	0,172	0,197	0,239	0,276	0,254	0,256
	5	0,152	0,162	0,188	0,167	0,211	0,275	0,265	0,250
	6	0,128	0,131	0,158	0,139	0,255	0,294	0,274	0,274
	7	0,174	0,211	0,147	0,177	0,276	0,314	0,348	0,313
	8	0,181	0,184	0,139	0,168	0,281	0,372	0,324	0,326
	9	0,132	0,162	0,164	0,153	0,231	0,342	0,318	0,297
	10	0,144	0,150	0,177	0,157	0,301	0,270	0,261	0,277

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΛΙΝΗΣ									
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ									
		ΜΑΡΤΥΡΑΣ			M.O.	5% PEG			M.O.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	0,282	0,294	0,280	0,285	0,959	0,947	0,937	0,948
	2	0,311	0,304	0,324	0,313	0,869	0,854	0,872	0,865
	3	0,341	0,331	0,354	0,342	0,834	0,824	0,841	0,833
	4	0,371	0,364	0,384	0,373	0,741	0,754	0,761	0,752
	5	0,358	0,361	0,372	0,364	0,864	0,844	0,851	0,853
	6	0,308	0,317	0,328	0,318	0,907	0,881	0,874	0,887
	7	0,334	0,341	0,330	0,335	0,997	0,971	0,952	0,973
	8	0,327	0,309	0,327	0,321	0,876	0,854	0,842	0,857
	9	0,364	0,351	0,384	0,366	0,853	0,841	0,837	0,844
	10	0,358	0,378	0,361	0,366	0,900	0,907	0,887	0,898

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ									
		10% PEG			M.O.	15% PEG			M.O.
		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ		ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	ΠΡΟΛΙΝΗ	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1	1,365	1,271	1,298	1,311	0,676	0,684	0,671	0,677
	2	0,969	0,994	0,982	0,982	0,765	0,751	0,754	0,757
	3	0,978	0,984	0,991	0,984	0,784	0,791	0,781	0,785
	4	0,982	0,988	1,001	0,990	0,791	0,801	0,821	0,804
	5	1,008	1,010	1,004	1,007	0,842	0,832	0,821	0,832
	6	1,483	1,374	1,358	1,405	0,734	0,714	0,722	0,723
	7	1,298	1,307	1,281	1,295	0,720	0,689	0,701	0,703
	8	1,376	1,307	1,380	1,354	0,680	0,704	0,699	0,694
	9	1,010	1,037	1,058	1,035	0,671	0,689	0,651	0,670
	10	1,054	1,110	1,119	1,094	0,589	0,608	0,631	0,609

Πίνακας 6. Μέσοι όροι ύψους φυτού ανά ποικιλία και μεταχείριση

Μ.Ο. ΥΨΟΥΣ												
	PEG	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ										
		I	II	III	IIIV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	D1	69,500	71,670	67,670	69,000	70,000	69,830	61,670	69,830	67,830	62,500	679,500
	D2	55,000	58,330	50,830	57,330	59,330	52,670	54,170	61,000	52,000	51,830	552,490
	D3	52,170	49,000	49,670	53,670	48,170	46,000	51,330	54,830	49,830	54,000	508,670
	D4	47,830	52,000	49,170	48,170	55,500	52,000	50,830	52,170	53,000	49,830	510,500
	ΣΥΝΟΛΟ	224,500	231,000	217,340	228,170	233,000	220,500	218,000	237,830	222,660	218,160	2251,160
ΑΧΕΛΑΔΟΣ	D1	69,670	69,330	71,000	71,670	67,330	65,330	70,330	75,670	76,670	72,670	709,670
	D2	61,000	62,830	63,330	63,830	66,670	61,670	65,170	66,830	70,670	61,330	643,330
	D3	60,000	62,830	70,000	61,000	63,500	60,330	57,500	60,000	58,670	63,500	617,330
	D4	64,670	62,750	55,250	60,330	67,330	61,670	64,830	59,670	61,330	65,000	622,830
	ΣΥΝΟΛΟ	255,340	257,740	259,580	256,830	264,830	249,000	257,830	262,170	267,340	262,500	2593,160
ΔΟΪΡΑΝΗ	D1	66,330	65,830	64,670	69,500	70,500	64,500	67,670	69,330	67,830	65,000	671,160
	D2	62,170	53,500	58,000	69,670	55,830	69,000	67,000	57,000	62,670	61,330	616,170
	D3	50,330	68,500	66,670	64,330	58,830	61,830	55,000	65,670	60,170	59,500	610,830
	D4	51,000	57,330	62,830	61,670	53,670	56,330	56,670	52,170	56,830	60,000	568,500
	ΣΥΝΟΛΟ	229,830	245,160	252,170	265,170	238,830	251,660	246,340	244,170	247,500	245,830	2466,660
ΟΡΦΕΑΣ	D1	56,670	58,670	63,330	61,170	56,670	54,500	57,330	69,000	69,000	65,000	611,340
	D2	58,330	61,000	59,830	48,170	55,500	53,830	64,830	56,330	60,670	60,330	578,820
	D3	50,000	54,000	58,670	51,000	54,830	52,000	62,830	56,330	56,500	57,170	553,330
	D4	59,170	58,170	57,000	55,000	53,670	49,670	53,500	58,330	46,830	57,670	549,010
	ΣΥΝΟΛΟ	224,170	231,840	238,830	215,340	220,670	210,000	238,490	239,990	233,000	240,170	2292,500
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	D1	70,170	68,670	70,170	69,670	69,170	66,830	71,500	73,330	68,170	69,000	696,680
	D2	56,500	61,500	47,500	50,000	58,000	45,000	44,000	54,000	48,000	36,000	500,500
	D3	47,670	58,670	53,000	54,330	50,830	44,500	59,670	41,000	46,670	43,170	499,510
	D4	51,170	48,000	43,670	43,670	46,830	60,670	41,000	47,170	44,330	45,330	471,840
	ΣΥΝΟΛΟ	225,510	236,840	214,340	217,670	224,830	217,000	216,170	215,500	207,170	193,500	2168,530
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	D1	59,170	46,670	54,000	50,500	49,830	53,000	59,830	53,500	52,670	58,000	537,170
	D2	51,670	48,330	47,670	45,500	49,500	47,670	52,000	56,000	46,500	49,670	494,510
	D3	42,500	53,000	40,830	56,500	49,500	46,670	47,830	40,170	48,500	46,000	471,500
	D4	41,000	51,170	47,170	44,500	44,670	47,500	66,670	52,670	48,670	50,000	494,020
	ΣΥΝΟΛΟ	194,340	199,170	189,670	197,000	193,500	194,840	226,330	202,340	196,340	203,670	1997,200
ΣΥΝΟΛΟ	D1	391,510	380,840	390,840	391,510	383,500	373,990	388,330	410,660	402,170	392,170	3905,520
	D2	344,670	345,490	327,160	334,500	344,830	329,840	347,170	351,160	340,510	320,490	3385,820
	D3	302,670	346,000	338,840	340,830	325,660	311,330	334,160	318,000	320,340	323,340	3261,170
	D4	314,840	329,420	315,090	313,340	321,670	327,840	333,500	322,180	310,990	327,830	3216,700
	ΣΥΝΟΛΟ	1353,690	1401,75	1371,93	1380,18	1375,66	1343,00	1403,16	1402,00	1374,01	1363,83	13769,21

Πίνακας 7. Μέσοι όροι μήκους στάχτους με άγανα ανά ποικιλία και μεταχείριση

Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΣΤΑΧΥΟΣ ΜΕ ΑΓΑΝΑ												
	PEG	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ										
		I	II	III	IIIV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΙΘΑΛΩΝΙΑ	D1	13,67	14,33	13,67	13,00	14,50	13,17	12,50	13,83	13,50	12,83	135,00
	D2	14,67	14,17	14,83	14,50	15,00	14,50	14,17	14,83	13,33	14,17	144,17
	D3	14,83	13,50	13,17	14,67	13,33	13,67	14,50	14,83	13,00	13,83	139,33
	D4	15,17	14,33	13,67	14,33	14,33	13,00	14,50	13,50	15,17	13,67	141,67
	ΣΥΝΟΛΟ	58,34	56,33	55,34	56,50	57,16	54,34	55,67	56,99	55,00	54,50	560,17
ΑΧΕΛΩΟΣ	D1	12,67	13,67	13,00	13,33	13,33	13,33	13,00	13,00	13,67	13,00	132,00
	D2	13,17	13,67	14,00	13,50	13,17	13,50	13,50	14,00	14,00	13,17	135,68
	D3	13,83	14,00	13,83	13,17	13,67	13,83	13,25	13,67	14,33	13,33	136,91
	D4	14,00	13,75	13,75	14,17	13,67	13,83	13,50	13,50	13,83	14,00	138,00
	ΣΥΝΟΛΟ	53,67	55,09	54,58	54,17	53,84	54,49	53,25	54,17	55,83	53,50	542,59
ΔΟΪΡΑΝΗ	D1	12,67	12,83	13,00	13,33	12,67	13,33	13,33	13,33	13,83	13,00	131,32
	D2	13,67	13,50	13,00	11,67	13,50	12,83	13,17	13,17	13,50	13,50	131,51
	D3	12,67	12,83	13,50	13,50	13,17	14,17	12,83	13,00	13,67	13,50	132,84
	D4	12,17	13,00	13,17	13,17	13,17	13,17	13,33	12,50	13,33	13,83	130,84
	ΣΥΝΟΛΟ	51,18	52,16	52,67	51,67	52,51	53,50	52,66	52,00	54,33	53,83	526,51
ΟΡΦΕΑΣ	D1	10,17	11,67	11,33	11,17	10,67	10,00	11,67	11,17	11,00	11,83	110,68
	D2	11,50	12,00	12,50	9,67	11,17	11,17	11,67	11,83	11,83	11,50	114,84
	D3	10,67	10,83	10,67	11,33	11,67	10,00	12,17	11,00	11,33	11,83	111,50
	D4	11,50	11,33	11,67	11,33	11,17	11,33	11,67	11,67	9,83	11,17	112,67
	ΣΥΝΟΛΟ	43,84	45,83	46,17	43,50	44,68	42,50	47,18	45,67	43,99	46,33	449,69
ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ	D1	14,83	12,50	13,33	13,67	14,00	12,17	13,83	12,83	13,17	13,17	133,50
	D2	13,67	14,00	13,33	13,00	13,33	13,00	13,67	15,17	13,50	12,33	135,00
	D3	12,67	13,33	14,50	13,17	13,67	12,50	14,17	12,50	12,83	12,17	131,51
	D4	14,00	13,67	13,50	12,17	13,50	13,50	12,50	13,33	12,50	12,83	131,50
	ΣΥΝΟΛΟ	55,17	53,50	54,66	52,01	54,50	51,17	54,17	53,83	52,00	50,50	531,51
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	D1	9,67	8,33	8,67	8,67	7,67	9,33	8,83	9,67	8,67	9,00	88,51
	D2	9,83	8,17	10,33	9,33	9,50	9,33	10,00	8,83	9,83	8,83	93,98
	D3	9,33	9,17	8,50	9,67	8,83	9,00	8,70	8,33	9,17	9,67	90,37
	D4	8,67	9,67	9,17	9,17	9,50	9,33	8,17	9,67	8,00	8,83	90,18
	ΣΥΝΟΛΟ	37,50	35,34	36,67	36,84	35,50	36,99	35,70	36,50	35,67	36,33	363,04
ΣΥΝΟΛΟ	D1	73,68	73,33	73,00	73,17	72,84	71,33	73,16	73,83	73,84	72,83	731,01
	D2	76,51	75,51	77,99	71,67	75,67	74,33	76,18	77,83	75,99	73,50	755,18
	D3	74,00	73,66	74,17	75,51	74,34	73,17	75,62	73,33	74,33	74,33	742,46
	D4	75,51	75,75	74,93	74,34	75,34	74,16	73,67	74,17	72,66	74,33	744,86
	ΣΥΝΟΛΟ	299,70	298,25	300,09	294,69	298,19	292,99	298,63	299,16	296,82	294,99	2973,51

Πίνακας 8. Μέσοι όροι μήκους στάχους ανά ποικιλία και μεταχείριση

Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΣΤΑΧΕΩΣ												
	PEG	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ										
		I	II	III	IIIV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	D1	7,17	7,83	7,00	7,83	7,50	7,00	6,67	7,50	8,00	6,83	73,33
	D2	8,00	7,67	8,33	8,00	8,33	8,33	8,00	8,00	7,50	7,67	79,83
	D3	8,17	6,67	6,50	8,00	7,67	7,17	8,33	8,17	7,50	7,67	75,85
	D4	7,67	7,83	7,33	7,17	7,83	7,33	7,67	7,17	8,17	6,83	75,00
	ΣΥΝΟΛΟ	31,01	30,00	29,16	31,00	31,33	29,83	30,67	30,84	31,17	29,00	304,01
ΑΧΕΛΑΓΟΣ	D1	7,00	7,17	7,00	7,17	7,33	7,33	6,83	7,33	7,67	7,17	72,00
	D2	7,00	7,33	7,67	7,50	7,33	7,33	7,50	8,17	7,33	7,00	74,16
	D3	7,33	7,50	7,33	7,50	7,50	7,33	7,25	7,17	7,67	7,33	73,91
	D4	7,67	7,75	7,25	7,67	7,33	7,50	7,33	7,50	7,33	7,50	74,83
	ΣΥΝΟΛΟ	29,00	29,75	29,25	29,84	29,49	29,49	28,91	30,17	30,00	29,00	294,90
ΔΟΪΡΑΝΗ	D1	7,33	7,33	7,33	7,50	6,83	7,33	7,67	7,50	8,00	7,50	74,32
	D2	7,83	7,00	7,33	7,33	5,67	7,83	7,33	7,50	7,17	7,67	72,66
	D3	6,33	7,17	7,33	7,83	7,50	7,67	7,17	6,83	7,67	7,33	72,83
	D4	6,50	7,67	7,33	7,50	7,17	7,33	7,17	6,67	7,67	7,83	72,84
	ΣΥΝΟΛΟ	27,99	29,17	29,32	30,16	27,17	30,16	29,34	28,50	30,51	30,33	292,65
ΟΡΦΕΑΣ	D1	6,00	6,17	6,33	6,79	6,50	6,33	7,00	6,50	6,50	7,00	65,12
	D2	6,50	6,50	6,83	5,33	6,17	6,33	6,83	6,50	6,50	6,33	63,82
	D3	5,83	6,00	6,00	6,17	6,33	5,50	6,67	6,00	6,17	6,33	61,00
	D4	6,50	6,50	6,33	6,00	6,00	5,67	6,33	6,00	5,17	6,33	60,83
	ΣΥΝΟΛΟ	24,83	25,17	25,49	24,29	25,00	23,83	26,83	25,00	24,34	25,99	250,77
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	D1	8,67	7,50	8,50	8,17	8,17	7,50	7,67	7,67	8,17	7,67	79,69
	D2	8,00	7,83	7,67	7,83	8,17	7,83	8,17	9,17	8,17	7,17	80,01
	D3	7,33	8,50	8,83	8,33	8,33	7,67	8,67	7,83	7,17	6,50	79,16
	D4	8,83	8,00	8,00	7,50	8,00	7,33	7,00	7,67	7,83	8,17	78,33
	ΣΥΝΟΛΟ	32,83	31,83	33,00	31,83	32,67	30,33	31,51	32,34	31,34	29,51	317,19
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	D1	8,00	7,00	6,83	7,50	6,33	7,33	7,33	7,50	7,67	7,17	72,66
	D2	7,50	6,83	8,00	7,50	8,17	7,67	7,50	7,17	8,00	7,67	76,01
	D3	8,00	7,00	7,33	7,83	7,50	7,33	6,83	6,50	7,67	8,00	73,99
	D4	7,17	7,83	6,83	7,50	7,33	7,67	6,67	7,33	7,00	7,33	72,66
	ΣΥΝΟΛΟ	30,67	28,66	28,99	30,33	29,33	30,00	28,33	28,50	30,34	30,17	295,32
ΣΥΝΟΛΟ	D1	44,17	43,00	42,99	44,96	42,66	42,82	43,17	44,00	46,01	43,34	437,12
	D2	44,83	43,16	45,83	43,49	43,84	45,32	45,33	46,51	44,67	43,51	446,49
	D3	42,99	42,84	43,32	45,66	44,83	42,67	44,92	42,50	43,85	43,16	436,74
	D4	44,34	45,58	43,07	43,34	43,66	42,83	42,17	42,34	43,17	43,99	434,49
	ΣΥΝΟΛΟ	176,33	174,58	175,21	177,45	174,99	173,64	175,59	175,35	177,70	174,00	1754,84

Πίνακας 9. Μέσοι όροι βάρους (gr) σπόρου ανά ποικιλία και μεταχείριση

Μ.Ο. ΒΑΡΟΥΣ ΣΠΟΡΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ- ΑΠΟΔΟΣΗ												
	PEG	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ										
		I	II	III	IIIV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	D1	3,130	2,141	2,760	3,042	2,733	2,108	2,890	2,528	3,107	3,173	27,612
	D2	0,319	0,521	0,410	0,505	0,865	0,786	0,574	0,442	0,376	0,442	5,240
	D3	0,210	0,433	0,382	0,611	0,379	0,245	0,428	0,366	0,540	0,433	4,027
	D4	0,162	0,175	0,170	0,228	0,234	0,168	0,156	0,195	0,213	0,238	1,939
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>3,821</b>	<b>3,270</b>	<b>3,722</b>	<b>4,386</b>	<b>4,211</b>	<b>3,307</b>	<b>4,048</b>	<b>3,531</b>	<b>4,236</b>	<b>4,286</b>	<b>38,818</b>
ΑΧΕΛΩΣ	D1	2,606	2,757	2,296	2,174	2,578	2,580	2,784	2,367	2,182	2,498	24,822
	D2	0,181	0,164	0,091	0,112	0,047	0,116	0,158	0,166	0,080	0,076	1,191
	D3	0,183	0,230	0,230	0,102	0,245	0,204	0,293	0,102	0,152	0,216	1,957
	D4	0,130	0,038	0,149	0,078	0,174	0,138	0,056	0,116	0,086	0,174	1,139
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>3,100</b>	<b>3,189</b>	<b>2,766</b>	<b>2,466</b>	<b>3,044</b>	<b>3,038</b>	<b>3,291</b>	<b>2,751</b>	<b>2,500</b>	<b>2,964</b>	<b>29,109</b>
ΔΟΥΡΑΝΗ	D1	2,777	1,698	3,076	2,420	3,417	2,712	1,735	3,102	2,317	3,522	26,776
	D2	0,368	0,426	0,235	0,121	0,283	0,156	0,313	0,440	0,278	0,246	2,866
	D3	0,145	0,238	0,281	0,216	0,380	0,093	0,429	0,445	0,090	0,204	2,521
	D4	0,166	0,082	0,132	0,186	0,130	0,192	0,133	0,088	0,096	0,187	1,392
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>3,456</b>	<b>2,444</b>	<b>3,724</b>	<b>2,943</b>	<b>4,210</b>	<b>3,153</b>	<b>2,610</b>	<b>4,075</b>	<b>2,781</b>	<b>4,159</b>	<b>33,555</b>
ΟΡΦΕΑΣ	D1	2,509	1,671	2,007	2,468	2,202	2,469	1,930	2,435	2,086	1,939	21,716
	D2	0,214	0,345	0,519	0,380	0,261	0,244	0,316	0,328	0,411	0,421	3,439
	D3	0,310	0,310	0,301	0,180	0,299	0,316	0,216	0,311	0,245	0,313	2,801
	D4	0,179	0,163	0,330	0,463	0,164	0,360	0,181	0,298	0,246	0,224	2,608
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>3,212</b>	<b>2,489</b>	<b>3,157</b>	<b>3,491</b>	<b>2,926</b>	<b>3,389</b>	<b>2,643</b>	<b>3,372</b>	<b>2,988</b>	<b>2,897</b>	<b>30,564</b>
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	D1	3,319	1,846	1,904	2,466	1,836	2,410	2,248	2,085	1,941	1,686	21,741
	D2	0,523	0,324	0,342	0,517	0,466	0,457	0,315	0,479	0,425	0,500	4,348
	D3	0,259	0,344	0,312	0,300	0,358	0,293	0,315	0,279	0,329	0,358	3,147
	D4	0,236	0,214	0,193	0,207	0,339	0,231	0,194	0,238	0,249	0,277	2,378
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>4,337</b>	<b>2,728</b>	<b>2,751</b>	<b>3,490</b>	<b>2,999</b>	<b>3,391</b>	<b>3,072</b>	<b>3,081</b>	<b>2,944</b>	<b>2,821</b>	<b>31,614</b>
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	D1	1,913	1,752	1,423	1,960	1,813	2,049	1,813	1,916	1,510	1,573	17,722
	D2	0,153	0,237	0,236	0,299	0,197	0,190	0,265	0,246	0,204	0,217	2,244
	D3	0,269	0,223	0,508	0,237	0,217	0,279	0,317	0,205	0,277	0,375	2,907
	D4	0,265	0,189	0,119	0,234	0,169	0,165	0,172	0,202	0,158	0,279	1,952
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>2,600</b>	<b>2,401</b>	<b>2,286</b>	<b>2,730</b>	<b>2,396</b>	<b>2,683</b>	<b>2,567</b>	<b>2,569</b>	<b>2,149</b>	<b>2,444</b>	<b>24,825</b>
ΣΥΝΟΛΟ	D1	16,25	11,87	13,47	14,53	14,58	14,33	13,40	14,43	13,14	14,39	140,39
	D2	1,76	2,02	1,83	1,93	2,12	1,95	1,94	2,10	1,77	1,90	19,33
	D3	1,38	1,78	2,01	1,65	1,88	1,43	2,00	1,71	1,63	1,90	17,36
	D4	1,14	0,86	1,09	1,40	1,21	1,25	0,89	1,14	1,05	1,38	11,41
	ΣΥΝΟΛΟ	<b>20,53</b>	<b>16,52</b>	<b>18,41</b>	<b>19,51</b>	<b>19,79</b>	<b>18,96</b>	<b>18,23</b>	<b>19,38</b>	<b>17,60</b>	<b>19,57</b>	<b>188,49</b>



**Πίνακας 10.** Μέσοι όροι συγκέντρωσης προλίνης (mmο προλίνης /g ξηρού βάρους) ανά ποικιλία και μεταχείριση

<b>Μ.Ο. ΠΡΟΛΙΝΗΣ</b>												
	PEG	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ										
		I	II	III	IIIV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΛΛΑΞΝΙΑ	D1	0,141	0,118	0,099	0,141	0,128	0,121	0,116	0,130	0,122	0,109	1,225
	D2	0,205	0,258	0,245	0,245	0,181	0,210	0,229	0,220	0,211	0,196	2,200
	D3	0,207	0,216	0,225	0,222	0,216	0,211	0,222	0,279	0,263	0,258	2,319
	D4	0,393	0,288	0,291	0,302	0,247	0,298	0,296	0,299	0,332	0,328	3,074
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>0,946</b>	<b>0,880</b>	<b>0,860</b>	<b>0,910</b>	<b>0,772</b>	<b>0,840</b>	<b>0,863</b>	<b>0,928</b>	<b>0,928</b>	<b>0,891</b>	<b>8,818</b>
ΑΧΕΕΛΑΘΟΣ	D1	0,185	0,200	0,173	0,170	0,186	0,179	0,183	0,173	0,216	0,180	1,845
	D2	0,235	0,191	0,235	0,262	0,271	0,246	0,272	0,249	0,267	0,239	2,467
	D3	0,318	0,289	0,293	0,286	0,315	0,276	0,277	0,302	0,327	0,319	3,002
	D4	0,334	0,358	0,326	0,342	0,357	0,368	0,370	0,383	0,349	0,342	3,529
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1,072</b>	<b>1,038</b>	<b>1,027</b>	<b>1,060</b>	<b>1,129</b>	<b>1,069</b>	<b>1,102</b>	<b>1,107</b>	<b>1,159</b>	<b>1,080</b>	<b>10,843</b>
ΔΟΪΡΑΝΗ	D1	0,121	0,129	0,119	0,089	0,101	0,125	0,115	0,115	0,116	0,113	1,143
	D2	0,171	0,208	0,160	0,184	0,173	0,201	0,169	0,189	0,223	0,180	1,858
	D3	0,205	0,211	0,198	0,197	0,201	0,215	0,218	0,202	0,196	0,218	2,061
	D4	0,366	0,286	0,329	0,329	0,337	0,318	0,288	0,312	0,272	0,309	3,146
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>0,863</b>	<b>0,834</b>	<b>0,806</b>	<b>0,799</b>	<b>0,812</b>	<b>0,859</b>	<b>0,790</b>	<b>0,818</b>	<b>0,807</b>	<b>0,820</b>	<b>8,208</b>
ΟΡΦΕΑΣ	D1	0,126	0,131	0,146	0,192	0,174	0,137	0,147	0,161	0,162	0,183	1,559
	D2	0,303	0,230	0,267	0,255	0,258	0,258	0,252	0,273	0,275	0,253	2,624
	D3	0,393	0,395	0,368	0,433	0,408	0,368	0,395	0,423	0,384	0,382	3,949
	D4	0,695	0,834	0,693	0,720	0,601	0,629	0,537	0,547	0,605	0,689	6,550
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1,517</b>	<b>1,590</b>	<b>1,474</b>	<b>1,600</b>	<b>1,441</b>	<b>1,392</b>	<b>1,331</b>	<b>1,404</b>	<b>1,426</b>	<b>1,507</b>	<b>14,682</b>
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	D1	0,079	0,079	0,086	0,095	0,102	0,093	0,092	0,100	0,096	0,099	0,921
	D2	0,461	0,386	0,332	0,291	0,303	0,248	0,332	0,345	0,301	0,316	3,315
	D3	0,148	0,143	0,167	0,197	0,167	0,139	0,177	0,168	0,153	0,157	1,616
	D4	0,337	0,243	0,311	0,256	0,250	0,274	0,313	0,326	0,297	0,277	2,884
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1,025</b>	<b>0,851</b>	<b>0,896</b>	<b>0,839</b>	<b>0,822</b>	<b>0,754</b>	<b>0,914</b>	<b>0,939</b>	<b>0,847</b>	<b>0,849</b>	<b>8,736</b>
ΤΖΕΝΕΡΟΖΟ	D1	0,285	0,313	0,342	0,373	0,364	0,318	0,335	0,321	0,366	0,366	3,383
	D2	0,948	0,865	0,833	0,752	0,853	0,887	0,973	0,857	0,844	0,898	8,710
	D3	1,311	0,982	0,984	0,990	1,007	1,405	1,295	1,354	1,035	1,094	11,457
	D4	0,677	0,757	0,785	0,804	0,832	0,723	0,703	0,694	0,670	0,609	7,254
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3,221</b>	<b>2,917</b>	<b>2,944</b>	<b>2,919</b>	<b>3,056</b>	<b>3,333</b>	<b>3,306</b>	<b>3,226</b>	<b>2,915</b>	<b>2,967</b>	<b>30,804</b>
ΣΥΝΟΛΟ	D1	0,937	0,970	0,965	1,060	1,055	0,973	0,988	1,000	1,078	1,050	10,076
	D2	2,323	2,138	2,072	1,989	2,039	2,050	2,227	2,133	2,121	2,082	21,174
	D3	2,582	2,236	2,235	2,325	2,314	2,614	2,584	2,728	2,358	2,428	24,404
	D4	2,802	2,766	2,735	2,753	2,624	2,610	2,507	2,561	2,525	2,554	26,437
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>8,644</b>	<b>8,110</b>	<b>8,007</b>	<b>8,127</b>	<b>8,032</b>	<b>8,247</b>	<b>8,306</b>	<b>8,422</b>	<b>8,082</b>	<b>8,114</b>	<b>82,091</b>