

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΟΙΚΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΞΗΡΑΣΙΑ ΔΕΚΑ
ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
Triticum aestivum L. Em Thell.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΝΔΡΕΑΣ Θ. ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ

ΑΘΗΝΑ, 2009

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΟΙΚΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑΣΙΑ ΔΕΚΑ
ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
Triticum aestivum L. Em Thell.

ΑΝΔΡΕΑΣ Θ. ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΡΑΜΑΝΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2009

Η έγκριση της παρούσας διδακτορικής διατριβής υπό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, αρ. 202, παρ. 2).

Στη σύζυγό μου Δήμητρα για ότι μου έχει χαρίσει...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή δεν θα ολοκληρωνόταν χωρίς τη συμβολή πολλών και σημαντικών ανθρώπων. Για τον λόγο αυτό θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες:

- Στον καθηγητή κ. Ανδρέα Καραμάνο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργίας και επιβλέπων της διδακτορικής διατριβής. Πέρα από την ανάθεση του θέματος και την καθοδήγηση που μου έδωσε για την εκπόνηση της μελέτης με τον αρτιότερο τρόπο, το σημαντικότερο κέρδος για μένα ήταν ότι γαλουχήθηκα επιστημονικά από έναν κορυφαίο δάσκαλο. Όλα τα επόμενα επαγγελματικά μου βήματα θα ακολουθούν τα χνάρια του και θα βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στον τρόπο σκέψης του.
- Στον καθηγητή κ. Χρήστο Αυγουλά, Γενικό Γραμματέα Αγροτικής Πολιτικής και Διεθνών Σχέσεων του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Η βοήθειά του στην πραγματοποίηση της διατριβής αλλά και η εμπιστοσύνη που μου έδειξε επιλέγοντας με ως συνεργάτη του στο υπουργείο, μου έδωσε την ώθηση και τη στήριξη που απαιτεί η μακρά και επίπονη περίοδος εκπόνησης μιας διδακτορικής διατριβής.
- Στην επίκουρη καθηγήτρια κ. Γαρυφαλιά Οικονόμου. Υπήρξε η σταθερή συνοδοιπόρος μου για πολλά χρόνια, είναι ο άνθρωπος που μοιράστηκα όλες μου τις ανησυχίες και τα όνειρα, είναι εκείνη στην οποία χρωστάω σε μεγάλο βαθμό το γεγονός ότι ξεκίνησα και τελείωσα τις μεταπτυχιακές μου σπουδές. Βεβαίως την ευχαριστώ και για τις σημαντικές της επισημάνσεις επί της διατριβής
- Στα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής: Καθηγήτρια κ. Δέσπω Παπακώστα, Καθηγητή κ. Γεώργιο Σκαράκη, Καθηγητή κ. Παναγιώτη Ευθυμιάδη και στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γεώργιο Καραμπουρνιώτη για τον χρόνο που διέθεσαν ώστε να μελετήσουν τη διδακτορική διατριβή.
- Στον συνάδελφο κ. Γεώργιο Λίβανο για τη συνεργασία που είχαμε όλα τα προηγούμενα χρόνια και απ' ότι φαίνεται οδήγησε σε καλά αποτελέσματα.

- Στην οικογένειά μου και ιδιαίτερος στη σύζυγό μου Δήμητρα με την οποία ανεβήκαμε αυτόν τον ανηφορικό δρόμο. Για τον λόγο αυτό η διδακτορική μου διατριβή αφιερώνεται σ' εκείνη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση 10 βιότυπων μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum ssp. aestivum* (L) Thell) τόσο για τη συμπεριφορά τους σε συνθήκες ξηρασίας, (από πλευράς παραγωγικότητας όσο και για τον προσδιορισμό των μηχανισμών αντοχής στην ξηρασία που αναπτύσσουν. Οι βιότυποι (Τζούλιο 138, Χάσικο Κρήτης, Γκρινιάς Ζακύνθου, Γκρινιάς 148, Αθέρας Κέρκυρας 137, 184 και 186, Ζουλίτσα Αρκαδίας, Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 και Ασπρόσταρο Χανίων) δοκιμάσθηκαν σε δύο καλλιεργητικές περιόδους (2003-04 και 2004-05) σε ισάριθμα πειράματα αγρού που διεξήχθησαν στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εφαρμόσθηκαν τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης (ΕΚ1, ΕΚ2, ΕΚ3 και ΕΚ4, από την υγρότερη στη ξηρότερη) με τη μέθοδο της κλιμακούμενης απόστασης από την πηγή νερού (σταλάκτες συστήματος στάγδην άρδευσης) και τα πειραματικά τεμάχια προστατεύτηκαν από τη βροχή με υπόστεγα από διαφανές πλαστικό στερεωμένο σε μεταλλικά πλαίσια. Κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων λαμβάνονταν τακτικά μετρήσεις της υδατικής κατάστασης των φυτών (υδατικό δυναμικό των φύλλων, ωσμωτικό δυναμικό σε πλήρη και μηδενική σπαργή, συντελεστής ελαστικότητας κυτταρικών τοιχωμάτων, αντίσταση στοματιών, διαφορά θερμοκρασίας φύλλου-αέρα, συστροφή φύλλων) και της γήρανσης των φύλλων. Επιπλέον, λαμβάνονταν μετρήσεις κατά την ωρίμαση της συνολικής επιφάνειας των ριζών σε βάθη 0-12,5 εκ. και 12,5-25 εκ., των αποδόσεων σε καρπό και βιομάζα και των συνιστωσών της απόδοσης σε καρπό. Για την εκτίμηση του βαθμού προσαρμοστικότητας στην ξηρασία του οποιοδήποτε χαρακτηριστικού των βιότυπων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος παλινδρόμησης με τον δείκτη υδατικού δυναμικού (WPI) που προτάθηκε από τους Karamanos and Paratheohari (1999). Παράλληλα, μελετήθηκαν και οι προαναφερθείσες μορφολογικές και οικοφυσιολογικές παράμετροι που σχετίζονται με την αντοχή στη ξηρασία, με σκοπό να ερμηνευθεί ο βαθμός εξάρτησης των αποδόσεων από την έλλειψη νερού. Κρίνοντας από τις τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης, οι παλινδρομήσεις τόσο της απόδοσης σε βιομάζα όσο και της απόδοσης σε καρπό με τον WPI αποκάλυψαν διαφορές μεταξύ των βιότυπων ως προς την ευαισθησία τους στην υδατική καταπόνηση, ενώ

υπήρχε και μια επίδραση των καλλιεργητικών περιόδων. Κατά κανόνα, οι βιότυποι χαμηλής παραγωγικότητας παρουσίαζαν χαμηλότερη ευαισθησία στη ξηρασία, ενώ υψηλής παραγωγικότητας παρουσίαζαν ενδιάμεση ευαισθησία. Ο αριθμός καρπών ανά στάχυ ήταν η συνιστώσα που επηρεάστηκε από την ξηρασία στις περισσότερες περιπτώσεις, ενώ σε μικρότερο βαθμό επηρεάστηκαν το μέσο βάρος καρπών και ο αριθμός των γόνιμων αδελφιών ανά φυτό. Παρατηρήθηκε όμως μια σχετική ευαισθησία των συστατικών αυτών της απόδοσης αναφορικά με την επίδραση τους στις μεταβολές της απόδοσης λόγω υδατικής καταπόνησης. Ο βαθμός της υδατικής καταπόνησης που υπέστησαν οι βιότυποι, εκπεφρασμένος ως δείκτης υδατικού δυναμικού, διέφερε μεταξύ των βιότυπων αλλά και μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων. Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των βιότυπων ως προς τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με αντοχή στη ξηρασία. Ο βαθμός ωσμωρύθμισης διέφερε μεταξύ των βιότυπων οι οποίοι ταξινομήθηκαν ως περισσότερο (Χάσικο Κρήτης, Τζούλιο 138) και λιγότερο έντονα ωσμωρυθμιζόμενοι (Ζουλίτσα Αρκαδίας, Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182). Εντούτοις, δεν παρατηρήθηκαν στην παρούσα εργασία οι συστηματικές συσχετίσεις της ωσμωρύθμισης με υψηλότερες αποδόσεις, πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα, μεταβολές στη συμπεριφορά των στοματίων και στο τύλιγμα των φύλλων που έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές. Η πυκνότητα της ριζικής επιφάνειας στο βάθος 0-25 εκ. ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις το χαρακτηριστικό που συσχετίστηκε πιο στενά με την προσαρμοστικότητα στη ξηρασία: κατά κανόνα οι πιο ευαίσθητοι στη ξηρασία βιότυποι παρουσίαζαν μικρότερη πυκνότητα ριζών και αντιστρόφως. Η πυκνότητα ριζών στο επιφανειακό στρώμα εδάφους (0- 12,5 εκ.) μειωνόταν συστηματικά με αυξανούσα υδατική καταπόνηση, ενώ αυξανόταν αντίστοιχα στο αμέσως βαθύτερο εδαφικό στρώμα (12,5- 25 εκ.). Οι βιότυποι ταξινομήθηκαν σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με την ευαισθησία τους στη ρύθμιση των κινήσεων των στοματίων τους. Έτσι, προσδιορίστηκαν περισσότερο (Αθήρας Κέρκυρας 137, Τζούλιο 138) και λιγότερο «ευαίσθητοι» βιότυποι (Ασπρόσταρο Χανίων Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182) με ενδιάμεσες διαβαθμίσεις. Κριτήρια ταξινόμησης ήταν ο βαθμός των ημερήσιων διακυμάνσεων της στοματικής αντίστασης, η

διαφοροποίηση ως προς τη στοματική αντίσταση μεταξύ των μεταχειρίσεων, καθώς και η τάση για προσωρινό κλείσιμο των στοματιών κατά τις μεσημβρινές ώρες. Παρατηρήθηκαν υψηλά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ του χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης των στοματιών και του WPI, ενδεικτικές της ισχυρής εξάρτησης της αντίστασης από την υδατική καταπόνηση των φυτών. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μια προσαρμοστική συμπεριφορά μέσω της μετατόπισης της γραμμής παλινδρόμησης κατά τη ξηρότερη περίοδο, η οποία μείωνε την αντίσταση των στοματιών και διατηρούσε την φωτοσυνθετική δραστηριότητα σε υψηλότερους βαθμούς υδατικής καταπόνησης. Διαπιστώθηκαν επίσης σαφείς διαφορές των βιότυπων ως προς την ικανότητα συστροφής των φύλλων τους, οι οποίες όμως δεν σχετιζόνταν κατά συστηματικό τρόπο με την προσαρμοστική ικανότητα των αποδόσεων των βιότυπων. Παρομοίως, δεν παρατηρήθηκαν σαφείς σχέσεις μεταξύ της διαφοράς θερμοκρασία φύλλου-αέρα με τον βαθμό ευαισθησίας των αποδόσεων στην έλλειψη νερού, παρά το γεγονός ότι παρατηρήθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της διαφοράς θερμοκρασία φύλλου-αέρα και της αντίστασης των στοματιών για τους περισσότερους βιότυπους. Όσον αφορά το ρυθμό γήρανσης των φύλλων, ήταν φανερή η διαφοροποίηση μεταξύ των βιότυπων αλλά και μεταξύ των μεταχειρίσεων άρδευσης. Πάντως, δεν επιβεβαιώθηκε σταθερή σχέση του φαινομένου με την πρωιμότητα ή οψιμότητα των βιότυπων. Οποιαδήποτε συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των βιότυπων στη ξηρασία, ως προς την απόδοση, πρέπει να συνοδεύονται από πλειάδα παρατηρήσεων που σχετίζονται με αυξημένη απορρόφηση νερού από το έδαφος, με έλεγχο των απωλειών νερού και με τη διατήρηση σπαργής των ιστών. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά είναι απαραίτητα να εξετάζονται συνολικά διότι είναι σαφές ότι υπάρχει αλληλεπίδραση τους, η οποία εκφράζεται με ιδιαίτερο τρόπο για κάθε βιότυπο ξεχωριστά.

ABSTRACT

The evaluation of 10 landraces of bread wheat (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* (L) Thell.) for their performance under drought was the subject of this study. The landraces "Giulio 138", "Hasiko Crete", "Grinias Zakynthos", "Grinias 148", "Atheros Corfu 137, 184 and 186", "Zoulitsa Arcadia", "Skylopetra Ptolemaidas 182" and "Asprostaro Chania" were tested during two seasons (2003-04 and 2004-05) in field experiments carried out at the Agricultural University of Athens. Four irrigation treatments (EK1, EK2, EK3 and EK4, from the wettest to the driest) were established using a line source drip irrigation system and the field was covered with rainout shelters to control plant water supply. Determinations of plant water status (leaf water potential, osmotic potentials at maximum and zero turgor, cell wall elasticity, stomatal resistance, leaf-air temperature difference, leaf rolling intensity) and leaf senescence were regularly taken during crop growth. In addition, final height, root surface density in 0-12,5 cm and 12,5-25 cm depths., dry matter and grain yield including grain yield components were measured at maturity. The regression technique of the water potential index (WPI) suggested by Karamanos and Papatheohari (1999) was used to assess the adaptability of the landraces to drought. In parallel, a number of morphological and ecophysiological parameters related to drought resistance were used in an effort to interpret the overall yield responses of the landraces to water shortage.

Judging from the values of the regression coefficients, the regressions of both grain and dry matter yield against WPI revealed differences in the sensitivity to drought among the landraces, but was also a seasonal effect. As a rule, the low-yielding landraces tended to exhibit a lower sensitivity to drought, whereas the high-yielding ones showed intermediate sensitivity. The number of grains per spike was the yield component affected by drought in most cases, in contrast with the average grain weight and the number of fertile tillers which were affected to a much smaller extent. Yet, there was a differentiation among

landraces concerning the relative sensitivity of the components affecting the responses of grain yield to drought.

The degree of water stress experienced by the landraces, expressed as WPI, differed among landraces and growing season. Considerable variation among landraces was also detected concerning traits associated with drought resistance. Different degrees of osmotic adjustment were detected among landraces which were ranked on the intensity of this trait as more ("Hasiko Crete", "Giulio 138") and less intensively adjusting ("Zoulitsa Arcadia", "Skylopetra Ptolemaida 182"). However, the association of osmotic adjustment with high yields, more extended root system, stomatal behaviour and leaf rolling cited by other investigators was not the rule for all the landraces examined in this study.

The root surface density in the 0-25 cm depth appeared to be the trait most closely associated with adaptability: as a rule, cases the most drought-sensitive landraces had a lower root surface density and *vice versa*. Increasing water stress tended to reduce root density at the top (0-12,5 cm) soil layer and to promote it in the immediately deeper one (12,5-25 cm) for all landraces.

Landraces were classified into four groups concerning the sensitivity of their stomatal control of transpiration on the basis of the diurnal fluctuations of their stomata resistance, the difference in stomatal resistance among treatments, and their tendency for midday closure. Thus, landraces were classified as most sensitive ("Atheros Corfu 137", "Giulio 138"), least sensitive ("Asprostaro Chania" "Skylopetra Ptolemaida 182") and of intermediate sensitivity.

Highly significant negative correlations between the time integral of the stomatal resistance and WPI were detected, showing the strong dependence of the stomata mechanism on plant water status. Furthermore, there was an adaptive response expressed as a displacement of the regression line in the drier period, allowing for low values of stomatal resistance at high degrees of water stress. Clear

differences among landraces were also detected in their ability to roll their leaves in order to reduce transpiration. Nevertheless, these differences were not explicitly associated with the overall yield stability of the landraces. Similarly, no clear association of leaf cooling through transpiration with yield sensitivity to water stress was evident, although significant positive correlations between leaf-air temperature difference and stomatal resistance were found for most landraces.

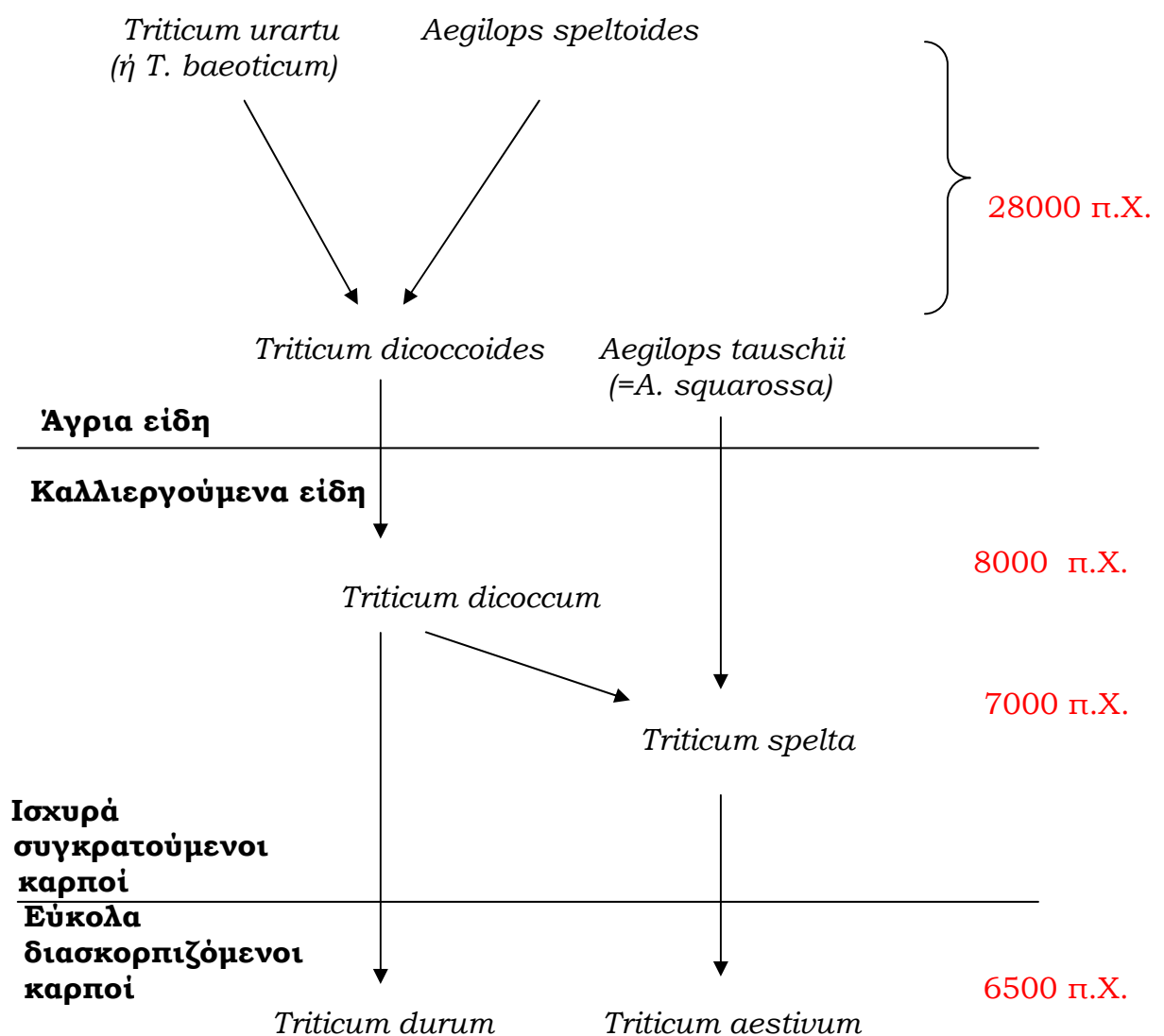
Regarding the rate of leaf senescence, was obvious the differentiation among the landraces and the irrigation treatments. In any case, was not observed clear association between the rate of leaf senescence and the length of life cycle of the landraces.

Conclusions for the behaviour of the landraces to water stress, regarding the yield, should be accompanied from a big number of observations associated with maintenance of water supply, the control of water loss and the maintenance of cell turgor. All these factors must be examined in all because of their interaction, which is expressed with particular way for each landrace.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Καταγωγή και εξέλιξη καλλιέργειας σιταριού

Τα πρώτα δείγματα της ύπαρξης των προγόνων του σιταριού εντοπίζονται 28000 έτη π.Χ. στη περίοδο της Λίθινης Εποχής, ενώ 10000 χρόνια νωρίτερα από σήμερα φαίνεται να ξεκίνησε η καλλιέργεια φθάνοντας ως τις μέρες μας μέσω διασταυρώσεων και επιλογής. Στο σχήμα 1.1 απεικονίζονται τα κυριότερα στάδια της εξελικτικής πορείας της καλλιέργειας σιταριού σε συνδυασμό με τις χρονικές περιόδους-ορόσημο μεταπήδησης από την άγρια στη καλλιεργούμενη μορφή.



Σχήμα 1.1. Η εξελικτική πορεία του σιταριού (προσαρμογή από ιστοσελίδα www.newhallmill.org.uk)

Η εξημέρωση του σιταριού άρχισε στη περιοχή της ΝΔ Ασίας που οριοθετείται στη μία πλευρά από τη λεκάνη του ποταμού Τίγρη και Ευφράτη (αρχαία Μεσοποταμία) και στην άλλη πλευρά από τα βουνά του Ιράν, της Τουρκίας, της Συρίας και της Ιορδανίας (Xiping *et al.*, 2002). Σύμφωνα με τον N.I.Vavilon και τη θεωρία του περί κέντρων καταγωγής των καλλιεργούμενων φυτών, το σιτάρι προέρχεται ανάλογα με το είδος από τρεις ζώνες και δη τη Κεντρασιατική (*T. aestivum*, *T. compactum*, *T. sphaerococcum*), της Εγγύς Ανατολής (*T. monococcum*, *T. turgidum*, *T. aestivum* χωρίς άγανα) και την Αβησουνιακή (*T. durum*, *T. turgidum*, *T. dicoccon*). Περαιτέρω, ο Harlan (1971) διατύπωσε τη θεωρία των μη κέντρων αμφισβητώντας ότι τα κέντρα που καθόρισε ο Vavilon ήταν οι τόποι καταγωγής των φυτών. Για τον Harlan μεταξύ κέντρων και μη κέντρων υπήρχε επικοινωνία ιδεών και υλικών χωρίς να είναι εύκολο να εντοπιστεί τελικά η αρχική καταγωγή των ειδών (Καλτσικής, 1989).

Ο Καραμάνος (1994) αναφέρει ότι τα κριτήρια καθορισμού της εξελικτικής πορείας του σιταριού είναι το γονίωμα, η ευθραυστότητα της ράχης του στάχυ, το μέγεθος του καρπού, η παρουσία ή όχι επένδυσης των σπόρων με λέπυρα και τα αρχαιολογικά ευρήματα. Εστιάζοντας στο μαλακό σιτάρι και τη προέλευση του με βάση το γονιωματικό του τύπο, είναι γνωστό πως ανήκει στα εξαπλοειδή είδη (AABBDD, $2n=42$) (Zeven και Zhukovsky, 1975). Η διερεύνηση της φυλογένεσης του μαλακού σιταριού απέδειξε ότι οι δότες των γονιωμάτων B και D είναι τα είδη του γένους *Aegilops speltoides* και *squarrosa* (Croston & Williams, 1981).

Η αρχαιολογική έρευνα υπολειμμάτων σιταριού βασίζεται κυρίως στη σύγκριση αυτών με ζωντανό υπάρχον υλικό για το οποίο υφίσταται επαρκής γνώση (Nesbitt, 2001). Η εξακρίβωση της διαδικασίας εξημέρωσης των αγρίων ειδών σίτου ώστε να ικανοποιηθούν οι ανθρώπινες ανάγκες, μέσω της άσκησης συνειδητής ή μη επιλεκτικής πίεσης, συμπεριλαμβάνει κυρίως τη τραχύτητα της ράχης και το μέγεθος των κόκκων (Evans, 1993). Σ' ότι αφορά τις διαστάσεις των καρπών η ταυτοποίηση προγονικών ειδών ενέχει δυσκολίες για δύο λόγους: α) υπάρχει σοβαρό ενδεχόμενο σύγχυσης με άλλα είδη (Nesbitt, 2001)

και β) οι απανθρακωμένοι καρποί που αποτελούν κύριο εύρημα αρχαιολογικών ανασκαφών, έχουν διαφορετικό μέγεθος ή και σχήμα από τις σημερινές μορφές (Harlan, 1975b). Πιο ασφαλές θεωρείται το κριτήριο της αντοχής της ράχης στη θραύση διότι γνωρίζουμε ότι οι πρωτόγονες μορφές σιτηρών χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ευαισθησία στην ωρίμανση και μικρότερη ικανότητα συγκράτησης καρπών από τις σύγχρονες καλλιέργειες (Hillman & Davies, 1990, Willcox, 1992).

Ο υβριδισμός του τετραπλοειδούς σιταριού *Triticum dicoccon* με το *Aegilops squarrosa* (δότης D γονιώματος) αμφισβητήθηκε με το σκεπτικό ότι ήταν αδύνατον να πραγματοποιηθεί εξαιτίας του γεγονότος ότι το δεύτερο άνηκε στη ζώνη της Κασπίας θάλασσας, αρκετά βορειότερα από εκείνη του πρώτου και δεδομένου ότι στη Κασπία η γεωργία έφτασε 2000 χρόνια αργότερα (Van Zeist, 1976). Παρά ταύτα με τη βοήθεια του κριτηρίου της ράχης διαπιστώθηκε η ύπαρξη εξαπλοειδών σιταριών στο χρονικό διάστημα 7000-5700 π.Χ. (Hillman, 1978, De Moulins, 1993). Αποτέλεσμα των προηγούμενων αντιφατικών διαπιστώσεων είναι η δυσκολία ταυτοποίησης των αρχαιο-βοτανολογικών στοιχείων με τα βιολογικά δεδομένα του υβριδισμού του *Triticum spelta*.

1.2 Πληθυσμοί

1.2.1. Ορισμοί

Οι διαδικασίες της φυσικής και τεχνητής επιλογής εξελίχθηκαν παράλληλα όταν ο άνθρωπος άρχισε να εξημερώνει τα άγρια είδη. Αποτέλεσμα ήταν να προκύψουν είδη με φαινοτυπική και γονοτυπική διαφορετικότητα προσαρμοσμένα στις ανάγκες των γεωργών. Τα φυτά με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά διατηρήθηκαν, πολλαπλασιάστηκαν και συγκεντρώθηκαν σε ομάδες, για κάποιες καλλιέργειες, οι οποίες καλούνται πληθυσμοί (*landraces*) (Zeven, 1998).

Ο ακριβής προσδιορισμός της έννοιας των πληθυσμών αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης πολλών επιστημόνων για περίπου 100 χρόνια και αυτό διότι οι πληθυσμοί χαρακτηρίζονται από φαινοτυπική ανομοιομορφία όταν καλλιεργούνται συνεχώς, είτε στην ίδια, είτε σε

διαφορετική τοποθεσία και υπό διαφορετικά περιβαλλοντικά καθεστώτα (Harper, 1977). Άλλωστε ο Διεθνής Κώδικας Ονοματολογίας Καλλιεργούμενων Φυτών (ICNCP) δεν αναφέρει κάποιον ορισμό για τους πληθυσμούς, σε αντίθεση με τον όρο “ποικιλία” όπου καθορίζεται επακριβώς (Trehane, 1995).

Ο πρώτος καταγεγραμμένος ορισμός αποδίδεται στον von Rumker (1908) ο οποίος όρισε τους πληθυσμούς σιτηρών ως ποικιλίες που φέρουν το όνομα της περιοχής στην οποία αναπτύχθηκαν για πάρα πολύ μακρό χρονικό διάστημα. Επιπλέον, ο von Rumker ανέφερε ότι οι πληθυσμοί είναι προσαρμοσμένοι στη περιοχή ανάπτυξης τους και καμία ανθρώπινη επιλογή δεν λαμβάνει χώρα. Τυχόν καλλιέργεια εκτός του φυσικού τους περιβάλλοντος δεν πρόκειται να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά προέλευσης τους, και τα οποία τελικά δίνουν τη ταυτότητα στους πληθυσμούς. Στη συνέχεια, μέχρι τη μεταπολεμική περίοδο, διάφοροι ερευνητές βελτίωσαν ή προσάρμοσαν τον αρχικό ορισμό βασιζόμενοι σε δύο σημεία: α) τη φαινοτυπική, γονοτυπική και πληθυσμιακή συμπεριφορά των πληθυσμών όταν καλλιεργηθούν στο φυσικό περιβάλλον τους ή σε άλλη περιοχή και β) τη ποικίλη γενετική σύσταση αυτών (Mansholt, 1909, Kiessling, 1912, Tschermak, 1912, Fruwirth & Roemer, 1921, Fruwirth, 1930, Kuckuk, 1939, Banga, 1944).

Ο Harlan (1975a) συνειδητοποιώντας την πολυπλοκότητα των πληθυσμών προέβη σε περιγραφή των αποφεύγοντας να τους ορίσει. Οπότε, συνοψίζοντας τα βασικότερα σημεία της αναφοράς του Harlan γίνεται κατανοητό ότι ο ερευνητής με αφετηρία τη γενετική μεταβλητότητα των πληθυσμών διαπίστωσε μια σειρά αντιδράσεων σε διάφορες καλλιεργητικές συνθήκες όπως : α) την επιλεκτική ανθεκτικότητα σε παθογόνα, β) η καλή προσαρμογή τους σε ακατέργαστα και άγονα εδάφη, γ) η χαμηλή απαίτηση για εισροές καλλιέργειας (ζιζανιοκτονία, λιπάσματα, φυτοπροστασία), δ) η εύκολη μορφολογική τους αναγνώριση (ονοματολογία πληθυσμών) και ε) η χαμηλή αποδοτικότητα τους, ανεξάρτητη όμως από εισροές.

Οι μεταγενέστεροι του Harlan μελετητές εστίασαν πλέον στην έκφραση της γενετικής παραλλακτικότητας των πληθυσμών. Ο Brown (1978) διαχώρισε τους πληθυσμούς τόσο από τις καλλιεργούμενες βελτιωμένες ποικιλίες ως προς το σκεπτικό της μη σκόπιμης επιλογής τους από τους καλλιεργητές για μείωση της γενετικής ετερογένειας, όσο και από τα άγρια είδη σε σχέση με τον τρόπο εξέλιξης τους (καλλιέργεια=επιβίωση). Μια ενδιαφέρουσα αλλά δύσκολη προσέγγιση παρουσίασαν οι Frankel και Soile (1981) οι οποίοι προσέδωσαν διπλή διάσταση στη γενετική παραλλακτικότητα των πληθυσμών: i) μεταξύ τοποθεσίας και πληθυσμών και ii) ανάμεσα στη τοποθεσία και τους πληθυσμούς. Ο Zeven (1998) εξήγησε τις παραπάνω διαστάσεις ως διαφοροποίηση μεταξύ δύο ατόμων στον ίδιο πληθυσμό και ενός ατόμου του πληθυσμού σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, αντίστοιχα.

Ο Hawkes (1983) μελετώντας τα φαινόμενα παραλλακτικότητας των καλλιεργούμενων φυτών, ταξινόμησε μεταξύ άλλων δύο τύπους γενετικών πόρων: τους παλαιούς πληθυσμούς (*old landraces*) και τις πρωτόγονες μορφές (*primitive forms*). Οι πρώτοι είναι εκείνοι που υπό τη πίεση της επιλογής, χωρίς βελτίωση, προσαρμόστηκαν στις περιοχές καλλιέργειας, ενώ οι δεύτεροι αναφέρονται σε υλικό που συλλέχθηκε από τα κέντρα καταγωγής κατά Vanilov και χαρακτηρίζονται από υψηλή γενετική ποικιλομορφία. Μέχρι τη δύση του εικοστού αιώνα διατυπώθηκαν αρκετοί ορισμοί και περιγραφές κινούμενοι πάντοτε στο πνεύμα της περιγραφής κατά Harlan. Ο Zeven (1998) αφού συνέκρινε τους διαχρονικούς προσδιορισμούς που δόθηκαν συμπέρανε ότι ο πληρέστερος και κοντινότερος στους πληθυσμούς είναι του Mansholt (1909): "ο πληθυσμός είναι μια ποικιλία με υψηλή ικανότητα να ανθίσταται στις βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις με αποτέλεσμα τη μεγάλη σταθερότητα στην απόδοση, η οποία κυμαίνεται σε μεσαία επίπεδα κάτω από χαμηλών εισροών γεωργικά συστήματα".

Μία από τις πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις των Matzavinou *et al.* (2005) καθορίζει τους πληθυσμούς τις παραδοσιακές ποικιλίες που είναι τοπικά προσαρμοσμένες ως αποτέλεσμα τις φυσικής επιλογής και των καλλιεργητικών μεθόδων που εφαρμόζουν οι αγρότες.

1.2.2 Ταξινόμηση πληθυσμών

Κατά καιρούς για κάποιες καλλιέργειες έχουν προταθεί διάφοροι διαχωρισμοί των πληθυσμών (Dennis, 1987, Bellon & Brush, 1994) αλλά η πρώτη λεπτομερής προσπάθεια διάκρισης εντοπίζεται από τον Mayr (1934, 1937). Ο Mayr διέκρινε τους πληθυσμούς σε πέντε κατηγορίες:

- α) τους αυτόχθονους (*autochthonous*) οι οποίοι καλλιεργούνται πάνω από ένα αιώνα στην ίδια περιοχή
- β) τους αυτοχθογενείς (*autochthogenous*) οι οποίοι προέρχονται από τους αυτόχθονους μέσω φυσικής διασταύρωσης ή αυθόρμητης μεταλλαγής
- γ) τους αλλόχθονους (*allochthonous*) οι οποίοι είναι αυτόχθονες πληθυσμοί που εισήχθησαν από τη μία περιοχή στην άλλη προσαρμοζόμενοι στο νέο περιβάλλον τους
- δ) τους αλλοχθογενείς (*allochthogenous*) που πρόκειται για πληθυσμούς μεγαλωμένους για μακρά περίοδο σε τοποθεσία εκτός της φυσικής τους και οι οποίοι υπέστησαν αλλαγές εξαιτίας του νέου περιβάλλοντος τους, με τον αρχικό τύπο τους να είναι ακόμα αναγνωρίσιμος
- ε) ο βελτιωμένος πληθυσμός ο οποίος δεν προκύπτει από μαζική επιλογή αλλά κληρονομεί τα χαρακτηριστικά ποικιλίας.

Ο Zeven (1998) βασιζόμενος και αναθεωρώντας τη διάκριση του Mayr πρότεινε την εξής ταξινόμηση:

- α) τους αυτόχθονους (συμπίπτουν με τον τύπο του Mayr)
- β) τους αλλόχθονους (συμπίπτουν με τον τύπο του Mayr) οι οποίοι ύστερα από συγκεκριμένο αριθμό κύκλων ανάπτυξης και αναλόγως τον βαθμό ανάμειξης των σπόρων με αυτόχθονες είναι δυνατόν να μεταπέσουν στη πρώτη κατηγορία.

1.3. Σημασία μελέτης πληθυσμών

Η αρχική επίσημη αναφορά για την αναγκαιότητα διατήρησης των πληθυσμών ως γενετικούς πόρους έγινε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα από τους E. Proskowetz και F. Schindler σε διεθνές συνέδριο της Βιέννης

σχετικά με τη γεωργία και τη δασολογία, χωρίς όμως να δοθεί συνέχεια στο θέμα. Η πρώτη εκτεταμένη συζήτηση σε παγκόσμιο επίπεδο διεξήχθη το 1927 στο Διεθνές Αγροτικό Συνέδριο της Ρώμης που οργανώθηκε από την αιγίδα του Διεθνούς Γεωργικού Ινστιτούτου (πρόδρομος του FAO) (Zeven, 1998). Παρά ταύτα ενέργειες που έδειχναν το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για το γενετικό υλικό των πληθυσμών διαφαίνονται αρκετά νωρίτερα όταν ο N.I. Vavilov οργάνωνε τη συλλογή και διατήρηση αυτών σε τράπεζες γονιδίων.

Οι πολυάριθμες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σ' όλη τη διάρκεια του περασμένου αιώνα και συνεχίζονται μέχρι τις μέρες μας αποδεικνύουν την ολοένα αυξανόμενη πεποίθηση των επιστημόνων για την αξία των πληθυσμών και την ένταξη τους ως φυτογενετικούς πόρους. Άλλωστε ακόμη και σε πολιτικό επίπεδο, θεσπίστηκαν κανόνες και προγράμματα αξιολόγησης και διατήρησης των γενετικών πόρων με αποκορύφωση τον Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης 870/2004 που ενθαρρύνει όλες τις ενταγμένες χώρες να προβούν σε σχετικές έρευνες. Παράλληλα με τη διεθνή κοινότητα, η Ελλάδα, με το Π.Δ. αριθμ. 80 τεύχος Α', ΦΕΚ 40/22-3-1990 περί "Προστασίας του Φυτικού Γενετικού Υλικού της χώρας" όρισε τη Διεύθυνση Χωροταξίας και Προστασίας Περιβάλλοντος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και τη Δ/ση Έρευνας, τμήμα της οποίας αποτελεί το ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., αρμόδιους για τη προστασία του φυτογενετικού υλικού της χώρας μας. Συντονιστικό και εκτελεστικό όργανο στην προσπάθεια αυτή ορίστηκε η Τράπεζα Γενετικού Υλικού του Κέντρου Γεωργικής Έρευνας Μακεδονίας- Θράκης, που ιδρύθηκε το 1981 και από το 1991 ανήκει στο ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.. Ανάμεσα στις υπόλοιπες δραστηριότητες της Τράπεζας Γενετικού Υλικού συγκαταλέγονται ο εντοπισμός και η συλλογή γενετικού υλικού από ολόκληρη την ελληνική επικράτεια, η περιγραφή και αξιολόγηση του υλικού για σημαντικά αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, η διατήρησή του στο φυσικό του περιβάλλον (*In Situ* για τα αυτοφυή και στον Αγρό ή *On Farm* για τα καλλιεργούμενα είδη) καθώς και έξω από αυτό (*Ex Situ*) και η διάθεσή του γενετικού υλικού σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (βελτιωτές, οίκοι σποροπαραγωγής εκπαιδευτικά

και ερευνητικά ιδρύματα, κλπ.) για τη δημιουργία νέων βελτιωμένων ελληνικών ποικιλιών.

Τα αίτια που οδήγησαν στο αυξημένο ενδιαφέρον για τους πληθυσμούς απορρέουν είτε από την αλματώδη ανάπτυξη των τεχνικών βελτίωσης φυτών, είτε από τις ιδιότητες των πληθυσμών και μπορούν να εστιαστούν στα εξής σημεία:

- Στο περιορισμό της γενετικής βάσης λόγω της ομοιομορφίας που χαρακτηρίζει τις βελτιωμένες ποικιλίες, γεγονός που έχει αποτελέσει σοβαρό λόγο μαζικής καταστροφής καλλιεργειών και κρύβει μελλοντικούς κινδύνους σε γονιδιακό επίπεδο (Anon, 1969).
- Στην τεράστια γενετική ποικιλομορφία που διαθέτουν οι πληθυσμοί (Ehdaie και Waines, 1989, Jaradat, 1991).
- Στην ικανότητα των πληθυσμών να ανθίστανται σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις λόγω της ετερογένειας που τους διακρίνει (Hawkes, 1983, Nachit *et al.*, 1988, Moghaddam *et al.*, 1997).
- Στο γεγονός ότι οι σύγχρονες ποικιλίες δημιουργήθηκαν να αποδίδουν τα μέγιστα σε καλές περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά τυχόν έκθεσή τους σε δυσμενές περιβάλλον σημαίνει μεγάλη μείωση της απόδοσης (Shroyer και Cox, 1993).
- Στην αδιαμφισβήτητη αξία των πληθυσμών ως πολιτιστική κληρονομιά του κάθε λαού (Zeven, 1998).

1.4. Ελληνικοί πληθυσμοί σιτηρών

Οι περισσότερες αναφορές για ελληνικούς πληθυσμούς περιορίζονται στα γεωγραφικά όρια της χώρας χωρίς όμως να αποκλείονται οι εξαιρέσεις. Στη δεύτερη δεκαετία του εικοστού αιώνα πρώτος ο Papadakis (1929) δημοσίευσε μία ολοκληρωμένη καταγραφή και ταξινόμηση ελληνικών παραδοσιακών πληθυσμών σίτου που καλλιεργήθηκαν σποραδικά στον Ελληνικό χώρο. Στο πίνακα 1.1 παρουσιάζονται εγχώριοι πληθυσμοί μαλακού σιταριού όπως καταγράφηκαν από τον Παπαδάκη.

Η παγκόσμια τάση για αύξηση των αποδόσεων ώστε να καλυφθούν οι διατροφικές ανάγκες των λαών, η αλματώδης ανάπτυξη της

βιοτεχνολογίας-βελτίωσης φυτών και τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά παρέσυρε και την Ελλάδα στην σταδιακή εγκατάλειψη των ντόπιων

Πίνακας 1.1. Ελληνικοί πληθυσμοί μαλακού σιταριού όπως καταγράφηκαν από τον Paradakis (1929). Προσαρμογή από Καραμάνο (1994).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΚΥΡΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	VARIETAS
Κατρανίτσα	Δυτική Μακεδονία	<i>graecum</i>
Πάρος	Πάρος, Μύκονος	<i>graecum</i>
Γκρινιάς	Δυτική Μακεδονία	<i>erythrospermum</i>
Ζουλίτσα	Ορεινή και Δυτική Μακεδονία, Θράκη, Πελοπόννησος	<i>erythrospermum, erythroleucon</i>
Μύκονος	Μύκονος, Πάρος	<i>meridionale</i>
Σκυλοπετρίτης	Αττική, Εύβοια	<i>hostianum</i>
Κουτρουλιάς	Ορεινή Μακεδονία, Θεσσαλία, Ήπειρος	<i>albidum, lutescens</i>
Ινέλι	Θράκη	<i>alborubrum</i>

ποικιλιών, γεγονός που κυρίως ευθύνεται για την έλλειψη συστηματικής έρευνας τους. Οι μέχρι σήμερα λίγες μελέτες εστίασαν το ενδιαφέρον των ερευνητών στη καταγραφή (Efthimiadis *et al.*, 1985), τις φωτοπεριοδικές αποκρίσεις, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά σε διάφορα υδατικά περιβάλλοντα (Κυζεριδής, 1992) και τελευταία στη γενετική ποικιλομορφία των πληθυσμών (Mantzavinou *et al.*, 2005). Οι Agorastos και Goulas (2005) συμπεριέλαβαν τέσσερις πληθυσμούς σκληρού σιταριού (Λήμνος, Μαυραγάνι, Μυτιλήνη 1, Μυτιλήνη 2) σε βελτιωτικό πρόγραμμα επιλογής σειρών με βάση αποδοτικά χαρακτηριστικά.

Εκτός από το εντός των συνόρων ενδιαφέρον έχει εντοπιστεί να απασχολούν οι ελληνικοί πληθυσμοί σιταριού και αλλοδαπούς επιστήμονες. Οι Biezantz *et al.* (1988) εξέτασαν την αγρονομική συμπεριφορά ελληνικών πληθυσμών σκληρού σιταριού μαζί με τουρκικής προέλευσης πληθυσμούς σε διάφορες τοποθεσίες. Επιπλέον οι Moragues *et al.* (2006a,b) διερεύνησαν ανάμεσα σε μεγάλο αριθμό πληθυσμών σιταριού καταγόμενων από τη μεσογειακή λεκάνη τα χαρακτηριστικά απόδοσης δύο εγχώριων και οι οποίοι ταξινομήθηκαν με

τη βοήθεια μοριακών δεικτών. Σε κάθε περίπτωση η ύπαρξη των ελληνικών πληθυσμών σε διεθνούς εμβέλειας έρευνες αντικατοπτρίζει την αναμφίβολη αξία τους ως γενετικό υλικό και δεξαμενή άντλησης γονιδίων.

1.5. Βασικές έννοιες υδατικών σχέσεων των φυτών

Η σημασία μελέτης των επιδράσεων του νερού στους ζωντανούς οργανισμούς απορρέει από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του πρώτου οι οποίες το καθιστούν το θεμελιωδέστερο στοιχείο για τη διατήρηση και συνέχιση της ζωής (Δροσόπουλος, 1998α, Μανέτας, 2002). Ορισμένα από τα βιοφυσικά χαρακτηριστικά του ύδατος είναι (Νιαβής, 1981):

- Η μοριακή δομή όπου δύο άτομα υδρογόνου με χαμηλή ηλεκτραρνητικότητα ενώνονται με ένα άτομο οξυγόνο υψηλής ηλεκτραρνητικότητας δημιουργώντας ένα ισχυρό δίπολο. Συνέπεια της διπολικότητας είναι η ικανότητα έλξης άλλων μορίων είτε θετικά, είτε αρνητικά φορτισμένων παράγοντας τους υδρίτες. Επιπλέον τα μόρια του νερού έχουν την ικανότητα να συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου. Όλος ο συνδυασμός των παραπάνω έχει εξαιρετική σημασία για τη διατήρηση της μάζας του νερού και τη διευκόλυνση της κίνησης του, ιδιαίτερα σε μεγάλες αποστάσεις (συνοχή και συνάφεια).
- Η υψηλή διηλεκτρική σταθερά που καθιστά το νερό ιδανικό διαλύτη για τα περισσότερα πολικά σώματα.
- Η υψηλή τιμή ειδικής θερμότητας που σημαίνει ότι απαιτούνται μεγάλα ποσά θερμότητας ώστε να μεταβληθεί η θερμοκρασία του. Ουσιαστικά με την ιδιότητα αυτή καθίσταται σημαντικός θερμορυθμιστικός παράγοντας, ιδίως των φυτών που ως γνωστόν δεν διαθέτουν δικό τους σύστημα.
- Εξαερώνεται ή πήζει δύσκολα λόγω των υψηλών τιμών λανθάνουσας θερμότητας εξαέρωσης και υγροποίησης αντίστοιχα.
- Είναι διαφανές και επομένως επιτρέπει τη διέλευση ευρειών περιοχών του φάσματος ώστε να επιζήσουν οι διάφοροι αυτότροφοι φυτικοί οργανισμοί που εντοπίζονται στο νερό.

Η έκφραση της υδατικής κατάστασης ενός συστήματος αποδόθηκε από τους Slatyer και Taylor (1960) μέσω του χημικού δυναμικού (μ). Το χημικό δυναμικό αποτελεί ένα θερμοδυναμικό χαρακτηριστικό που δεν χρησιμοποιείται από τους φυσιολόγους φυτών εξαιτίας της δυσκολίας χρήσης του. Αποτέλεσμα ήταν η διατύπωση της έννοιας του υδατικού δυναμικού το οποίο ουσιαστικά αποδίδει την ενεργειακή κατάσταση του νερού μεταξύ δύο σημείων (Slatyer, 1969). Η εξίσωση που συνδέει τους προαναφερθέντες όρους είναι: $\Psi = \mu_w - \mu_w^0 / V_w$, όπου μ^0 το χημικό δυναμικό του καθαρού νερού και V_w ο μερικός γραμμομοριακός όγκος του νερού. Η μέτρηση του υδατικού δυναμικού γίνεται σε μονάδες πίεσης (MPa ή Bar).

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το υδατικό δυναμικό είναι οι εξής:

- α) η συγκέντρωση των διαλελυμένων ουσιών
- β) η ασκούμενη πίεση πέρα της ατμοσφαιρικής
- γ) τα στερεά συστατικά του συστήματος
- δ) η βαρύτητα.

Ανάλογα με το σύστημα που εξετάζεται και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, η σημαντικότητα επίδρασης καθενός από τους παραπάνω παράγοντες διαφοροποιείται αντίστοιχα. Οπότε στη περίπτωση που το σύστημα είναι το έδαφος σημαντικότερο ρόλο διαδραματίζουν τα κολλοειδή δεσμεύοντας το νερό και συνεπώς μειώνοντας το ενεργειακό επίπεδο του νερού. Επιπλέον βαρύνουσα σημασία έχει η κατακόρυφη κίνηση του νερού εξαιτίας της βαρύτητας, ιδιαίτερος σε ακόρεστα εδάφη. Αντίθετα η συγκέντρωση διαλελυμένων ουσιών δεν επηρεάζει την ενεργειακή στάθμη του ύδατος παρά μόνο σε αλατούχα εδάφη, όπως επίσης και η υδροστατική πίεση (Karamanos, 1981, Nilsen & Orcutt, 1996).

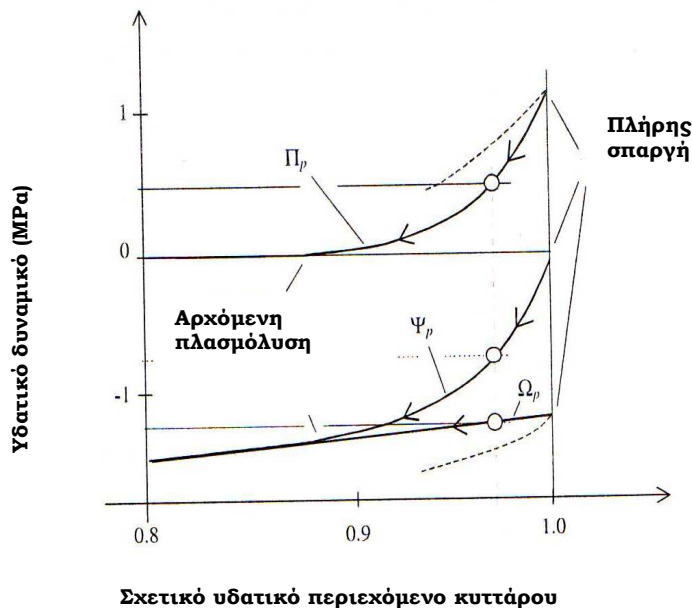
Όταν το σημείο αναφοράς είναι το φυτικό κύτταρο οι σχετικές επιδράσεις αλλάζουν και η σημαντικότητα των συστατικών του υδατικού δυναμικού μετατοπίζεται. Σε ένα παρεγχυματικό κύτταρο οι πλέον σημαντικές παράμετροι είναι η συγκέντρωση και η πίεση οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις οσμωτικές ουσίες που συσσωρεύονται κυρίως στο

χυμοτόπιο και τη σπαργή λόγω της ίσης και αντίθετης πίεσης που εξασκείται στο κυτταρικό τοίχωμα αντίστοιχα (Δροσόπουλος, 1998α, Μανέτας, 2002). Η βαρύτητα και τα στερεά συστατικά εντοπίζονται να είναι μετρήσιμα σε ειδικές περιπτώσεις, όπως η κίνηση νερού σε υψηλά δένδρα και τα παχιά κυτταρικά τοιχώματα των ξηροφυτικών ειδών (Karamanos, 1981).

Σε μαθηματικούς όρους, η εξάρτηση του υδατικού δυναμικού ενός συστήματος αποδίδεται με τη παρακάτω εξίσωση:

$$\Psi = \psi_s + \psi_p + \psi_m + \psi_g \quad (1),$$

όπου Ψ_s το ωσμωτικό δυναμικό, Ψ_p το δυναμικό πίεσης, Ψ_m το δυναμικό θεμελιώδους μάζας και Ψ_g το δυναμικό βαρύτητας (Karamanos, 1981). Με βάση τα προαναφερθέντα για ένα ώριμο κύτταρο το οποίο θεωρείται ότι συμπεριφέρεται ως ωσμόμετρο, η εξίσωση 1 μετατρέπεται σε $\Psi = \psi_s + \psi_p$ (2). Ο τρόπος με τον οποίο οι μεταβολές των ψ_s , ψ_p μεταβάλλουν το συνολικό Ψ σε σχέση με τον κυτταρικό όγκο αποδίδεται ιδανικά από το διάγραμμα του Hoefler (σχήμα 1.2). Η γενική ερμηνεία του διαγράμματος Hoefler δείχνει ότι για μείωση του όγκου του κυττάρου 10% επιτυγχάνεται εξισορρόπηση των Ψ και Ψ_s με ταυτόχρονο μηδενισμό του ψ_p (σημείο αρχόμενης πλασμόλυσης). Επιπρόσθετα στη πλήρη ενυδάτωση το Ψ θεωρητικά λαμβάνει τη τιμή μηδέν και άρα ισχύει ότι $\psi_s = \psi_p$. (Δροσόπουλος, 1998α).



Σχήμα 1.2. Το διάγραμμα Hoefler που συσχετίζει τον όγκο του κυττάρου με το υδατικό δυναμικό και τα συστατικά του. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν τη συμπεριφορά του ωσμωτικού δυναμικού (Ω_p) και του δυναμικού πίεσης (Π_p) σε περίπτωση οσμωτικής προσαρμογής. Προσαρμογή από Porporato *et al.* (2001).

Η σχέση των Ψ , ψ_s , Ψ_p όπως αυτή περιγράφεται στο διάγραμμα Hoefler οδηγεί σε δύο συμπεράσματα υψηλής οικολογικής αξίας (Karamanos, 1981):

- στο σημαντικό ρόλο που παίζει η σπαργή του κυττάρου μέσω της διατήρησης του δυναμικού πίεσης πάνω από το μηδέν και
- είναι πιθανό να συσσωρεύονται ενεργά ωσμωτικές ουσίες στο κυμοτόπιο με αποτέλεσμα το Ψ_s να λαμβάνει πιο αρνητικές τιμές από τις αναμενόμενες σε περίπτωση μείωσης του όγκου μέσω αφυδάτωσης του κυττάρου (ωσμορύθμιση).

1.6. Υδατική ανεπάρκεια

1.6.1. Αίτια

Τα φυτά καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους εκτίθενται σε διάφορες εναλλαγές των παραγόντων του εναέριου και εδαφικού περιβάλλοντος ανάλογα το κλίμα και την ιδιομορφία της περιοχής όπου αναπτύσσονται. Ένας από τους παράγοντες αυτούς είναι οι μεταπτώσεις στη

διαθεσιμότητα του νερού που ειδικά για το σιτάρι αποτελεί τον κυριότερο λόγο απωλειών σε απόδοση (El Hafid *et al.*, 1998).

Η σημαντικότερη κλιματική παράμετρος η σχετιζόμενη με το βαθμό επάρκειας ύδατος είναι η ποσότητα της προσπίπτουσας βροχόπτωσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τι ποσοστό ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων θα πέσει σε μία περιοχή είναι (Nilsen & Orcutt, 1996):

- Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν τις κινήσεις των αέριων μαζών αλλά και τα φαινόμενα επιφανειακής απορροής και εξάτμισης
- Το είδος του κλίματος. Ειδικότερα η μεσογειακή λεκάνη, όπου καλλιεργείται κυρίως το σιτάρι (Moragues *et al.*, 2006a) χαρακτηρίζεται από εποχικότητα στις βροχοπτώσεις οι οποίες συγκεντρώνονται το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι συνοδεύεται από έντονη ξηρασία.

Ακόμη και στη περίπτωση όπου επαρκεί η ποσότητα της βροχής η διαθεσιμότητα του νερού είναι δυνατόν να επηρεαστεί από τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Ανάλογα τη κλασματική κατανομή που επικρατεί, ένα έδαφος έχει αντίστοιχη ικανότητα να συγκρατεί το νερό. Για παράδειγμα, ένα αμμώδες έδαφος λόγω της μεγάλης αναλογίας μακροπόρων που φέρει, συγκρατεί πιο χαλαρά το νερό σε σχέση με ένα αργιλλώδες έδαφος. Παρά ταύτα το υπολειπόμενο μετά τη στράγγιση νερό αξιοποιείται ευκολότερα στο αμμώδες έδαφος.

Επιπλέον, άλλες ιδιότητες του εδάφους που σχετίζονται με την υδατική επάρκεια είναι το ποσοστό οργανικής ουσίας που υπάρχει σ' αυτό, η μικροβιακή δραστηριότητα, η αλατότητα, η στρωμάτωση, η παρουσία συσσωματωμάτων, η συμπάγεια και η υδραυλική αγωγιμότητα (Nilsen & Orcutt, 1996).

Ο ορισμός της ξηρασίας διαφέρει ανάλογα με το αποτέλεσμα που αποφέρει και το σκοπό που εξυπηρετεί στη μελέτη διαφόρων φαινομένων (Μπαλούτσος και συνεργάτες, 2006). Οπότε παρότι το κοινό γνώρισμα της ξηρασίας είναι η έλλειψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, υπάρχουν τέσσερις ορισμοί:

- α) *Μετεωρολογική ξηρασία*: πρόκειται για τη μείωση της ποσότητας βροχής που πέφτει σε μια περιοχή για δεδομένη περίοδο κάτω από το μέσο όρο της ή κάτω από μια κρίσιμη τιμή που καθορίζει την έναρξη της ξηρασίας.
- β) *Γεωργική ξηρασία*: είναι η μείωση της εδαφικής υγρασίας σε βαθμό που προκαλεί σημαντική πτώση της παραγωγής ή η αύξηση του ισοζυγίου της εξατμισοδιαπνοής προς την υγρασία εδάφους κατά τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης των φυτών.
- γ) *Υδρολογική ξηρασία*: αναφέρεται τόσο στην έλλειψη επαρκούς ποσότητας βροχή αλλά και στην έλλειψη επιφανειακής και υπόγειας απορροής.
- δ) *Κοινωνικο-οικονομική ξηρασία*: οφείλεται στην αυξημένη ζήτηση νερού σε σχέση με τη δυνατότητα προσφοράς του.

1.6.2. Προσαρμοστικοί μηχανισμοί

Οι τρόποι με τους οποίους τα φυτά αντιμετωπίζουν τη ξηρασία διαφέρουν αναλόγως με το είδος του φυτού που εκτίθεται στις συγκεκριμένες συνθήκες. Ο Turner (1986) διέκρινε τρεις μηχανισμούς προσαρμογής των φυτών:

- α) αποφυγής από τη ξηρασία
- β) ανθεκτικότητα με χαμηλό υδατικό δυναμικό
- γ) ανθεκτικότητα με υψηλό υδατικό δυναμικό.

1.6.2.1 Αποφυγή από τη ξηρασία

Στη πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται η ταχεία φαινολογική ανάπτυξη με σκοπό τη συμπλήρωση του βιολογικού κύκλου των ετήσιων φυτών ώστε να αποφευχθεί η έκθεση σε δυσμενείς συνθήκες, η αναπτυξιακή πλαστικότητα που αναφέρεται σε φαινοτυπικές αλλαγές οι οποίες καθιστούν τα εκτιθέμενα φυτά ικανά να επιβιώσουν και ο εκτεταμένος λήθαργος που αφορά την έναρξη της δραστηριότητας όταν επικρατήσουν ευνοϊκές συνθήκες (Nilsen & Orcutt, 1996). Ειδικότερα για τα μονοκαρπικά φυτά, στα οποία ανήκει και το σιτάρι, ιδιαίτερη σημασία έχει το φαινόμενο της γήρανσης (*senescence*) που τελικά

οδηγεί στην αποκοπή των φύλλων και γρήγορη ωρίμανση των καρπών (Nooden & Leopold, 1988). Ο Karamanos (1984) διατύπωσε την άποψη ότι η πτώση των φύλλων αποτελεί τον ύστατο μηχανισμό για την επιβίωση των φυτών οδηγώντας σε απώλειες στην απόδοση με αποτέλεσμα να έχει μικρή αγρονομική σημασία ως προσαρμοστικός μηχανισμός. Οι Yang *et al.* (2001) επισήμαναν ότι η εφαρμογή υδατικής καταπόνησης στο στάδιο του γεμίσματος των καρπών είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνση της γήρανσης και τη ταυτόχρονη επακινητοποίηση των αποθηκευμένων στους κολεούς και βλαστούς υδατανθράκων προς τους καρπούς.

1.6.2.2 Ανθεκτικότητα με χαμηλό υδατικό δυναμικό

Στους μηχανισμούς προσαρμογής με χαμηλό υδατικό δυναμικό συμπεριλαμβάνονται η οσμωτική προσαρμογή και η ρύθμιση της ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων (Karamanos, 1984). Σκοπός αυτών των μηχανισμών είναι η διατήρηση των μεταβολικών διεργασιών σε συνθήκες χαμηλού υδατικού δυναμικού των ιστών μέσω της διατήρησης της σπαργής (Nilsen & Orcutt, 1996), δεδομένου ότι και οι δύο τρόποι αντιμετώπισης της ξηρασίας δεν επηρεάζουν την παραγωγικότητα (Turner, 1979).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο η οσμωτική προσαρμογή είναι αποτέλεσμα της ενεργής συσσώρευσης οσμωτικών ουσιών στο χυμοτόπιο, όπως σάκχαρα, ανόργανα και οργανικά οξέα. Αποτέλεσμα αυτής της συσσώρευσης είναι η μείωση του οσμωτικού δυναμικού τόσο σε πλήρη (ψ_{sm}), όσο και σε μηδενική σπαργή (ψ_{so}) (Karamanos, 1984).

Ανάλογα τη φύση των ουσιών που θεωρούνται υπεύθυνες για την επιτέλεση του φαινομένου της ωσμωρύθμισης οι Nilsen και Orcutt, (1996) καθόρισαν τις ενεργειακές απαιτήσεις. Οπότε, στη περίπτωση συγκέντρωσης κατιόντων K^+ , Na^+ , Ca^{++} , η απαιτούμενη ενέργεια περιορίζεται στην ενεργό μεταφορά των ιόντων ώστε να διατηρηθεί η ηλεκτροχημική ισορροπία μεταξύ χυμοτοπίου και κυτοπλάσματος και να αποφευχθούν τοξικά φαινόμενα στο τελευταίο. Αντίθετα όταν στη

διαδικασία εμπλέκονται οργανικά οξέα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ενδιάμεσα προϊόντα του κύκλου του Calvin με συνέπεια τη μειωμένη σύνθεση. Τέλος, όταν οι ωσμωτικές ουσίες είναι αμινοξέα όπως η προλίνη και βεταΐνη χρειάζεται να δημιουργηθούν νέα βιοσυνθετικά μονοπάτια για τα οποία είναι απαραίτητη τόσο η καταβολή σκελετών ατόμων άνθρακα, όσο και τρι-φωσφορικής-αδενοσίνης (ATP). Ενδεικτική είναι η μετατροπή της χολίνης σε βεταΐνη η οποία πραγματοποιείται σε δύο στάδια όπως αυτή αναδείχθηκε από τους Mc Cue και Hanson (1990). Εκτός από τις επιπτώσεις σε κυτταρικό επίπεδο υπάρχουν ενδείξεις για συσχέτιση της οσμωτικής προσαρμογής με τη τελική παραγωγικότητα των φυτών. Οι Richardson και Mc Cree (1985) ανέφεραν ότι το απαιτούμενο κόστος για κατανάλωση φωτοσυνθετικών προϊόντων ώστε να εκδηλωθεί το φαινόμενο της ωσμωρύθμισης είναι μικρότερο προς το αντίστοιχο κόστος για την μετατροπή σε βιομάζα. Γενικότερα η ωσμωρύθμιση συνδέεται θετικά με αναπτυξιακές προσαρμογές των φυτών, όπως για παράδειγμα ο σχηματισμός βαθύτερου ριζικού συστήματος, που οδηγούν σε υψηλή απόδοση σε μειωμένη εδαφική υγρασία (Morgan & Condon, 1986, Tangpremsri *et al.*, 1991).

Ανεξάρτητα από το ενεργειακό κόστος που τελικά θα απαιτηθεί για την εκδήλωση της οσμωτικής προσαρμογής είναι αποδεδειγμένη η σημασία της για την διατήρηση της ζωής των φυτών σε ξηρικές συνθήκες (Zhang *et al.*, 1999). Οι παράγοντες που επηρεάζουν το μηχανισμό της ωσμωρύθμισης είναι οι εξής:

- Ο ρυθμός ανάπτυξης της υδατικής καταπόνησης. Παρά το γεγονός ότι οι περισσότερες ενδείξεις συνηγορούν ότι η βραδεία εγκατάσταση της καταπόνησης ευνοεί το φαινόμενο (Morgan, 1977, Jones & Turner, 1978), οι Rascio *et al.* (1990) εξετάζοντας τη σχέση της υδατικής ισορροπίας και μορφολογικών χαρακτηριστικών του φύλλου σκληρού σιταριού διαπίστωσαν την ανεξαρτησία της ωσμωρύθμισης με το ρυθμό της καταπόνησης στο στάδιο της άνθησης και ύστερα.
- Η ένταση της υδατικής καταπόνησης. Τα υπάρχοντα δεδομένα δίνουν μια αντιφατική εικόνα για το βαθμό εκδήλωσης του

φαινομένου σε σχέση με τη κρίσιμη τιμή του υδατικού δυναμικού. Οπότε οι Turner *et al.* (1978) έδειξαν ότι η ωσμωρύθμιση ήταν εμφανέστερη σε μεσαία επίπεδα υδατικής καταπόνησης πλήρως ανεπτυγμένων φύλλων σόργου, σε αντίθεση με κορυφαία βλαστητικά μεριστώματα και αναπτυσσόμενα ελάσματα φυτών σιταριού όπου η ωσμωτική προσαρμογή ήταν εντονότερη σε υψηλές τιμές υδατικού δυναμικού (Munns *et al.*, 1979). Οι Turner και Jones (1980) ερμήνευσαν αυτή την διαφορετικότητα στα αποτελέσματα, στη σημασία που έχουν οι συσσωρευμένοι μεταβολίτες στα ακραία μεριστώματα για την επιβίωση των υπόλοιπων ιστών και οργάνων που θα μεταφερθούν.

- Περιβαλλοντικοί παράγοντες. Ειδικότερα οι εναλλαγές στις θερμοκρασίες ημέρας-νύχτας για δεδομένη τιμή υδατικού δυναμικού φαίνεται ότι διαδραματίζουν κάποιο ρόλο στην ωσμωρυθμιστική ικανότητα των φυτών. Ο Johnson (1978) έδειξε ότι εναλλαγές 10/5°C ήταν ευνοϊκότερες από τις 15/10 ή 25/15 °C για την εκδήλωση του φαινομένου σε καλλιέργεια ετήσιων αγρωστωδών. Επιπλέον είναι αποδεδειγμένη η θετική συσχέτιση της ωσμωρύθμισης με την ένταση του φωτός (Turner & Long, 1978).
- Το είδος και η ποικιλία. Η γενετική παραλλακτικότητα της οσμωτικής προσαρμογής έχει αναφερθεί σε μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων φυτών (Morgan, 1984, Rhodes & Samaras, 1994). Σε βιοχημικό επίπεδο οι διειδικές και εντός των ποικιλιών αποκλίσεις οφείλονται στη διαφορετική φύση των συσσωρευμένων ουσιών. Για παράδειγμα η μετατροπή της χολίνης σε βεταΐνη θεωρείται ως γενική λειτουργία των φυτών της οικογένειας Plumbaginaceae υπό συνθήκες οσμωτικής καταπόνησης, ενώ ο καπνός και το ρύζι δεν φαίνεται να διαθέτουν παρόμοιο μηχανισμό (Zhang *et al.*, 1999). Στο σιτάρι η ένωση που φαίνεται να συνεισφέρει στην ωσμωρυθμιστική ικανότητα του είναι το ελεύθερο αμινοξύ προλίνη (Karamanos *et al.*, 1983, Bajji *et al.*, 2001). Οι Blum *et al.* (1999) συγκρίνοντας εννέα ποικιλίες σίτου, προερχόμενες από διαφορετικές τοποθεσίες, διαπίστωσαν ότι οι παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ ορισμένων ποικιλιών είναι δυνατόν

να συσχετιστούν με αντίστοιχες διαφορές στη παραγωγικότητα τους κάτω από καθεστώς υδατικής καταπόνησης εφαρμοσθείσας πριν την άνθιση.

Εκτός από την ωσμωτική προσαρμογή ένας άλλος μηχανισμός που φαίνεται να συντελεί στη διατήρηση της σπαργής σε επίπεδα τέτοια που να επιτρέπουν τη συνέχιση των μεταβολικών διεργασιών είναι η ρύθμιση της ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων. Η παράμετρος εκφράζεται μέσω του δείκτη ϵ ο οποίος ορίζεται ως ο ρυθμός μείωσης της πίεσης σπαργής σε αυξανόμενα υδατικά ελλείμματα (Karamanos, 1984, Nilsen & Orcutt, 1996).

Ο τρόπος με τον οποίο η ελαστικότητα συνδέεται με την ανθεκτικότητα στη ξηρασία δεν είναι ξεκάθαρος (Karamanos, 1984). Στη πλειονότητα των περιπτώσεων οι υψηλές τιμές του ϵ (μικρή ελαστικότητα) σχετίζονται με υψηλή ικανότητα αντοχής σε ξηρικές συνθήκες (Brown *et al.*, 1976), χωρίς όμως να αποκλειστεί η αντίθετη κατάσταση, όπως παρατήρησε ο Karamanos (1978) σε καλλιέργεια κυάμων. Αυτές οι δύο διαφορετικές εκδοχές οδηγούν σε μία διπλή προσέγγιση της ερμηνείας της οικολογικής σημασίας του ϵ : υψηλές τιμές έχουν ως αποτέλεσμα την γρήγορη απώλεια νερού φέρνοντας τους ιστούς στην αρχόμενη πλασμόλυση. Αυτή η αντίδραση σταθεροποιεί το υδατικό περιεχόμενο των κυττάρων και καθιστά ικανό το φυτό να αντλήσει νερό από χαμηλότερα εδαφικά υδατικά δυναμικά. Αντίθετα ταπείνωση του ϵ σημαίνει μεγαλύτερη αντοχή των ιστών σε έντονη αφυδάτωση προτού η σπαργή λάβει μηδενική τιμή (Karamanos, 1984, Nilsen & Orcutt, 1996).

Η διαφορετική ανταπόκριση των φυτών στη ξηρασία, ως προς το ϵ είναι υπεύθυνη κατά ένα μέρος για τη παραλλακτικότητα μεταξύ των ειδών και ποικιλιών. Οπότε οι Sanchez-Diaz και Kramer (1971, 1973) παρατήρησαν ότι μια ποικιλία σόργου ανθεκτική στη ξηρασία έδωσε υψηλότερες τιμές ϵ σε σχέση με αραβόσιτο, ενώ οι Nilsen *et al.* (1984) δεν βρήκαν καμία ένδειξη μεταβολής του ϵ μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου, ανάμεσα σε δέκα ερημικά είδη.

1.6.2.3 Ανθεκτικότητα με υψηλό δυναμικό

Στη παρούσα κατηγορία πρόκειται να συζητηθούν μηχανισμοί που για άλλους συγγραφείς, πλην του Turner (1986), συμπεριλαμβάνονται στη περίπτωση της αποφυγής από τη ξηρασία (Levitt, 1972, Karamanos, 1984). Άσχετα σε ποια κατηγορία τελικά ανήκουν οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί ο απώτερος στόχος είναι είτε ο περιορισμός των απωλειών σε νερό, είτε η αύξηση στον εφοδιασμό των φυτών με αυτό.

Μία αξιοσημείωτη αντίδραση των φυτών σε έλλειψη νερού είναι η συστροφή του ελάσματος η οποία επιτυγχάνεται κυρίως όταν απωλένεται η σπαργή των μηχανικών κυττάρων της άνω επιδερμίδας (Parker, 1968). Η σπουδαιότητα του μηχανισμού και η υπεροχή του σε σχέση με τη πτώση των φύλλων αποδίδεται στην αντιστρεψιμότητα του φαινομένου όταν επανέλθει ικανοποιητική υδατική κατάσταση στο φυτό, χωρίς να παρατηρούνται σημαντικές απώλειες σε παραγωγή (Karamanos, 1984). Σε αντιπαραβολή ο Blum (1979) παρατήρησε μείωση στην προσπίπτουσα ακτινοβολία με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η ανταλλαγή αερίων.

Ο πλέον καθολικός τρόπος με τον οποίο ρυθμίζεται ο ρυθμός διαπνοής των φύλλων είναι ο μηχανισμός ανοίγματος και κλεισίματος των στοματιών. Η παράμετρος που χρησιμοποιείται συστηματικότερα για την παρατήρηση του φαινομένου είναι η στοματική αντίσταση (r_s) ή αγωγιμότητα ($g=1/r_s$) και αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την απομόνωση ανθεκτικών φυτών στη ξηρασία (Karamanos, 1984). Η προηγούμενη προσέγγιση επιτυγχάνεται μέσω της κρίσιμης τιμής του υδατικού δυναμικού που παρατηρείται κλείσιμο των στομάτων. Οι Karamanos *et al.*, 1983 μελετώντας τη συγκεκριμένη σχέση των δύο μεταβλητών σε δύο ποικιλίες μαλακού σιταριού έδειξαν ότι υπάρχει εκθετική εξάρτηση. Αντίστοιχα αποτελέσματα εντοπίστηκαν για άλλες καλλιέργειες όπως ο αραβόσιτος, το σόργο και ο καπνός (Turner, 1974).

Όπως είναι προφανές η χρησιμότητα του κλεισίματος των στοματιών στις συνθήκες υδατικής καταπόνησης έγκειται στο περιορισμό του ύδατος που χάνεται λόγω αυξημένης διαπνοής. Παρά ταύτα υπάρχουν αμφιβολίες για τη συμβολή του φαινομένου στη παραγωγική ικανότητα

των φυτών. Η επιστημονική κοινότητα δικάζεται για το αν το κλείσιμο των στοματιών έχει αντίκτυπο στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης με συνέπεια τη μείωση στην αφομοιωτική ικανότητα και τελικά στην απόδοση ή το ισοζύγιο μεταξύ νερού που σώζεται και ενέργειας που χάνεται είναι προς όφελος της παραγωγής του φυτού (Cornic & Massacci, 1996, Lawlor, 1995, Chaves, 1991, Boyer, 1976). Η απάντηση φαίνεται ότι βρίσκεται κάπου ενδιάμεσα και οπωσδήποτε πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο έρευνας μέσω της αξιολόγησης αρκετών διαφορετικών φυτικών ειδών, της χρήσης προηγμένης τεχνολογίας διερεύνησης ανταλλαγής αερίων και φθορισμού, ή με την εφαρμογή διαφορετικών εντάσεων υδατικής καταπόνησης (Griffiths & Parry, 2002). Ως προς τη τελευταία προσέγγιση οι Tang *et al.* (2002) πρότειναν ότι η στοματική επίδραση στη φωτοσύνθεση περιορίζεται σε χαμηλής έντασης καταπονήσεις, ενώ περαιτέρω εμπλέκονται άλλοι μεταβολικοί μηχανισμοί και κυρίως η παρεμπόδιση στη σύνθεση του ATP. Επίσης ο Boyer (1996) ανέφερε ότι η ξηρά ουσία που τελικά παράγεται ανά μονάδα χρησιμοποιούμενου νερού εξαρτάται από την ανατομία και φυσιολογία του φύλλου.

Μία άλλη έμμεση ένδειξη για τη συμπεριφορά των στοματιών και την ένταση της διαπνοής των φύλλων είναι η θερμοκρασία τους. Παρά το γεγονός ότι η θερμοκρασία των φύλλων συνήθως μελετάται σε περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών δεν πρέπει να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η έλλειψη νερού και η επικράτηση ακραίων θερμοκρασιών είναι απολύτως συνυφασμένα φαινόμενα (Nilsen & Orcutt, 1996). Η σχέση της θερμοκρασίας συστάδας και υδατικής καταπόνησης βασίζεται στην υπόθεση ότι όσο η φυτεία διαπνέει, τα φύλλα ψύχονται και η θερμοκρασία τους παραμένει σε επίπεδα χαμηλότερα της θερμοκρασίας αέρα. Όταν αυξάνονται τα υδατικά ελλείμματα των φυτών η διαπνοή μειώνεται και οπότε η διαφορά θερμοκρασίας φύλλου-αέρα περιορίζεται λαμβάνοντας τιμές κοντά στο μηδέν ή και υψηλότερες (Παπασταύρου, 2004, Erdem *et al.*, 2006).

Η αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών περί της σημασίας της θερμοκρασίας φυλλώματος στην συμπεριφορά γονότυπων σε ξηρικές

συνθήκες έδειξε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση των προαναφερθεισών παραμέτρων. Οι Blum *et al.* (1989) μελέτησαν τη πιθανότητα σχέσης της θερμοκρασίας φυλλώματος με χαρακτηριστικά απόδοσης μεγάλου αριθμού πληθυσμών μαλακού και σκληρού σίτου βρίσκοντας ικανοποιητικούς συντελεστές συσχέτισης. Επιπρόσθετα, οι Rashid *et al.* (1999) αναγνώρισαν τη σπουδαιότητα της μεταβλητής ως εργαλείο επιλογής ανθεκτικών γονότυπων σιταριού βασιζόμενοι στις ανά πειραματικό τεμάχιο διαφοροποιήσεις στην απόδοση καρπού και σε συνδυασμό με τις στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις των προαναφερθέντων παραμέτρων.

Από τις αποτελεσματικότερες μορφολογικές προσαρμοστικές μεταβολές είναι η ανάπτυξη βαθέως ριζικού συστήματος μέσω της οποίας τα φυτικά είδη διατηρούν υψηλό υδατικό δυναμικό αντλώντας νερό ακόμα και από ιδιαίτερος ξηρά εδάφη. Η ικανότητα των φυτών να χρησιμοποιούν το ριζικό τους σύστημα ώστε να αυξάνουν την απορρόφηση νερού εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη περιοχή ανάπτυξης τους. Οπότε οι κάκτοι διαθέτουν εκτεταμένο ριζικό σύστημα, πέρα από τα ανώτερα εδαφικά στρώματα επιτρέποντας την εξαγωγή νερού ακόμα και στις ερημικές συνθήκες (Nilsen & Orcutt, 1996). Επιπλέον άλλα ερημικά είδη έχουν ικανότητα να αποθηκεύουν νερό στις ρίζες τους όταν επικρατεί υψηλή ατμοσφαιρική ή εδαφική υγρασία και το αποδίδουν στα φύλλα τη ξηρή περίοδο ώστε να συνεχιστεί κανονικά η διαπνοή (Holbrook & Sinclair, 1992).

Οι παραπάνω προσαρμογές έχουν παρατηρηθεί και σε διάφορα καλλιεργούμενα φυτά που αναπτύσσονται σε ξηρές και ημί-ξηρες περιοχές. Η δυσκολία στη μελέτη του ριζικού συστήματος εξαιτίας της έλλειψης γρήγορων και αποτελεσματικών μεθόδων μέτρησης έχει οδηγήσει στην ανεπαρκή έρευνα αυτής της ζωτικής σημασίας περιοχής (Adda *et al.*, 2005). Τα υπάρχοντα δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά των ριζών στη ξηρασία είναι αντικρουόμενα και οι διαφορές αυτές οφείλονται στη γενετική ποικιλομορφία των ειδών και ποικιλιών, στην ένταση της υδατικής καταπόνησης, στο στάδιο ανάπτυξης που βρίσκονται τα φυτά κατά την καταπόνηση κ.α. (Huang & Gao, 2000,

Boyer, 1996). Ανεξάρτητα από τα φυσιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης, πιο συνεπείς είναι οι αναφορές σχετικά με τη συνεισφορά του ριζικού συστήματος στην προσαρμογή των φυτών. Ο Boyer (1996) ανέφερε μια πλειάδα εργασιών που υποδείκνυαν τη θετική συσχέτιση μεταξύ εκτεταμένης ριζικής επιφάνειας και υψηλών αποδόσεων. Ενδεικτικά καταγράφεται η περίπτωση της καλλιέργειας σύγχρονων ποικιλιών σόγιας όπου οι υψηλές αποδόσεις αποδόθηκαν σε ένα ποσοστό στο βαθύ τους ριζικό σύστημα σε σχέση με παλαιές ποικιλίες (Boyer *et al.*, 1980).

1.7. Επιπτώσεις της έλλειψης νερού στην ομαλή λειτουργία του φυτού

1.7.1. Κυτταρική δομή και λειτουργία

Παρόλο που η παρούσα μελέτη δεν πρόκειται να εστιάσει σε κυτταρικό επίπεδο στην επίδραση της έλλειψης νερού και τις πιθανές προκαλούμενες ανωμαλίες, κρίνεται επιβεβλημένη η θεώρηση των σχετικών θεμάτων διότι όλες οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις έχουν αφετηρία τη κυτταρική ανάπτυξη.

Η κατά όγκο αύξηση ενός κυττάρου είναι αποτέλεσμα τόσο μηχανικών, όσο και ωσμωτικών παραγόντων (Mohr & Shopfer, 1995). Πιο συγκεκριμένα οι δύο παράγοντες που εμπλέκονται στη διαδικασία μεγέθυνσης του κυττάρου είναι: α) η πίεση σπαργής που ασκείται προς όλες τις κατευθύνσεις και είναι ικανή να προκαλέσει μη αντιστρεπτή διάταση (*αποτελεσματική σπαργή*) και β) η διαβάθμιση του υδατικού δυναμικού μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου αποτελώντας τη κινούσα δύναμη για τη ροή νερού εξαρτώμενη από την υδραυλική αγωγιμότητα των μεμβρανών. Ο Lockhart (1965) εξέφρασε μαθηματικά την διάταση των κυτταρικών τοιχωμάτων (dV/dt) ως εξής: $dV/dt = m(\Psi_p - Y)$, cm^3/s , (1), όπου m η ικανότητα διάτασης των κυτταρικών τοιχωμάτων, Ψ_p η πίεση σπαργής και Y η κρίσιμη τιμή για την μη αντιστρεπτή αύξηση του κυττάρου. Η εξίσωση (1) ουσιαστικά εμπλέκει τη μηχανική ανάπτυξη του κυττάρου χωρίς να λαμβάνει υπόψη την

πλευρά της υδραυλικής ανάπτυξης που εκφράζεται από τη διαφορά υδατικών δυναμικών μεταξύ του πρωτοπλάστη και των εξωκυττάρων χώρων ($\Delta\Psi$). Για το λόγο αυτό οι Mohr και Shopenhfer (1995) εξέλιξαν την εξίσωση (1) συμπεριλαμβάνοντας την έννοια του συντελεστή αύξησης (L), οπότε με τις κατάλληλες μετατροπές κατέληξαν στην εξίσωση: $dV/dt=(mL/m+L)\times(\Delta\Psi+ \Psi_p -Y)$ (2).

Όντας η κινητήριος δύναμη για τη μεταφορά νερού προς το κύτταρο η διαφορά υδατικού δυναμικού, κάθε αλλαγή στις περιβαλλοντικές συνθήκες είναι δυνατό να προκαλέσει επιπτώσεις στη κυτταρική αύξηση (Fricke, 2002). Τιμή της $\Delta\Psi$ μεγαλύτερη από 0,05 MPa γενικά θεωρείται ικανή να περιορίσει τη διαδικασία της υδραυλικής ανάπτυξης σε κύτταρα φύλλων αγρωστωδών (Fricke *et al.*, 1997, Fricke & Flowers, 1998, Martre *et al.*, 1999), χωρίς όμως να αποκλειστούν περιπτώσεις όπου η συγκεκριμένη διαβάθμιση δεν φάνηκε να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο (Meshcheryakov *et al.*, 1992). Αντίθετα, η πίεση σπαργής που απαιτείται να ασκηθεί ώστε να λάβει χώρα η επιμήκυνση του κυττάρου φαίνεται ότι έχει δευτερεύοντα ρόλο εξαιτίας του μικρού εύρους τιμών που παρατηρείται. Αυτό το γεγονός αποδίδεται στη σταθερότητα που διέπει τις οσμωτικές σχέσεις μεταξύ κυττάρου και περιφερειακών χώρων. Ο μηχανισμός παραμένει άγνωστος αλλά μάλλον πρέπει να συνδέεται με τη σταθερότητα στις μηχανικές ιδιότητες του κυτταρικού τοιχώματος (Fricke, 2002).

Η δεύτερη διάσταση της ανάπτυξης των φυτών σε κυτταρικό επίπεδο είναι η διαίρεση. Υπάρχουν ενδείξεις ότι μειωμένες πηγές θρεπτικών στοιχείων, νερού κ.α. προκαλεί καθυστέρηση στη διαδικασία της μίτωσης. Πιο συγκεκριμένα το πλέον ευαίσθητο στάδιο στην έλλειψη φυσικών πόρων είναι η φάση S του κυτταρικού κύκλου όπου συμβαίνει ο διπλασιασμός του γονιώματος. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθεσιμότητα κάποιου από τους προαναφερθέντες παράγοντες η μιτωτική διαδικασία σταματάει στο στάδιο G μέχρι να εκπληρωθούν οι ανάγκες του κυττάρου. Πάντως τα δεδομένα συνηγορούν ότι η διαίρεση του κυττάρου ευθύνεται σε λιγότερο σημαντικό βαθμό για την ελλιπή ανάπτυξη των φυτών σε καταπόνηση σε σχέση με την επιμήκυνση, ενώ

υπάρχει σημαντικότερη εξάρτηση με την επάρκεια σε άζωτο (Jacobs, 1992, Nilsen & Orcutt, 1996).

Εκτός από τις αναπτυξιακές διαδικασίες, η υδατική καταπόνηση εμπλέκεται σε σειρά δομικών μεταβολών στο κύτταρο οι οποίες πιστεύεται ότι οδηγούν σε μορφολογικές και μεταβολικές αποκρίσεις σχετικές με την ανθεκτικότητα στη ξηρασία (Izzo *et al.*, 1993). Η πιο χαρακτηριστική επίπτωση της καταπόνησης είναι η ανακατανομή της σχέσεως λιπίδια προς πρωτεΐνες των μεμβρανών η οποία αλλάζει το συντελεστή διαπερατότητας τους. Μελέτες που υπολογίστηκε η υδατική κατάσταση σε συνδυασμό με τη λιπιδιακή σύσταση των κυτταρικών μεμβρανών φυτών αραβοσίτου και ηλίανθου έδειξαν μείωση στο συνολικό περιεχόμενο πολικών λιπιδίων (Izzo *et al.*, 1989, 1993). Παρά ταύτα εντοπίστηκαν αναφορές που επιβεβαιώνουν τα αντίθετα αποτελέσματα ή δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές (Martin *et al.*, 1986, El Hafid *et al.*, 1989, Quartacci *et al.*, 1995).

Ο βαθμός και ο τρόπος ανταπόκρισης στην έλλειψη νερού, ως προς τη κυτταρική κατασκευή, εξαρτάται από το είδος του φυτού που βιώνει τη καταπόνηση αλλά και από την ένταση αυτής. Οπότε πιο ευαίσθητοι γονότυποι στη ξηρασία φαίνεται να μειώνουν σε μεγαλύτερο βαθμό το συνολικό λιπιδιακό περιεχόμενο χωρίς να συνοδεύονται από θεαματικές μεταβολές της σύστασης των λιπαρών οξέων (Hubac *et al.*, 1989). Επιπλέον, υψηλή ένταση υδατικής καταπόνησης συνοδεύεται από αποσύνθεση των θυλακοειδών των μεμβρανών στους χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια λόγω αύξησης της ενζυμικής δραστηριότητας των αλκαλικών λιπασών (Vieira de Silva *et al.*, 1974, Giles *et al.*, 1976). Αποτέλεσμα είναι η μειωμένη φωτοσύνθεση εφόσον περιορίζεται η αποτελεσματικότητα των φωτοσυστημάτων καθώς και η αναπνευστική λειτουργία (Powles, 1984). Οι Rascio *et al.* (1990) διερευνώντας τις σχέσεις μεταξύ δομικών χαρακτηριστικών των κυττάρων του μεσόφυλλου σκληρού σιταριού και παραμέτρων της υδατικής κατάστασης του διαπίστωσαν σημαντικές συσχετίσεις του ωσμωτικού δυναμικού με συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος (π.χ. ημικελλουλόζη) αλλά μόνο στο στάδιο της άνθησης και όχι στη διόγκωση του κολεού. Αντιθέτως δεν

βρέθηκαν αντίστοιχες συσχετίσεις με την ελαστικότητα του κυτταρικού τοιχώματος (ϵ).

Γενικότερα, σε μακροσκοπικό επίπεδο η έκταση των συνεπειών από την έλλειψη νερού εξαρτάται από το χρονικό σημείο εισαγωγής της καταπόνησης (Nilsen & Orcutt, 1996). Οπότε ο περιορισμός νερού στην έναρξη του βιολογικού κύκλου συνεπάγεται μειωμένη φυλλική επιφάνεια και απώλειες σε φωτοσυνθετικά προϊόντα. Παρομοίως αν τα φυτά υποφέρουν από έλλειψη νερού τη περίοδο της ανάπτυξης του αναπαραγωγικού μεριστώματος υπάρχει πιθανότητα ακόμα και να εγκαταλειφθεί η διαδικασία σχηματισμού ανθέων οδηγώντας σε σοβαρότατη μείωση της παραγωγής των σιτηρών (O' Toole & Chang, 1979).

1.7.2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Όπως προαναφέρθηκε αποτέλεσμα των επιδράσεων της υδατικής ανεπάρκειας στα κύτταρα είναι μεταξύ άλλων, η φαινοτυπική διαφοροποίηση των φυτικών ειδών. Από τις πιο μελετημένες μορφομετρικές παραμέτρους είναι το ύψος, το ριζικό σύστημα και οι σχετικές αναλογίες αυτών διότι όπως θα καταδειχθεί παρακάτω ενέχονται ποικιλοτρόπως στην ικανότητα ή μη ικανοποιητικής παραγωγής.

Όσον αφορά το ριζικό σύστημα, σε προηγούμενη παράγραφο ήδη αναφέρθηκε η σημασία της έκτασης του σε καταστάσεις μειωμένης εδαφικής ξηρασίας. Γενικά το πρότυπο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των αγρωσιωδών σε σχέση με την διαθέσιμη εδαφική υγρασία διαφοροποιείται ανάλογα το βάθος, το στάδιο ανάπτυξης και τη ποικιλία. Οπότε το μήκος των ριζών διαφόρων ποικιλιών *Festuca arundinacea* ελαττώθηκε σε επιφανειακά εδαφικά στρώματα (0-20 εκ.) με την μείωση της υγρασίας, η ίδια συμπεριφορά παρατηρήθηκε για τις μισές ποικιλίες στο αμέσως βαθύτερο εδαφικό επίπεδο (20-40 εκ.), ενώ αυξήθηκε στα 40-60 εκ. για τη πλειοψηφία των ποικιλιών (Huang & Gao, 2000). Οι Adda *et al.* (2005) βρήκαν ότι ο όγκος των ριζών περιορίστηκε σε σημαντικό βαθμό πέρα από βάθος 30 εκ. όταν επικράτησε έντονη υδατική καταπόνηση ενώ δεν παρατηρήθηκαν

παρόμοια αποτελέσματα στα ανώτερα στρώματα. Επίσης η επάρκεια νερού σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης είναι δυνατόν να οδηγήσει σε βαθύτερο ριζικό σύστημα και συνεπώς στην αύξηση της απορροφητικής ικανότητας των φυτών που έχουν εκτεθεί σε ξηρικές συνθήκες ακόμη και στο κρίσιμο στάδιο της άνθησης (Xue *et al.*, 2003). Αυτή η διαπίστωση αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε σχέση με τους καλλιεργητικούς χειρισμούς που πρέπει να τηρηθούν ώστε να αντιμετωπιστούν συνθήκες υδατικής κρίσης. Η όψιμη σπορά σιταριού έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μικρότερου ριζικού συστήματος σχετικά με κανονική ή πρωιμότερη σπορά (Winter & Musick, 1993).

Η αύξηση του στελέχους των σιτηρών είναι απόλυτα συνυφασμένη με την υπόγεια ανάπτυξη τους και υπάρχουν ενδείξεις ότι είναι πιο ευαίσθητη στην εδαφική ξηρασία (Sharp & Davies, 1989). Εκτός από τη σημασία εφοδιασμού με νερό του υπέργειου τμήματος των φυτών, το ριζικό σύστημα φαίνεται ότι ευθύνεται για τη μετάδοση σημάτων ορμονικής φύσης (αμπισιακό οξύ) που σχετίζονται με τον έλεγχο της ανάπτυξης σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης (Sharp & LeNoble, 2003). Το τελικό ύψος των καλλιεργούμενων φυτών συνδέεται με την αποδοτικότητα τους στη ξηρασία είτε εξαιτίας της συσχέτισης των χαμηλόσωμων ποικιλιών με εκτεταμένο ριζικό σύστημα (Lupton *et al.*, 1974), είτε λόγω της σχέσης σταθερότητας σε απόδοση με τα υψηλόσωμα φυτά (Reynolds *et al.*, 1994). Συνάμα, σημαντικό ρόλο παίζει η αναλογία μήκους στάχυ προς μήκος στελέχους στην παραγωγικότητα των σιτηρών. Βραχύτερα μεσογονάτια δίνουν προτεραιότητα στις ταξιανθίες εφόσον τα συσσωρευμένα φωτοσυνθετικά προϊόντα διοχετεύονται προς την διαδικασία της ανθικής διαφοροποίησης, του αδελφώματος ή του γεμίσματος των καρπών και συνεπώς υψηλότερο δυναμικό απόδοσης (Simpson, 1968). Με βάση τη προηγούμενη διαπίστωση αποκτά αυξημένο ενδιαφέρον η τυχόν επίδραση της υδατικής ανεπάρκειας στο μήκος του στάχυ. Πάντως το ύψος των φυτών στη φάση της διόγκωσης του κολεού και της άνθησης (τελικό ύψος) δεν φάνηκε να επιδρά στην καρπική ή βιολογική απόδοση σε μελέτη που διεξήγαγαν οι Gupta *et al.* (2001). Ανάλογα αποτελέσματα έδειξε η

έρευνα των Dhanda *et al.* (2004) οι οποίοι αναγνώρισαν τη σημασία της επιμήκυνσης του ριζιδίου σε ωσμωτική καταπόνηση.

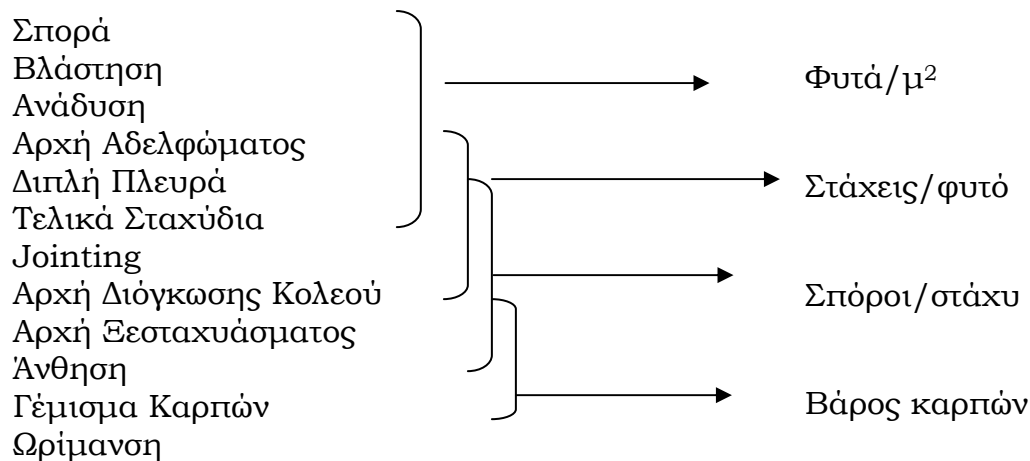
Η ικανότητα διατήρησης του ύψους σε έλλειψη νερού αποτελεί χαρακτηριστικό προσαρμογής στη ξηρασία. Οι Chandrasekar *et al.* (2000) εξετάζοντας διάφορες φυσιολογικές και βιοχημικές αποκρίσεις δύο τετραπλοειδών και δύο εξαπλοειδών ποικιλιών σιταριού διαπίστωσαν ότι οι πρώτες ήταν ανθεκτικότερες στη ξηρασία από τις δεύτερες εφόσον δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του τελικού ύψους τους. Ο Richards (1992) συμπέρανε ότι η απόδοση σε καρπό δεν επηρεάζεται από τη παρουσία των γονιδίων νανισμού αλλά εξαρτάται από το άριστο ύψος σε ιδανικές υδατικές συνθήκες. Παράλληλα οι Butler *et al.* (2005) προχωρώντας σε συσχετίσεις του ύψους με την μέση απόδοση σε διάφορα περιβάλλοντα πληθυσμών σιταριού εξήγαγαν τα εξής συμπεράσματα: α) σε υψηλής απόδοσης περιβάλλοντα την άριστη απόδοση έδωσαν οι πληθυσμοί με ενδιάμεσο ύψος και β) σε δυσμενέστερα καθεστώτα οι πιο αποδοτικοί ήταν οι υψηλόσωμοι.

1.7.3. Φαιολογία σιτηρών

Όπως είναι γνωστό τα σιτηρά ανήκουν στα φυτά καθορισμένου τρόπου ανάπτυξης ακολουθώντας μια συγκεκριμένη αναπτυξιακή αλληλουχία (Καραμάνος, 1994). Η πλέον διαδομένη και πλήρης περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης των αγρωστωδών δόθηκε από τους Zadoks *et al.* (1974), ενώ προγενέστερα η κλίμακα Feekes (Large, 1954) αποτελούσε την πληρέστερη κωδικοποίηση. Οριοθετώντας γενικά το βιολογικό κύκλο των σιτηρών αυτός ξεκινάει από την τοποθέτηση του ξηρού σπόρου στην εδαφική σποροκλίνη και καταλήγει στη δημιουργία επίσης ενός ξηρού σπόρου στους στάχεις. Η διασαφήνιση των ενδιάμεσων σταδίων με λεπτομερή τρόπο ώστε να γίνουν κατανοητές οι επιδράσεις διαφόρων περιοριστικών παραγόντων (νερό, θρέψη κ.α.), τόσο στο χρονικό σημείο που συμβαίνει η έλλειψη, όσο και στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ίδιου του φυτού αποτελεί μία πρόκληση για τους ερευνητές (Klepper *et al.*, 1998).

Οπότε ο στόχος της συμπερίληψης των παρατηρήσεων επί της ανάπτυξης των φυτών σε πειράματα διαβάθμισης της εδαφικής υγρασίας είναι διπλός: α) ο εντοπισμός ειδών-ποικιλιών με ικανότητα αποφυγής της ξηρασίας και β) η ανάλυση των αιτίων που τελικά οδηγούν σε αποδόσεις αποκλίνουσες από το γενετικό τους δυναμικό. Οι Fischer και Mauget (1978) προσέγγισαν το ζήτημα μέσω δύο οδών οι οποίες είχαν κοινό παρονομαστή την άνθηση. Η πρώτη προσέγγιση αναφερόταν στο χρόνο που μεσολάβησε από τη διακοπή της άρδευσης μέχρι την άνθηση, ενώ η δεύτερη στη χρονική περίοδο από τη σπορά ως το σχηματισμό των ανθέων. Σε κάθε περίπτωση η αξιολόγηση των ανθεκτικών γονότυπων πραγματοποιήθηκε με βάση τις απώλειες σε απόδοση καρπών ανά ημέρα. Επίσης σύμφωνα με τους El Hafid *et al.* (1998) ο σχηματισμός μεγαλύτερου δείκτη φυλλικής επιφάνειας υπό υδατική καταπόνηση κατά τη πρώιμη βλαστητική φάση είναι χαρακτηριστικό ανθεκτικών στη ξηρασία ποικιλιών. Αυτή η αντίδραση αποδόθηκε στη γρήγορη και ικανοποιητική βλάστηση των ανθεκτικών ποικιλιών με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση των απωλειών σε εξάτμιση. Οι ίδιοι συγγραφείς θεωρούν ότι η επιτάχυνση του χρόνου προς την άνθηση οδηγεί σε μειωμένες αποδόσεις αλλά ίσως αυτό να εξισορροπείται από την επανακινητοποίηση των φωτοσυνθετικών προϊόντων προς τους καρπούς.

Οι Rickman και Klepper (1991) διαμόρφωσαν ένα πρότυπο των φαινολογικών γεγονότων σε σχέση με τα συστατικά απόδοσης σε καλλιέργεια σιταριού, δίνοντας έμφαση στη σημασία προσδιορισμού των αιτίων που προκαλούν διαφοροποίηση της απόδοσης στα συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης (σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3. Τα φαινολογικά στάδια και η σχέση τους με τα συστατικά απόδοση στη καλλιέργεια σιταριού. Πηγή: Rickman και Klepper (1991).

Η περαιτέρω ανάλυση του περιγραφέντος προτύπου του σχήματος 1.3 σε σχέση με τον περιορισμό του διαθέσιμου νερού ανά στάδιο ανάπτυξης αναπτύχθηκε από τους Klepper *et al.* (1998). Περιγραφικά ο αριθμός των φυτών που παράγονται σε δεδομένη εδαφική επιφάνεια επηρεάζεται αρνητικά από την έλλειψη νερού μέσω της καθυστερημένης ανάδυσης σχετικά με την προβλεπόμενη ημερομηνία. Αντιστοίχως ο συνολικός αριθμός στάξεων ανά φυτό δύναται να επηρεαστεί από τα παραγόμενα δευτερεύοντα στελέχη τα οποία καθυστερούν να αναπτυχθούν εξαιτίας της παρεμπόδισης ανάπτυξης ικανοποιητικού αριθμού φύλλων για επιτυχές αδελφωμα (Davidson & Chevalier, 1990). Ο αριθμός καρπών ανά στάχυ που θα παραχθεί άλλων εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την υδατική επάρκεια του φυτού. Από φαινολογική άποψη στο χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί σύμφωνα με το σχήμα 1.3 αρχίζει η γήρανση των κατώτερων φύλλων, γεγονός που σημαίνει μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης και λιγότερα διαθέσιμα αποθέματα μεταβολιτών για τους καρπούς (Kerpler *et al.*, 1998). Οπότε αυξημένη ένταση υδατικής καταπόνησης πιθανόν να σημαίνει εντέλει μικρότερη απόδοση δεδομένης της θετικής σχέσης που διέπει την πρώτη με την επιτάχυνση του βιολογικού κύκλου (Angus & Moncur, 1977, McMaster & Wilhelm, 2003). Βεβαίως για το σχηματισμό των καρπών στο στάχυ μεσολαμβάνονται διάφορα γεγονότα που σχετίζονται με την εξέλιξη και γονιμοποίηση των ανθέων, φαινόμενα που αναλύονται στην επόμενη παράγραφο (1.7.4).

Τέλος, για το βάρος των καρπών πρωτεύουσα σημασία έχει η διάρκεια του γεμίσματος των καρπών η οποία με τη σειρά της κυρίως επηρεάζεται από τις αυξημένες θερμοκρασίες και λιγότερο από την έλλειψη νερού. Τα δεδομένα συνηγορούν προς την προηγούμενη άποψη σύμφωνα με μελέτη των Παπασταύρου κ.α. (2006), αν και πρέπει να επισημανθεί η μάλλον συνεργιστική επίδραση θερμοκρασίας-έλλειψης νερού στη παράμετρο (Nilsen & Orcutt, 1996).

1.7.4. Αγρονομικά χαρακτηριστικά

Το κύριο βάρος στη μελέτη των αβιοτικών επιδράσεων σε μια καλλιέργεια δίδεται στις τελικές αποδόσεις όπως αυτές καθορίζονται για έκαστη από αυτές. Στη περίπτωση των σιτηρών η απόδοση είναι δυνατόν να εκφραστεί με πολλαπλό τρόπο και ανάλογα το ερευνητικό ενδιαφέρον να εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Η σημαντικότερη παράμετρος είναι η απόδοση σε καρπό και οι συνιστώσες αυτής ενώ η ανάγκη για κατανόηση και ανάλυση της σχέσης των, υπό συνθήκες καταπόνησης έχει οδηγήσει σε διαφορετικές προσεγγίσεις (Ludlow & Muchow, 1990). Μια παραδοσιακή αγρονομική προσέγγιση είναι η ανάλυση των συστατικών *αριθμός στάξεων × αριθμός καρπών ανά στάχυ × βάρος καρπών* (Brisson *et al.*, 2001) ενώ μια άλλη ανάλυση είναι η περιγραφή της καρπικής απόδοσης από τις συνιστώσες *διαπνεόμενο νερό × αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (water use efficiency) × δείκτης οικονομικής απόδοσης (harvest index)*. Ο Καραμάνος (1994) διαχώρισε τη τελική απόδοση σε δύο κατηγορίες με βάση το λαμβανόμενο προϊόν: α) βιολογική απόδοση η οποία σχετίζεται πολύ καλά με το μέγεθος και τη μακροβιότητα του φυλλώματος και β) οικονομική απόδοση η οποία αφορά τη παραγωγή καρπού. Ο τύπος που συνδέει τις σχετιζόμενες παραμέτρους είναι $Y=D \times N \times n \times W$, όπου D η πυκνότητα της φυτείας, N ο αριθμός γόνιμων στελεχών ανά φυτό, n ο αριθμός καρπών ανά στάχυ και W το μέσο βάρος καρπών. Κάθε παράγοντας που ασκεί επίδραση σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω συνιστώσες ουσιαστικά επηρεάζει την οικονομική απόδοση

και άρα παίζει σημαντικό ρόλο η μελέτη των μεταβολών των παραμέτρων σε διαφορετικές περιβαλλοντικές μεταχειρίσεις.

Το σχηματιζόμενο τελικό φυτικό μέγεθος εξαρτάται από το ύψος και τη φυλλική επιφάνεια τα οποία γενετικά διαμορφώνονται από τα υπάρχοντα γονίδια (δυνητικό ύψος και αδελφωμα) και τη συσσώρευση ξηράς ουσίας (Blum *et al.*, 1997, Butler *et al.*, 2005). Ήδη έχει αναπτυχθεί η σημασία του ύψους ως προς την υδατική καταπόνηση και παρόλο που είναι αδιαμφισβήτητη η στενή του σχέση με τη βιομάζα θα δοθεί περισσότερη βαρύτητα στη δεύτερη. Οι υπάρχουσες απόψεις για τον τρόπο επίδρασης του μεγέθους των φυτών στη συμπεριφορά τους σε περίπτωση έλλειψης νερού είναι διαφορούμενες. Η σύγχρονες βελτιωτικές μέθοδοι έχουν οδηγήσει στη παραγωγή ποικιλιών μικρού μεγέθους οι οποίες χαρακτηρίζονται από ακριβή προσαρμογή σε ευνοϊκά περιβάλλοντα, υψηλών εισροών, ως αποτέλεσμα τόσο του αυξημένου ριζικού συστήματος, όσο και λόγω του περιορισμού της επιφάνειας διαπνοής. Άλλωστε ο συγκεκριμένος τύπος ορίζεται ως ο ιδανικός τύπος καλλιέργειας (*ideotype*) από αγρονομικής απόψεως (Donald, 1968, Passioura, 1972, Reynolds *et al.*, 1994, Blum *et al.*, 1997). Από την άλλη πλευρά μεγαλύτερου μεγέθους φυτά απαιτούν περισσότερους πόρους να καταναλώσουν μεν, αλλά διαθέτουν μεγαλύτερη φωτοσυνθετική επιφάνεια γεγονός που πιθανόν να εξισορροπεί τις απώλειες σε απόδοση. Επιπλέον, τα μεγαλύτερα φυτά θεωρούνται ως πιο προσαρμόσιμα σε καταστάσεις ξηρασίας (Blum *et al.*, 1997, Brisson *et al.*, 2001).

Όπως έχει ήδη εκτεθεί, η απόδοση σε καρπό αποτελεί τον κυριότερο σκοπό των βελτιωτικών προγραμμάτων της καλλιέργειας σιταριού (Garcia del Moral *et al.*, 2003). Ο βαθμός επίδρασης της έλλειψης νερού σε κάθε μία από τις παραμέτρους που τη διαμορφώνουν εξαρτάται από την ένταση της υδατικής καταπόνησης, τη διάρκεια της, το ρυθμό ανάπτυξης των υδατικών ελλειμμάτων και από το οντογενετικό στάδιο που λαμβάνει χώρα αυτή (Pettigrew, 2004). Οι φάσεις σχηματισμού του καρπού είναι δυνατόν να διακριθούν στην διαφοροποίηση, την ανάπτυξη της ταξιανθίας, την άνθηση-γονιμοποίηση και το γέμισμα του καρπού.

Οι τρεις τελευταίες φάσεις είναι εκείνες που σχετίζονται σε διάφορο βαθμό από την εδαφική ξηρασία, ενώ η διαδικασία της διαφοροποίησης ελέγχεται από τα ερεθίσματα της εαρινοποίησης και φωτοπεριόδου (Καραμάνος, 1994).

Κατά την εξέλιξη της ταξιανθίας ο αριθμός σταχυδίων ανά στάχυ και ανθέων ανά σταχύδιο επηρεάζονται από την έλλειψη νερού μέσω του ανταγωνισμού για φωτοσυνθετικά προϊόντα και της μείωσης ζωτικότητας των γυρεοκόκκων (Bingham, 1966, Fischer, 1973, Miralles *et al*, 2000). Μικρότερη σημασία φαίνεται ότι έχει η έλλειψη νερού κατά την γονιμοποίηση συγκρινόμενη με τη μείωση των γυρεοκόκκων ασκώντας πάντως αρνητική επίδραση (Asana, 1961, Fischer, 1973). Η πλέον μελετημένη φάση είναι το γέμισμα των καρπών όπου ειδικότερα η ξηρασία προκαλεί είτε συντόμευση του χρόνου διάρκειας, είτε επηρεάζοντας το ρυθμό γεμίσματος οδηγώντας με αυτό τον τρόπο σε συρρικνωμένους καρπούς (Nass & Reiser, 1975). Πάντως πολλές μελέτες κατέδειξαν παράλληλα τη στενή σχέση που συνδέει την εδαφική ξηρασία με την επανακινητοποίηση των φωτοσυνθετικών προϊόντων από τα άχυρα προς τους καρπούς (Asseng & van Herwaarden, 2003, Plaut *et al.*, 2004), ενώ οι Yang και Zhang (2005) προσδιόρισαν τα οφέλη μέσω της εισαγωγής των φυτών σε πρόωμη γήρανση. Πιο συγκεκριμένα όταν η εδαφική ξηρασία είναι ικανή να προκαλέσει επιτάχυνση της διαδικασίας της γήρανσης ώστε το σιτάρι να προλάβει να ωριμάσει προτού εκτεθεί σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (ζεστοί άνεμοι, υψηλές θερμοκρασίες) τότε δρα ευνοϊκά προς τη κατεύθυνση της απόδοσης.

1.8. Κριτήρια επιλογής ανθεκτικών στη ξηρασία φυτών

Η πολυπλοκότητα του χαρακτηριστικού της ανθεκτικότητας στη ξηρασία έχει δημιουργήσει στο παρελθόν πολλά ερωτηματικά για τη καταλληλότερη μέθοδο επιλογής των ανθεκτικότερων φυτών. Οι Kirigwi *et al.* (2004) τόνισαν την δυσκολία ανάπτυξης ανθεκτικών ποικιλιών εξαιτίας τόσο της έλλειψης αποτελεσματικών μεθόδων, όσο και λόγω της μικρού βαθμού κληρονομικότητας της ανθεκτικότητας στη ξηρασία. Οι Karamanos και Paratheohari (1999) εντόπισαν δυσκολία στη

ταυτοποίηση κάποιων φυσιολογικών παραμέτρων ως δείκτες ανθεκτικότητας στη ξηρασία εφόσον αυτοί συνήθως δεν σχετίζονται θετικά με την ικανοποιητική παραγωγή των φυτών σε αντίξοες υδατικές συνθήκες. Ζωτικής σημασίας προκαταρκτική διαδικασία είναι η προτεινόμενη προσέγγιση των Ferrara *et al.* (1991) για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών των καλλιεργούμενων φυτών: ταυτοποίηση του παράγοντα καταπόνησης-ανάπτυξη τεχνικών επιλογής-ταυτοποίηση χαρακτηριστικών ανθεκτικότητας στη καταπόνηση και συσχέτιση τους με την απόδοση-κατάλληλη επιλογή γενετικού υλικού αντιπροσωπευτικού ως προς την παραλλακτικότητα των χαρακτηριστικών ανθεκτικότητας-χρησιμοποίηση των χαρακτηριστικών σε βελτιωτικά προγράμματα.

Η παράμετρος που χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα από τους περισσότερους ερευνητές είναι η απόδοση σε διάφορα υδατικά περιβάλλοντα και με βάση αυτή τη παράμετρο αναπτύχθηκαν δείκτες ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των γονότυπων (Clarke *et al.*, 1992). Ο Fernandez (1992) διέκρινε τέσσερις κατηγορίες γονότυπων σε σχέση με την αντίδραση τους στην έλλειψη νερού:

- α) εκείνους που έχουν υψηλή απόδοση σε ευνοϊκές και μη υδατικές συνθήκες
- β) εκείνους που είναι υψηλοαποδοτικοί σε επάρκεια νερού
- γ) εκείνους που αποδίδουν υψηλά σε συνθήκες καταπόνησης και
- δ) εκείνους που παράγουν φτωχά τόσο υπό καταπόνηση, όσο και σε ιδανικές συνθήκες.

Το ερώτημα που τίθεται, είναι ποια από τις παραπάνω ομάδες αντιπροσωπεύουν τελικά έναν ανθεκτικό πληθυσμό; Η ανασκόπηση έδειξε ότι υπάρχει πλουραλισμός απόψεων και στρατηγικών ανάλογα ίσως τη καλλιέργεια ή τη γνώση των επιστημόνων. Οπότε, οι Richards (1996), Van Ginkel *et al.*, 1998, Rajaram & Van Ginkel, 2001 πίστεψαν στην επιλογή φυτών ανάλογα με την συμπεριφορά των ποικιλιών υπό καλά αρδευόμενες συνθήκες, σε αντίθεση με τους Ceccarelli, 1987, Ceccarelli & Grando, 1991, Rathjen, 1994 οι οποίοι θεώρησαν σωστότερη μέθοδο την επιλογή των φυτών με βάση την απόδοση στις επιθυμητές συνθήκες. Παρά ταύτα υπήρξαν περιπτώσεις όπου

ακολουθήθηκε η μέση οδός δηλαδή το κριτήριο της απόδοσης σε ποτιζόμενες και ξηρικές συνθήκες (Fischer & Maurer, 1978, Clarke *et al.*, 1992, Nasir Ud-Din *et al.*, 1992, Fernandez, 1992, Byrne *et al.*, 1995).

Η χρησιμοποίηση δεικτών απόδοσης και μαθηματικής συσχέτισης των μελετώμενων περιβαλλόντων αποτελεί μέχρι σήμερα τη κυριότερη τεχνική εκτίμησης της ικανότητας προσαρμογής σε δεδομένη κλίμακα εδαφικής υγρασίας. Ένας από τους πλέον διαδεδομένους δείκτες είναι ο δείκτης ευαισθησίας στη ξηρασία (*Drought Susceptibility Index*) όπου αναπτύχθηκε από τους Fischer και Maurer (1978). Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μέθοδο ο γονότυπος με τη μικρότερη τιμή δείκτη είναι ανθεκτικός στη ξηρασία εφόσον η μείωση της απόδοσης του είναι μικρότερη σε σχέση με τη μέση μείωση της απόδοσης όλων των εξεταζόμενων ποικιλιών. Πρόδρομη τεχνική της προαναφερθείσας ήταν εκείνη των Finlay και Wilkinson (1963) οι οποίοι πρώτοι ανέφεραν την έννοια της μέσης απόδοσης όλων των υπό εξέταση ποικιλιών σε δεδομένη τοποθεσία. Μεταγενέστερα οι Linn και Binns (1988) χρησιμοποίησαν τον δείκτη υπεροχής P_i (*superiority index*) ο οποίος ορίζεται ως το μέσο τετράγωνο της απόστασης της απόδοσης ενός γονότυπου από τη μέγιστη απόδοση όλων των γονότυπων σε συγκεκριμένο περιβάλλον. Γενικότερα οι περισσότεροι δείκτες αποδοτικότητας συμπεριλαμβάνουν τους όρους της μέσης απόδοσης σε ξηρικές συνθήκες (Y_s), σε ιδανικές συνθήκες (Y_p) και των αντίστοιχων μέσων τιμών τους ($Y_{s,m}$, $Y_{p,m}$). Συνοπτικά στο πίνακα 1.2 αναγράφονται οι μαθηματικές εκφράσεις των κυριότερων δεικτών που αναπτύχθηκαν κατά καιρούς.

Παρά το γεγονός ότι οι παραπάνω τεχνικές έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα υποκρύπτουν μία αδυναμία ποσοτικοποίησης και ταυτοποίησης της επίδρασης του περιβάλλοντος ανάπτυξης των φυτών (Eberhart και Russell, 1966). Τα κυριότερα φυσιολογικά χαρακτηριστικά που σχετίστηκαν με την ικανότητα προσαρμογής στη ξηρασία ήταν το υδατικό δυναμικό (Gupta *et al.*, 2001), το ωσμωτικό δυναμικό μέσω της ωσμωρύθμισης (Moinuddin *et al.*, 2005), και η θερμοκρασία φυλλώματος της φυτείας (Jackson *et al.*,

1981). Οι προηγούμενοι παράμετροι έχουν αποτελέσει την αφετηρία για τη δημιουργία φυσιολογικών δεικτών οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν σε παλινδρομήσεις με αγρονομικά χαρακτηριστικά (κατά βάση απόδοση σε καρπό) ή ακόμα και με άλλες φυσιολογικές παραμέτρους.

Σχετικά με τη θερμοκρασία φυλλώματος, ο αντιπροσωπευτικότερος δείκτης που έχει αναπτυχθεί είναι ο *Crop Water Stress Index* (CWSI), από τους Jackson *et al.*, 1981. Η ανωτέρω προσέγγιση φαίνεται ότι αποδυναμώνεται σε δύο περιπτώσεις: α) σε έντονη υδατική καταπόνηση απωλένεται η γραμμικότητα στη σχέση με το υδατικό δυναμικό των φυτών (Idso *et al.*, 1981b) παρότι είναι αποδεδειγμένη η γραμμική εξάρτηση του CWSI με το διαθέσιμο εδαφικό νερό (Jackson *et al.*, 1981, Nielsen & Anderson, 1989), και β) στην παραδοχή της υπόθεσης πλήρους κάλυψης του εδάφους από τη φυτεία, γεγονός που συνεπάγεται ότι σε κάθε άλλη περίπτωση παύει να ισχύει η εξίσωση (π.χ. αρχικά στάδια ανάπτυξης ετήσιων καλλιεργειών). Για να παρακαμφθεί ο δεύτερος περιορισμός οι Moran *et al.* (1994) ανέπτυξαν τον δείκτη ελλείμματος νερού (*Water Deficit Index*, WDI) οι οποίοι περιληπτικά συμπεριέλαβαν στοιχεία όπως η διαφορά εδαφικής-εναέριας θερμοκρασίας και τον δείκτη φυλλώματος, ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση της υδατικής κατάστασης του αγρού.

Το υδατικό δυναμικό αποτελεί τη κυριότερη έκφραση της υδατικής ισορροπίας των φυτών σε κάθε χρονικό σημείο οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντικειμενικός δείκτης της καταπόνησης που υφίσταται κάθε γονότυπος (Karamanos & Paratheohari, 1999). Στο παρελθόν τόσο το συνολικό υδατικό δυναμικό, όσο και τα συστατικά του έχουν συσχετιστεί με χαρακτηριστικά όπως είναι η απόδοση, η στοματική αντίσταση, κ.τ.λ. (Ludlow *et al.*, 1990, Morgan *et al.*, 1991). Οι απ' ευθείας συσχετίσεις των παραπάνω παραγόντων αποτέλεσαν κριτήρια επιλογής φυτών ανθεκτικών σε ξηρικές συνθήκες αλλά δεν αποδίδουν την επίδραση της καταπόνησης στο σύνολο του βιολογικού κύκλου των καλλιεργειών. Το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε με την εισαγωγή της έννοιας του δείκτη υδατικού δυναμικού (*Water Potential Index*, WPI) από τους Karamanos και Paratheohari (1999) ο οποίος

προκύπτει από τον υπολογισμό του ολοκληρώματος του υδατικού δυναμικού κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου (Water Potential Duration, WPD) δια τον αριθμό των ημερών παρατήρησης (n). Περαιτέρω οι Rizza *et al.* (2004) στηριζόμενοι στη φιλοσοφία του δείκτη υδατικού δυναμικού συσχέτισαν το δείκτη υδατικής καταπόνησης (Water Stress Index, WSI) με χαρακτηριστικά απόδοσης υπολογίζοντας τις τιμές της δυνητικής (PET) και πραγματικής (AET) εξατμισοδιαπνοής (Thornthwaite, 1948).

Στο πίνακα 1.3 απεικονίζονται οι μαθηματικές εξισώσεις των φυσιολογικών παραμέτρων που αναφέρθηκαν.

Πίνακας 1.3. Οι κυριότεροι δείκτες υδατικής καταπόνησης βασιζόμενοι σε διάφορες φυσιολογικές παραμέτρους. Όπου T_c η θερμοκρασία της φυλλικής επιφάνειας, T_a η θερμοκρασία του αέρα, D_1 η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας φύλλου-αέρα για μια καταπονημένη φυτεία και D_2 η ελάχιστη διαφορά θερμοκρασίας φύλλου αέρα σε μια καλώς αρδευόμενη φυτεία. Οι υπόλοιπες συντομεύσεις αναφέρονται στο κείμενο.

Δείκτης	Εξίσωση	Πηγή
Δείκτης υδατικής καταπόνησης καλλιεργειών	$CWSI = (T_c - T_a) \cdot D_2 / (D_1 - D_2)$	Idso <i>et al.</i>, 1981a
Δείκτης ελλείμματος νερού	Γραφική απεικόνιση και υπολογισμός	Moran <i>et al.</i>, 1994
Δείκτης Υδατικού Δυναμικού	$WPI = WPD / n$	Karamanos & Papatheohari, 1999
Δείκτης Υδατικής Καταπόνησης	$WSI = (1 - AET / PET) \times 100$	Rizza <i>et al.</i>, 2004

Πίνακας 1.2. Οι κυριότεροι δείκτες εκτίμησης της αντοχής στη ξηρασία βασιζόμενοι καλλιεργειών. Όπου Y_r η πραγματική απόδοση, Y_e η εκτιμώμενη απόδοση, X_{ij} η απόδοση περιβάλλον, M_j η μέγιστη απόδοση ενός γονότυπου στο περιβάλλον j και n ο αριθμός υπόλοιπες συντομεύσεις αναλύονται στο κείμενο.

Δείκτης	Εξίσωση	
Δείκτης Ευαισθησίας στη Ξηρασία	$DSI=1-(Y_s/Y_p)/1-(Y_{s,m}/Y_{p,m})$	Fischer
Δείκτης Σταθερότητας Απόδοσης	$YSI=Y_s/Y_p$	Bousslama
Δείκτης Ανταπόκρισης στη Ξηρασία	$DRI=(Y_r-Y_e)/\tau$. σφάλμα του Y_e	Bidinger
Δείκτης Υπεροχής στη Ξηρασία	$P_i=(X_{i,,j}-M_j)^2/2n$	Linn
Μέση Παραγωγικότητα	$MP=(Y_s+Y_p)/2$	Hossain
Ανθεκτικότητα	$TOL=Y_s-Y_p$	Hossain
Συντελεστής Παλινδρόμησης Απόδοσης	$b=(Y-a)/Y_m$	Bansal
Δείκτης Ανθεκτικότητας στη Ξηρασία	$STI=(Y_p+Y_s)/Y_{p,m}$	Ferreira
Μέση Γεωμετρική Παραγωγικότητα	$GMP=(Y_p*Y_s)^{0,5}$	Ferreira
Δείκτης Απόδοσης	$YI=Y_s/Y_{s,m}$	Gavito

1.9. Σκοπός της μελέτης

Το γενετικό υλικό της Ελληνικής επικράτειας είναι ανεξάντλητο και χρήζει εξέχουσας προσοχής ώστε να εξεταστεί κάθε πτυχή της γενετικής ποικιλομορφίας που πιθανόν υποκρύπτει. Η διερεύνηση μπορεί να αφορά ταξινόμηση, επισήμανση φαινοτυπικής και γενετικής παραλλακτικότητας, καταγραφή και αξιολόγηση της συμπεριφοράς των φυτών σε διάφορα βιοτικά και αβιοτικά περιβάλλοντα. Αν λάβουμε υπόψη το διεθνές ενδιαφέρον προς τη κατεύθυνση των γενετικών πόρων για λόγους που εκτέθηκαν στο εισαγωγικό κεφάλαιο αλλά και την έλλειψη ουσιαστικής εφαρμοσμένης έρευνας στη χώρα μας αποκτά υπόσταση η σημασία μελέτης αυτών.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή δίδεται βαρύτητα στις επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης στη γενικότερη συμπεριφορά αρκετών εγχώριων πληθυσμών μαλακού σιταριού. Αυτή η προσέγγιση εμπλέκει δύο βασικούς συντελεστές:

- ✓ την καλλιέργεια μαλακού σιταριού η οποία σήμερα κατακτά μικρό μερίδιο στις καλλιεργητικές προτιμήσεις των Ελλήνων γεωργών για λόγους που σχετίζονται με την αναθεώρηση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής. Παρά ταύτα δεν πρέπει να παραγνωρίζεται η αξία της καλλιέργειας και η διατροφική της σημασία. Άρα κάθε πληροφορία που θα προσθέσει γνώση για την ικανότητα αντοχής στη ξηρασία συμβάλλει στη καλύτερη διαχείριση της καλλιέργειας στο χωράφι. Μέσω των πληθυσμών μαλακού σιταριού οι οποίοι παραμένουν αναξιοποίητο κεφάλαιο για την Ελλάδα, επιχειρείται να ανιχνευθούν επιθυμητά μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα στη ξηρασία. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα, σε μελλοντικά βελτιωτικά προγράμματα, να χρησιμοποιηθεί γενετικό υλικό προς την κατεύθυνση της δημιουργίας νέων, ανθεκτικών στη ξηρασία ποικιλιών.
- ✓ Την υδατική καταπόνηση όπου συνδυάζονται πολλοί διαφορετικοί τρόποι έκφρασης της και παρουσιάζονται διάφορες παράμετροι οι οποίες σε συμφωνία με τα διεθνή δεδομένα δίνουν μια ολοκληρωμένη εικόνα, ικανή να βοηθήσει στην επιλογή βιότυπων ανθεκτικών στη ξηρασία. Οι παράμετροι που εξετάζονται στην παρούσα εργασία

διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις φυσιολογικές και τις αγρονομικές. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται το υδατικό δυναμικό και ο δείκτης υδατικού δυναμικού για την εκτίμηση της υδατικής κατάστασης των βιότυπων. Παράλληλα, μέσω του ωσμωτικού δυναμικού σε πλήρη και μηδενική σπαργή, της αντίστασης των στοματίων, της ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων, της θερμοκρασίας του φυλλώματος, του ρυθμού γήρανσης των φύλλων, της έντασης συστροφής, της επιφάνειας του ριζικού συστήματος και του ύψους διερευνάται η ύπαρξη μηχανισμών προσαρμογής των φυτών στην υδατική καταπόνηση. Στη δεύτερη περίπτωση υπολογίζονται οι αποδόσεις των πληθυσμών μαλακού σιταριού στα διάφορα επίπεδα καταπόνησης (βιομάζα, καρπός, αριθμός καρπών ανά στάχυ, μέσο βάρος καρπών, αριθμός γόνιμων αδελφιών) και γίνεται στατιστική σύγκριση τους. Λόγω της δυσκολίας άλλων μεθόδων να προσδιορίσουν το βαθμό επίδρασης της υδατικής καταπόνησης στην απόδοση και σε διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της γραμμικής παλινδρόμησης του δείκτη υδατικού δυναμικού με τα εν λόγω χαρακτηριστικά (Karamanos & Paratheohari, 1999). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή οι συντελεστές παλινδρόμησης εκφράζουν την ευαισθησία ενός δεδομένου χαρακτηριστικού στην έλλειψη νερού. Οπότε συγκρίνοντας τους συντελεστές παλινδρόμησης των βιότυπων μαλακού σιταριού είναι δυνατόν να διακρίνουμε τους πιο προσαρμοστικούς βιότυπους.

Σίγουρα απομένουν αρκετά πεδία διερεύνησης της συμπεριφοράς των πληθυσμών σιταριού ώστε να αποκτηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα γι' αυτούς αλλά με τη συγκεκριμένη μελέτη δίδεται το έναυσμα για εντατικότερη και πιο προσεκτική αξιολόγηση τους.

Η έγκριση της παρούσας διδακτορικής διατριβής υπό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, αρ. 202, παρ. 2).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση 10 βιότυπων μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum* L. Em Thell.) για τη συμπεριφορά τους σε συνθήκες ξηρασίας, τόσο από πλευράς παραγωγικότητας όσο και για τον προσδιορισμό των μηχανισμών αντοχής στην ξηρασία που αναπτύσσουν. Οι βιότυποι (Τζούλιο 138, Χάσικο Κρήτης, Γκρινιάς Ζακύνθου, Γκρινιάς 148, Αθέρας Κέρκυρας 137, 184 και 186, Ζουλίτσα Αρκαδίας, Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 και Ασπρόσταρο Χανίων) δοκιμάσθηκαν σε δύο καλλιεργητικές περιόδους (2003-04 και 2004-05) σε ισάριθμα πειράματα αγρού που διεξήχθησαν στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εφαρμόσθηκαν τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης (ΕΚ1, ΕΚ2, ΕΚ3 και ΕΚ4, από την υγρότερη στη ξηρότερη) με τη μέθοδο της κλιμακούμενης απόστασης από την πηγή νερού (σταλάκτες συστήματος στάγδην άρδευσης στο συγκεκριμένο πείραμα) και τα πειραματικά τεμάχια προστατεύτηκαν από τη βροχή με υπόστεγα από διαφανές πλαστικό στερεωμένο σε μεταλλικά πλαίσια. Κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων λαμβάνονταν τακτικά μετρήσεις της υδατικής κατάστασης των φυτών (υδατικό δυναμικό των φύλλων, ωσμωτικό δυναμικό σε πλήρη και μηδενική σπαργή, συντελεστής ελαστικότητας κυτταρικών τοιχωμάτων, αντίσταση στοματίων, διαφορά θερμοκρασίας φύλλου-αέρα, τύλιγμα φύλλων) και της γήρανσης των φύλλων. Επιπλέον, λαμβάνονταν μετρήσεις κατά την ωρίμαση της συνολικής επιφάνειας των ριζών σε βάθη 0-12,5 εκ. και 12,5-25 εκ., των αποδόσεων σε καρπό και βιομάζα και των συνιστωσών της απόδοσης σε καρπό. Για την εκτίμηση του βαθμού προσαρμοστικότητας στην ξηρασία του οποιοδήποτε χαρακτηριστικού των βιότυπων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος παλινδρόμησης με τον δείκτη υδατικού δυναμικού (WPI) που προτάθηκε από τους Karamanos and Papatheohari (1999). Παράλληλα, μελετήθηκαν και οι προαναφερθείσες μορφολογικές και οικοφυσιολογικές παράμετροι που σχετίζονται με την αντοχή στην ξηρασία, με σκοπό να ερμηνευθεί ο βαθμός εξάρτησης των αποδόσεων από την έλλειψη νερού.

Κρίνοντας από τις τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης, οι παλινδρομήσεις τόσο της απόδοσης σε βιομάζα όσο και της απόδοσης σε καρπό με τον WPI αποκάλυψαν διαφορές μεταξύ των βιότυπων ως προς την ευαισθησία τους στην υδατική καταπόνηση, ενώ υπήρχε και μια επίδραση των καλλιεργητικών περιόδων. Κατά κανόνα, οι βιότυποι χαμηλής παραγωγικότητας παρουσίαζαν χαμηλότερη ευαισθησία στην ξηρασία, ενώ υψηλής παραγωγικότητας παρουσίαζαν ενδιάμεση ευαισθησία. Ο αριθμός καρπών ανά στάχυ ήταν η συνιστώσα που επηρεάστηκε από την ξηρασία στις περισσότερες περιπτώσεις, ενώ σε μικρότερο βαθμό επηρεάστηκαν το μέσο βάρος καρπών και ο αριθμός των γόνιμων αδελφιών ανά φυτό. Παρατηρήθηκε όμως μια σχετική ευαισθησία των συστατικών αυτών της απόδοσης αναφορικά με την επίδρασή τους στις μεταβολές της απόδοσης λόγω υδατικής καταπόνησης.

Ο βαθμός της υδατικής καταπόνησης που υπέστησαν οι βιότυποι, εκπεφρασμένος ως δείκτης υδατικού δυναμικού, διέφερε μεταξύ των βιότυπων αλλά και μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων. Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των βιότυπων ως προς τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με αντοχή στην ξηρασία. Ο βαθμός ωσμωρύθμισης διέφερε μεταξύ των βιότυπων οι οποίοι ταξινομήθηκαν ως περισσότερο (Χάσικο Κρήτης, Τζούλιο 138) και λιγότερο έντονα ωσμωρυθμιζόμενοι (Ζουλίτσα Αρκαδίας, Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182). Εντούτοις, δεν παρατηρήθηκαν στην παρούσα εργασία οι συστηματικές συσχετίσεις της ωσμωρύθμισης με υψηλότερες αποδόσεις, πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα, μεταβολές στη συμπεριφορά των στοματιών και στο τύλιγμα των φύλλων που έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές.

Η πυκνότητα της ριζικής επιφάνειας στο βάθος 0-25 εκ. ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις το χαρακτηριστικό που συσχετίστηκε πιο στενά με την προσαρμοστικότητα στην ξηρασία: κατά κανόνα οι πιο ευαίσθητοι στην ξηρασία βιότυποι παρουσίαζαν μικρότερη πυκνότητα ριζών και αντιστρόφως. Η πυκνότητα ριζών στο επιφανειακό στρώμα εδάφους (0-12,5 εκ.) μειωνόταν συστηματικά με αυξάνουσα υδατική καταπόνηση,

ενώ αυξανόταν αντίστοιχα στο αμέσως βαθύτερο εδαφικό στρώμα (12,5-25 εκ.).

Οι βιότυποι ταξινομήθηκαν σε τέσσερεις ομάδες ανάλογα με την ευαισθησία τους στη ρύθμιση των κινήσεων των στοματίων τους. Έτσι, προσδιορίστηκαν περισσότερο (Αθήρας Κέρκυρας 137, Τζούλιο 138) και λιγότερο «ευαίσθητοι» βιότυποι (Ασπρόσταρο Χανίων, Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182) με ενδιάμεσες διαβαθμίσεις. Κριτήρια ταξινόμησης ήταν ο βαθμός των ημερήσιων διακυμάνσεων της στοματικής αντίστασης, η διαφοροποίηση ως προς τη στοματική αντίσταση μεταξύ των μεταχειρίσεων, καθώς και η τάση για προσωρινό κλείσιμο των στοματίων κατά τις μεσημβρινές ώρες. Παρατηρήθηκαν υψηλά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ του χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης των στοματίων και του WPI, ενδεικτικές της ισχυρής εξάρτησης της αντίστασης από την υδατική καταπόνηση των φυτών. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μια προσαρμοστική συμπεριφορά μέσω της μετατόπισης της γραμμής παλινδρόμησης κατά την ξηρότερη περίοδο, η οποία μείωνε την αντίσταση των στοματίων και διατηρούσε την φωτοσυνθετική δραστηριότητα σε υψηλότερους βαθμούς υδατικής καταπόνησης.

Διαπιστώθηκαν επίσης σαφείς διαφορές των βιότυπων ως προς την ικανότητα συστροφής των φύλλων τους, οι οποίες όμως δεν σχετιζόνταν κατά συστηματικό τρόπο με την προσαρμοστική ικανότητα των αποδόσεων των βιότυπων. Παρομοίως, δεν παρατηρήθηκαν σαφείς σχέσεις μεταξύ της διαφοράς θερμοκρασία φύλλου-αέρα με τον βαθμό ευαισθησίας των αποδόσεων στην έλλειψη νερού, παρά το γεγονός ότι παρατηρήθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της διαφοράς θερμοκρασία φύλλου-αέρα και της αντίστασης των στοματίων για τους περισσότερους βιότυπους.

Όσον αφορά το ρυθμό γήρανσης των φύλλων, ήταν φανερή η διαφοροποίηση μεταξύ των βιότυπων αλλά και μεταξύ των μεταχειρίσεων άρδευσης. Πάντως, δεν επιβεβαιώθηκε σταθερή σχέση του φαινομένου με την πρωιμότητα ή οψιμότητα των βιότυπων.

Οποιαδήποτε συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των βιότυπων στην ξηρασία, ως προς την απόδοση, πρέπει να συνοδεύονται από πλειάδα παρατηρήσεων που σχετίζονται με αυξημένη απορρόφηση νερού από το έδαφος, με έλεγχο των απωλειών νερού και με τη διατήρηση σπαργής των ιστών. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά είναι απαραίτητα να εξετάζονται συνολικά διότι είναι σαφές ότι υπάρχει αλληλεπίδρασή τους, η οποία εκφράζεται με ιδιαίτερο τρόπο για κάθε βιότυπο ξεχωριστά.

ABSTRACT

The evaluation of 10 landraces of bread wheat (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* (L) Thell.) for their performance under drought was the subject of this study. The landraces “Giulio 138”, “Hasiko Crete”, “Grinias Zakynthos”, “Grinias 148”, “Atheros Corfu 137, 184 and 186”, “Zoulitsa Arcadia”, “Skylopetra Ptolemaidas 182” and “Asprostaro Chania” were tested during two seasons (2003-04 and 2004-05) in field experiments carried out at the Agricultural University of Athens. Four irrigation treatments (EK1, EK2, EK3 and EK4, from the wettest to the driest) were established using a line source drip irrigation system and the field was covered with rainout shelters to control plant water supply. Determinations of plant water status (leaf water potential, osmotic potentials at maximum and zero turgor, cell wall elasticity, stomatal resistance, leaf-air temperature difference, leaf rolling intensity) and leaf senescence were regularly taken during crop growth. In addition, final height, root surface density in 0-12,5 cm and 12,5-25 cm depths., dry matter and grain yield including grain yield components were measured at maturity. The regression technique of the water potential index (WPI) suggested by Karamanos and Papatheohari (1999) was used to assess the adaptability of the landraces to drought. In parallel, a number of morphological and ecophysiological parameters related to drought resistance were used in an effort to interpret the overall yield responses of the landraces to water shortage.

Judging from the values of the regression coefficients, the regressions of both grain and dry matter yield against WPI revealed differences in the sensitivity to drought among the landraces, but was also a seasonal effect. As a rule, the low-yielding landraces tended to exhibit a lower sensitivity to drought, whereas the high-yielding ones showed intermediate sensitivity. The number of grains per spike was the yield component affected by drought in most cases, in contrast with the average grain weight and the number of fertile tillers which were affected to a much smaller extent. Yet, there was a

differentiation among landraces concerning the relative sensitivity of the components affecting the responses of grain yield to drought.

The degree of water stress experienced by the landraces, expressed as WPI, differed among landraces and growing season. Considerable variation among landraces was also detected concerning traits associated with drought resistance. Different degrees of osmotic adjustment were detected among landraces which were ranked on the intensity of this trait as more (“Hasiko Crete”, “Giulio 138”) and less intensively adjusting (“Zoulitsa Arcadia”, “Skylopetra Ptolemaida 182”). However, the association of osmotic adjustment with high yields, more extended root system, stomatal behaviour and leaf rolling cited by other investigators was not the rule for all the landraces examined in this study.

The root surface density in the 0-25 cm depth appeared to be the trait most closely associated with adaptability: as a rule, cases the most drought-sensitive landraces had a lower root surface density and *vice versa*. Increasing water stress tended to reduce root density at the top (0-12,5 cm) soil layer and to promote it in the immediately deeper one (12,5-25 cm) for all landraces.

Landraces were classified into four groups concerning the sensitivity of their stomatal control of transpiration on the basis of the diurnal fluctuations of their stomata resistance, the difference in stomatal resistance among treatments, and their tendency for midday closure. Thus, landraces were classified as most sensitive (“Atheros Corfu 137”, “Giulio 138”), least sensitive (“Asprostaro Chania” “Skylopetra Ptolemaida 182”) and of intermediate sensitivity.

Highly significant negative correlations between the time integral of the stomatal resistance and WPI were detected, showing the strong dependence of the stomata mechanism on plant water status. Furthermore, there was an adaptive response expressed as a displacement of the regression line in the drier period, allowing for low values of stomatal resistance at high degrees of water stress. Clear differences among landraces were also detected in their ability to roll

their leaves in order to reduce transpiration. Nevertheless, these differences were not explicitly associated with the overall yield stability of the landraces. Similarly, no clear association of leaf cooling through transpiration with yield sensitivity to water stress was evident, although significant positive correlations between leaf-air temperature difference and stomatal resistance were found for most landraces.

Regarding the rate of leaf senescence, was obvious the differentiation among the landraces and the irrigation treatments. In any case, was not observed clear association between the rate of leaf senescence and the length of life cycle of the landraces.

Conclusions for the behaviour of the landraces to water stress, regarding the yield, should be accompanied from a big number of observations associated with maintenance of water supply, the control of water loss and the maintenance of cell turgor. All these factors must be examined in all because of their interaction, which is expressed with particular way for each landrace.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Γενικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε τις καλλιεργητικές περιόδους 2003 – 2004 και 2004-2005 στον αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α. Η έκταση του πειραματικού αγρού ήταν 320 m² (8×40m). Ορισμένες ιδιότητες του εδάφους παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 Ανάλυση εδάφους του πειραματικού αγρού.

pH	7,24
CaCO ₃ (%)	16%
Άμμος	34,8%
Αργίλλος	29,8%
Ίλύς	35,4%
Χαρακτηρισμός του εδάφους	Αργιλλοπηλώδες

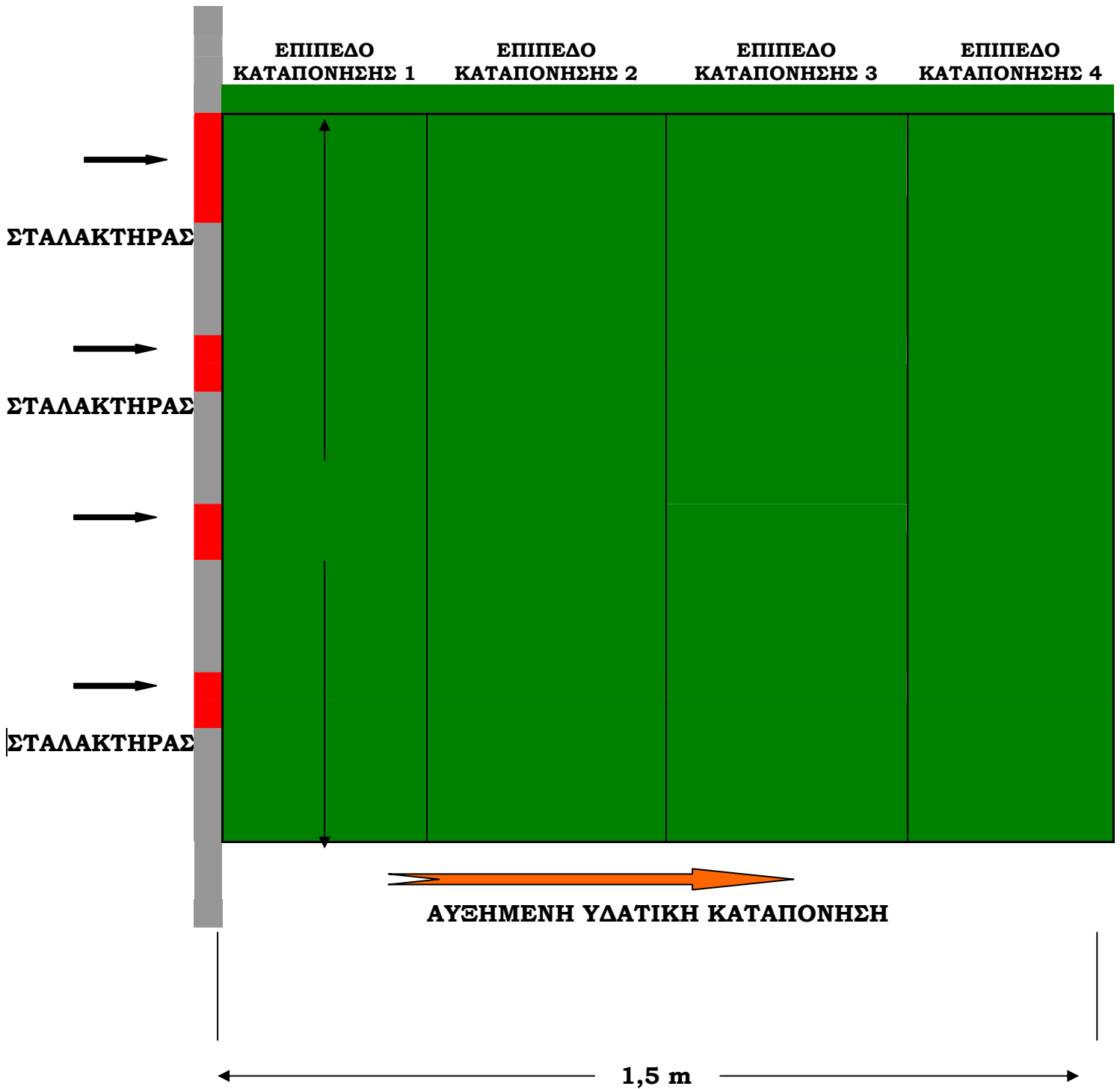
2.2 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με τρεις επαναλήψεις, 30 κύρια τεμάχια-πληθυσμοί (20 τη δεύτερη περίοδο) και 4 υποτεμάχια (4 επίπεδα εδαφικής υγρασίας). Κάθε κύριο τεμάχιο είχε εμβαδόν 1,8 m² (1,5 m × 1,2 m) ενώ κάθε υποτεμάχιο 0,45 m² (1,2 m × 0,375 m) (εικόνα 2.1, φωτό 2.1, 2.2).

Αξιολογήθηκαν δέκα πληθυσμοί σκληρού (*Triticum turgidum ssp. durum*) και δέκα μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum L. em Thell*) τους οποίους προμηθευτήκαμε από το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

Τα επίπεδα εδαφικής υγρασίας διαφοροποιήθηκαν ανάλογα με την απόσταση τους από την πηγή νερού (σταλακτήρες). Η υγρότερη μεταχείριση ήταν εκείνη που γειτνίαζε άμεσα με τον σταλακτήρα και η ξηρότερη εκείνη που βρισκόταν στη μεγαλύτερη απόσταση από αυτόν. Οι ενδιάμεσες μεταχειρίσεις βρίσκονταν μεταξύ των δύο ακραίων (εικόνα 2.1). Η τεχνική αυτή εφαρμόστηκε, με μικρές τροποποιήσεις, από τους Hanks *et al.* (1976).

Διάγραμμα 2.1



ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ Ι	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΙΙ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΙΙΙ
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 17	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ΜΟΥΔΡΟΣ 11
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ	ΑΤΣΙΚΗ 4	ΡΩΜΑΝΟΥ 10
ΑΤΣΙΚΗ 1	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ	ΜΟΥΔΡΟΣ 13
ΑΤΣΙΚΗ 4	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
ΜΟΥΔΡΟΣ 13	ΜΑΥΡΑΓΑΝΙ ΠΡΕΒΕΖΗΣ	ΛΗΜΝΟΣ
ΡΟΣΟΠΟΥΛΙ 8	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ΑΤΣΙΚΗ 1
ΝΤΟΠΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ 184	ΜΑΥΡΑΓΑΝΙ ΣΑΜΟΥ	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 2	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΛΗΜΝΟΣ	ΑΤΣΙΚΗ 15	ΤΖΟΥΛΙΟ 138
ΑΤΣΙΚΗ 6	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΑΤΣΙΚΗ 6
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΚΑΜΙΝΙΑ 7	ΚΑΜΙΝΙΑ 7
ΜΑΥΡΟΘΕΡΙ ΧΙΟΥ 183	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
ΚΑΜΙΝΙΑ 7	ΑΤΣΙΚΗ 6	ΡΟΣΟΠΟΥΛΙ 8
ΑΤΣΙΚΗ 15	ΡΟΣΟΠΟΥΛΙ 8	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 2
ΜΟΥΔΡΟΣ 5	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 17
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 17	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΡΩΜΑΝΟΥ 10	ΜΑΥΡΑΓΑΝΙ ΣΑΜΟΥ
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ΑΤΣΙΚΗ	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 16
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 16	ΝΤΟΠΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ 184	ΜΑΥΡΟΘΕΡΙ ΧΙΟΥ 183
ΜΑΥΡΑΓΑΝΙ ΣΑΜΟΥ	ΜΟΥΔΡΟΣ 11	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
ΑΤΣΙΚΗ	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ΜΟΥΔΡΟΣ 5
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	ΑΤΣΙΚΗ 1	ΜΑΥΡΑΓΑΝΙ ΠΡΕΒΕΖΗΣ
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ΜΟΥΔΡΟΣ 13	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 2	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΑΤΣΙΚΗ 4
ΜΑΥΡΑΓΑΝΙ ΠΡΕΒΕΖΗΣ	ΛΗΜΝΟΣ	ΝΤΟΠΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ 184
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184
ΡΩΜΑΝΟΥ 10	ΜΟΥΔΡΟΣ 5	ΑΤΣΙΚΗ
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 16	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182
ΜΟΥΔΡΟΣ 11	ΜΑΥΡΟΘΕΡΙ ΧΙΟΥ 183	ΑΤΣΙΚΗ 15
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186

Εικόνα 2.2. Η διάταξη των πληθυσμών σκληρού και μαλακού σιταριού το πρώτο πειραματικό έτος. Με έντονα γράμματα τονίζονται οι βιότυποι μαλακού σιταριού, ενώ οι μπλε κατακόρυφες λωρίδες συμβολίζουν τις γραμμές άρδευσης.

ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ Ι	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΙΙ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΙΙΙ
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 17	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 16	ΜΑΥΡΟΘΕΡΙ ΧΙΟΥ
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ	ΜΟΥΔΡΟΣ 5	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΡΩΜΑΝΟΥ 10	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ
ΜΑΥΡΟΘΕΡΙ ΧΙΟΥ 183	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	ΛΗΜΝΟΣ
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 16	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 17	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΜΟΥΔΡΟΣ11
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137
ΜΟΥΔΡΟΣ11	ΑΤΣΙΚΗ 6	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 17
ΜΟΥΔΡΟΣ 5	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΜΑΥΡΟΘΕΡΙ ΧΙΟΥ	ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΙ 16
ΡΩΜΑΝΟΥ 10	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΝΤΟΠΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182
ΛΗΜΝΟΣ	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΑΤΣΙΚΗ 6
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ΜΟΥΔΡΟΣ11	ΜΟΥΔΡΟΣ 5
ΑΤΣΙΚΗ6	ΝΤΟΠΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΤΖΟΥΛΙΟ 138
ΝΤΟΠΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ 184	ΛΗΜΝΟΣ	ΡΩΜΑΝΟΥ 10
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΟΣ 182	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ

Εικόνα 2.3. Η διάταξη των πληθυσμών σκληρού και μαλακού σιταριού το δεύτερο πειραματικό έτος. Με έντονα γράμματα τονίζονται οι βιότυποι μαλακού σιταριού, ενώ η μπλε κατακόρυφες λωρίδες συμβολίζουν τις γραμμές άρδευσης.



Φωτογραφία 2.1. Γενική εικόνα του πειραματικού αγρού, όπου διακρίνονται οι 3 επαναλήψεις



Φωτογραφία 2.2. Τα νήματα διαχωρίζουν τα τέσσερα υποτεμάχια (μεταχειρίσεις)

2.3 Καλλιεργητικά στοιχεία

2.3.1 Εδαφοκατεργασία

Η κατεργασία του εδάφους περιελάμβανε άροση σε βάθος 25 εκ. και εν συνεχεία φρεζάρισμα πριν από τη σπορά.

2.3.2 Σπορά

Η σπορά του αγρού έγινε στις 22/12/2003 και 24/11/04, αντίστοιχα για τα δύο πειραματικά έτη. Η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιήθηκε αναλογούσε σε 16,5 kg ανά στρέμμα.

2.3.3 Ζιζανιοκτονία

Μία μέρα μετά τη σπορά ακολούθησε προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με Glean (chlorsulfuron, 5%) σε ποσότητα 1gr σκευάσματος ανά στρέμμα. Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε με επινώτιο ψεκαστήρα χωρητικότητας 5 lt. Το φάσμα δράσης του Glean είναι πολλά ετήσια πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια των οποίων καταστέλλει την ανάπτυξη (*Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media*, *Chamomilla recutita*, *Gallium aparine*, *Sinapis arvensis*, *Lolium rigidum*, *Phalaris brachystachys* και *Avena sterilis*).

2.4 Τεχνικά στοιχεία

2.4.1 Στέγαστρο

Ο πειραματικός αγρός καλύφθηκε με πλαστικό υλικό κάλυψης ώστε να προστατευτούν τα φυτά από το βρόχινο νερό και να υπάρχει πλήρης έλεγχος της αρδευόμενης ποσότητας. Η κάλυψη της φυτείας τη πρώτη χρονιά πραγματοποιήθηκε 103 ημέρες ύστερα από τη σπορά και τη δεύτερη 106 (φωτό 2.3).

2.4.2 Αρδευτικό σύστημα

Το αρδευτικό σύστημα αποτελείτο από σωλήνες αρδεύσεως οι οποίοι έφεραν σταλακτήρες (εικόνα 2.1, φωτό 2.4). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αρδευτικών σωλήνων ήταν :

Διάμετρος σωλήνων : 32 mm (κύριος) και 16 mm (γραμμή άρδευσης)

Αποστάσεις σταλακτάρων επί της γραμμής : 30 cm

Πίεση λειτουργίας : 1 atm

Παροχή σταλακτιήρα : 6l/ h

Στον πίνακα 2. 2 συνοψίζονται οι αρδεύσεις που έγιναν.



Φωτογραφία 2.3. Ο πειραματικός αγρός μετά την ανέγερση του στεγάστρου.



Φωτογραφία 2.4. Λεπτομέρεια γραμμής άρδευσης που φέρει σταλακτήρες.

πρώτο πειραματικό έτος

Ημερομηνία	Χρόνος άρδευσης (hrs)
15/4/2004	3
16/4/2004	2
20/4/2004	3
26/4/2004	2
28/4/2004	3
29/4/2004	3
03/5/2004	3
06/5/2004	3
10/5/2004	3
12/5/2004	3

δεύτερο πειραματικό έτος

Ημερομηνία	Χρόνος άρδευσης (hrs)
18/3/2005	2
21/3/2005	1
23/3/2005	2
28/3/2005	2
4/4/2005	2
8/4/2005	3
18/4/2005	2
26/4/2005	2
5/5/2005	2

Πίνακας 2.2. Ημερολόγιο άρδευσης κατά τη διάρκεια του πειράματος.

2.5 Παρατηρήσεις-Προσδιορισμοί

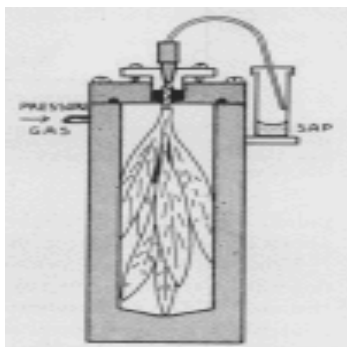
2.5.1 Υδατικό δυναμικό

Η δειγματοληψία για τον προσδιορισμό της υδατικής κατάστασης των φυτών γίνονταν δύο φορές την εβδομάδα, στις 12 μ.μ. όταν η τιμή του υδατικού δυναμικού λαμβάνει την ελάχιστη ημερήσια τιμή. Από κάθε φυτό λαμβάνονταν το νεότερο πλήρως ανεπτυγμένο φύλλο (τρίτο φύλλο από τη κορυφή) μέχρι να αναπτυχθεί τελείως το φύλλο σημαία οπότε οι υπόλοιπες παρατηρήσεις λαμβανόταν αποκλειστικά σ' αυτό. Τα φύλλα τοποθετούνταν μέσα σε πλαστικές σακούλες, κλεισμένες αεροστεγώς και αμέσως μετά σε φορητό ψυγείο μέχρις ότου μεταφερθούν στο εργαστήριο για τις μετρήσεις, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες νερού.

Ο αριθμός των φύλλων που συλλέγονταν ανά υποτεμάχιο (επίπεδο άρδευσης) ήταν τρία, ήτοι εννέα φύλλα και από τις τρεις επαναλήψεις

Το υδατικό δυναμικό των φύλλων αυτών μετρήθηκε με τη μέθοδο του θαλάμου πίεσης. Ο θάλαμος πίεσης που χρησιμοποιήσαμε κατασκευάστηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές των Waring και Cleary (1967). Η μέθοδος αυτή (Scholander *et al.*, 1964, 1965, εικ. 2.5) είναι ο κύριος τρόπος μέτρησης του υδατικού δυναμικού των φύλλων σε συνθήκες αγρού, διότι είναι γρήγορη αξιόπιστη και δεν παρουσιάζει ευαισθησία στη θερμοκρασία. Οι Tyree *et al.* (1974) έδειξαν ότι το Ψ συνήθως μεταβάλλεται λιγότερο από + 0,2 MPa μέσα σε εύρος θερμοκρασιών 0 έως 36 °C.

Με τη τεχνική αυτή ουσιαστικά προσδιορίζεται η αρνητική πίεση απορρόφησης του ανιόντος χυμού στα αγγεία του ξύλου η οποία έχει αποδειχθεί ότι είναι ίση, κατά προσέγγιση, με το υδατικό δυναμικό του φύλλου σε μη αλόφυτα.



Φωτογραφία 2.5. Η αρχή λειτουργίας του θαλάμου πίεσης για τη μέτρηση του υδατικού δυναμικού, όπως αυτή παρουσιάστηκε από τους Scholander *et al.* (1964).

2.5.2 Δείκτης υδατικού δυναμικού (*Water Potential Index*)

Λαμβάνοντας τις επτά μετρήσεις του υδατικού δυναμικού κατασκευάσαμε για κάθε βιότυπο και επίπεδο καταπόνησης ένα διάγραμμα της χρονικής πορείας του. Το ολοκλήρωμα της πορείας του υδατικού δυναμικού περιγράφει τη διάρκεια του υδατικού δυναμικού σε μία δεδομένη περίοδο: $WPD = \int_{I=1} \Psi_1 dt$, όπου Ψ_1 το υδατικό δυναμικό την ημέρα t μέσα στη περίοδο παρατηρήσεων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι περίοδοι είναι δυνατό να διαφέρουν σε διάρκεια για διάφορους λόγους (διαφορές στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου ή τη διάρκεια των μετρήσεων) οι τιμές του WPD γίνονται συγκρίσιμες, μεταξύ διαφορετικών περιπτώσεων, όταν διαιρεθούν με το χρόνο της περιόδου των μετρήσεων. Η τιμή που προκύπτει είναι ο δείκτης υδατικού δυναμικού ($WPI = WPD/n$, όπου n ο χρόνος της περιόδου των παρατηρήσεων (Karamanos & Papatheohari, 1999)

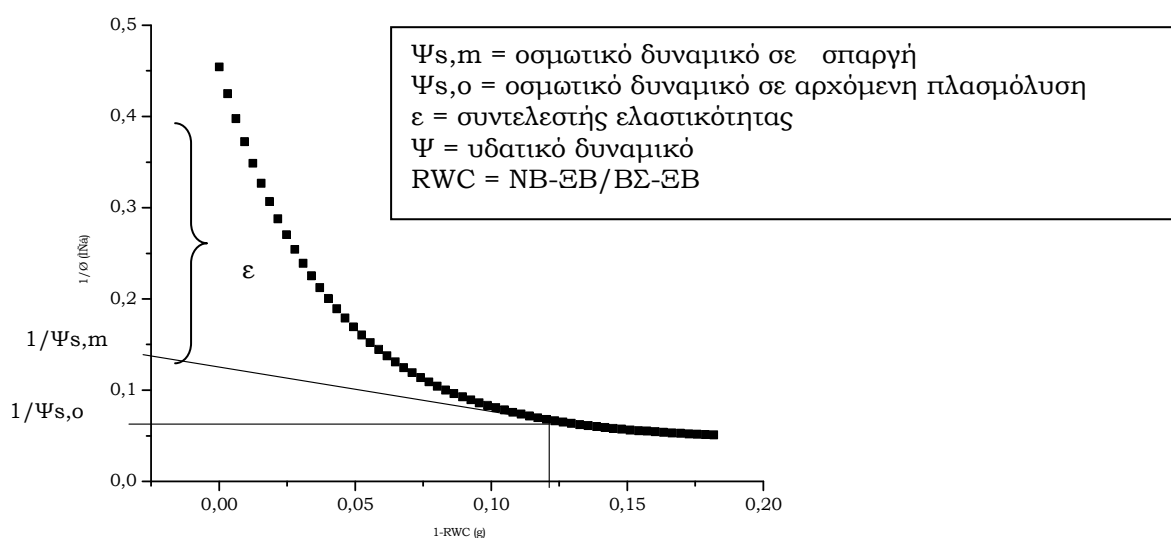
2.5.3 Οσμωτικό δυναμικό και ελαστικότητα κυτταρικών τοιχωμάτων

Η εκτίμηση των παραμέτρων της κυτταρικής υδατικής κατάστασης βασίστηκε στη γραφική τεχνική της καμπύλης πίεσης-όγκου (διάγραμμα 2.4). Η καμπύλη πίεσης-όγκου περιγράφει τη σχέση μεταξύ του υδατικού περιεχομένου των ιστών και των συστατικών του υδατικού δυναμικού αυτών με βάση την παρακάτω εξίσωση:

$1/\Psi_s = WD/\varphi * \rho_s * R * T * N_s$, όπου Ψ_s το οσμωτικό δυναμικό, φ ένας οσμωτικός συντελεστής ρ_s η πυκνότητα του νερού στον συμπλάστη, N_s το σύνολο των μορίων στο δείγμα, R σταθερά των αερίων και T η θερμοκρασία του ιστού (Tyree & Hammel, 1972, Tyree & Jarvis, 1982).

Συνοπτικά, ο σχεδιασμός της καμπύλης ξεκίνησε με ένα φύλλο που είχε ήδη εξεταστεί ως προς το υδατικό δυναμικό του. Εφόσον ζυγίστηκε το φύλλο (νωπό βάρος, NB) τοποθετήθηκε σε δοχείο που περιείχε απιονισμένο νερό, για 24 ώρες, ώστε να κορεστεί και να φτάσει στη πλήρη ενυδάτωση. Ο χώρος όπου βρίσκονταν τα δείγματα ήταν επαρκώς φωτισμένος για να αποφευχθεί η αναπνευστική δραστηριότητα και συνεπώς η κατανάλωση φωτοσυνθετικών ουσιών. Το κορεσμένο σε νερό φύλλο ζυγίστηκε ξανά (βάρος σπαργής, BΣ) και ακολούθησε μέτρηση του υδατικού δυναμικού του στον θάλαμο πίεσης με σταθερά χαμηλό ρυθμό εισαγωγής του αερίου αζώτου. Η ίδια διαδικασία

επαναλήφθηκε τέσσερις φορές σε χρονικό διάστημα ενός ημῆρου για κάθε φύλλο, δεδομένου του μεγάλου όγκου των δειγμάτων που έπρεπε να εξεταστούν. Με το πέρας των σχετικών μετρήσεων τα φύλλα τοποθετήθηκαν σε φούρνο στους 105°C μέχρις ότου απομακρυνθεί το περίσσιο νερό και εν συνεχεία επαναζυγίστηκαν (ξηρό βάρος, ΞΒ). Το διάγραμμα 2.1 σχεδιάστηκε από τις αντίστροφες τιμές υδατικού δυναμικού που προέκυψαν σε σχέση με το σχετικό υδατικό έλλειμμα (1-Relative Water Content).



Διάγραμμα 2.1. Η καμπύλη πίεσης όγκου για τον πληθυσμό Αθήρας Κέρκυρας 137 κατά τη πρώτη περίοδο, 120 ημέρες από τη σοδιά, στο τέταρτο επίπεδο υδατικής καταπόνησης. Επί του γραφήματος υποδεικνύονται οι παράμετροι της υδατικής κατάστασης που υπολογίστηκαν.

2.5.4 Αντίσταση στοματίων

Παράλληλα με τη μέτρηση του υδατικού δυναμικού λάμβαναν χώρα παρατηρήσεις της στοματικής αντίστασης της κάτω επιφάνειας του ελάσματος των φύλλων. Επιπρόσθετα σε κάθε πειραματική περίοδο πραγματοποιήθηκαν δύο ολοήμερες παρατηρήσεις της αντίστασης των στοματίων (120 και 135 ημέρες από τη σοδιά για την πρώτη, 126 και 154 για τη δεύτερη περίοδο) που ξεκίναγαν στις 7π.μ. και ολοκληρώνονταν στις 7μ.μ., με τακτικότητα μίας ώρας. Για κάθε υποτεμάχιο δειγματίζονταν τρία φύλλα με τη βοήθεια πορομέτρου αέριας κυκλικής ροής (AP4, Delta-T Devices Ltd., Burwell, Cambridge, U.K.).

2.5.5 Θερμοκρασία φυλλώματος

Η θερμοκρασία φυλλώματος λαμβανόταν δύο φορές την εβδομάδα στις 12 μ.μ. , την ίδια ώρα που μετράγαμε το υδατικό δυναμικό των φύλλων. Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια θερμομέτρου υπέρυθρων ακτινών (*Raytek, Model RAYST 2XU*). Η διαφορά θερμοκρασίας φύλλου – αέρα υπολογίσθηκε σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα κάτω από τα στέγαστρα, η οποία μετριόταν με τη βοήθεια θερμομέτρων ελαχίστου – μεγίστου που είχαν τοποθετηθεί στον περιβάλλοντα χώρο.

2.5.6 Συστροφή του ελάσματος

Η εκτίμηση του τυλίγματος των φύλλων πραγματοποιήθηκε μέσω οπτικής παρατήρησης της φυτείας σε κάθε ημέρα μέτρησης του υδατικού δυναμικού. Χρησιμοποιήθηκε κλίμακα τεσσάρων επιπέδων (0, 33, 66, 100) που αντιπροσώπευαν το ποσοστό των συνεστραμμένων φύλλων στο σύνολο έκαστου υποτεμαχίου.

2.6 Μετρήσεις ανάπτυξης των φυτών

2.6.1 Γήρανση των φύλλων

Ο προσδιορισμός της γήρανσης έγινε με βάση τον αριθμό των πράσινων και κίτρινων φύλλων που παρατηρούσαμε δύο φορές την εβδομάδα σε δύο σταθερά φυτά ανά μεταχείριση. Ο ρυθμός γήρανσης προσδιορίστηκε με βάση το συντελεστή παλινδρόμησης που προέκυψε από τη γραμμική παλινδρόμηση ανάμεσα στο συνολικό αριθμό κίτρινων φύλλων και το χρόνο (ημέρες από τη σπορά). Ο χρόνος εμφάνισης του πρώτου κίτρινου υπολογίστηκε από το κλάσμα $-a/b$, χρησιμοποιώντας τους συντελεστές από την ίδια γραμμική παλινδρόμηση (Ritchie και Nesmith, 1991).

2.6.2 Ριζικό σύστημα

Η δειγματοληψία εδάφους για τον προσδιορισμό του ριζικού συστήματος πραγματοποιήθηκε 150 ημέρες από τη σπορά, και για τις δύο περιόδους, χρονικό σημείο όπου σηματοδοτήθηκε το τέλος της ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος των φυτών. Εδαφικός κύλινδρος εξήχθη με ειδικό δειγματολήπτη, πάνω στη γραμμή σποράς, σε βάθος 25 εκατοστών. Το δείγμα χωρίστηκε σε

δύο ίσα τμήματα μήκους 12,5 εκ. και εν συνεχεία προστέθηκε διάλυμα πολυφωσφορικού νατρίου 0,5% ώστε να επιτευχθεί η διασπορά των κολλοειδών του εδάφους, οπότε θα ήταν εύκολος ο αποχωρισμός των ριζών. Τέλος, το δείγμα του εδάφους κοσκινιζόταν από δύο κόσκινα διαφορετικής διαμέτρου στα οποία συγκρατούνταν οι ρίζες, οι οποίες ελαμβάνοντο ακολουθώντας με λαβίδες. Μετρήσαμε την συνολική επιφάνεια του ριζικού συστήματος με τη βοήθεια προγράμματος στον Η/Υ (χρήση *software* της *DT Scan, Delta Devices Ltd*), αφού είχε προηγηθεί σάρωση σε συσκευή σάρωσης (*Epson Perfection 1600, Photo*).

2.6.3 Ύψος φυτών

Το τελικό ύψος μετρήθηκε σε τρία φυτά ανά επίπεδο άρδευσης 145 και 165 ημέρες ύστερα από τη σπορά. Ως τελικό ύψος θεωρήσαμε την απόσταση από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το άκρο του στάχυ.

2.7 Τελικές αποδόσεις

2.7.1 Απόδοση σε βιομάζα

Ο θερισμός του αγρού πραγματοποιήθηκε στις 13/6/2003⁴ (168 ημέρες από τη σπορά) και στις 17/6/2005 (205 ημέρες από τη σπορά) σε όλη του την έκταση και τα δείγματα ζυγίστηκαν αφού αποξηράνθηκαν υπό φυσικές συνθήκες *in situ*. Τα αποτελέσματα ανήχθησαν σε kg/στρέμμα.

2.7.2 Απόδοση σε καρπό

Ακολούθησε αλωνισμός των δειγμάτων σε αλωνιστική μηχανή και στη συνέχεια ζύγισμα σε ζυγό ακριβείας. Τα αποτελέσματα ανήχθησαν σε kg/στρέμμα.

2.7.3 Συντελεστής συγκομιδής (*Harvest Index*)

Ο συντελεστής συγκομιδής υπολογίστηκε διαιρώντας την απόδοση σε καρπό με την απόδοση σε βιομάζα.

2.7.4 Μέσο βάρος καρπών

Αφού μετρήσαμε 100 σπόρους ανά πειραματικό τεμάχιο, τους ζυγίσαμε σε ζυγό ακριβείας και διαιρέσαμε το αποτέλεσμα με τον αριθμό των σπόρων.

2.7.5 Αριθμός σπόρων ανά στάχυ

Από κάθε υποτεμάχιο λαμβάναμε τρεις ταξιανθίες, από τις οποίες μετρήσαμε τον αριθμό των καρπών ανά στάχυ.

2.7.6. Αριθμός γόνιμων αδελφιών ανά φυτό

Προσδιορίστηκε από τρία τυχαίως επιλεγμένα φυτά ανά υποτεμάχιο.

2.8 Μετεωρολογικές παρατηρήσεις

Οι ημερήσιες μέσες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας, της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας και της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του πειράματος, ελήφθησαν από το Εθνικό Παρατηρητήριο Αθηνών που εδράζεται ένα χιλιόμετρο απόσταση, ανατολικά της τοποθεσίας του πειραματικού αγρού.

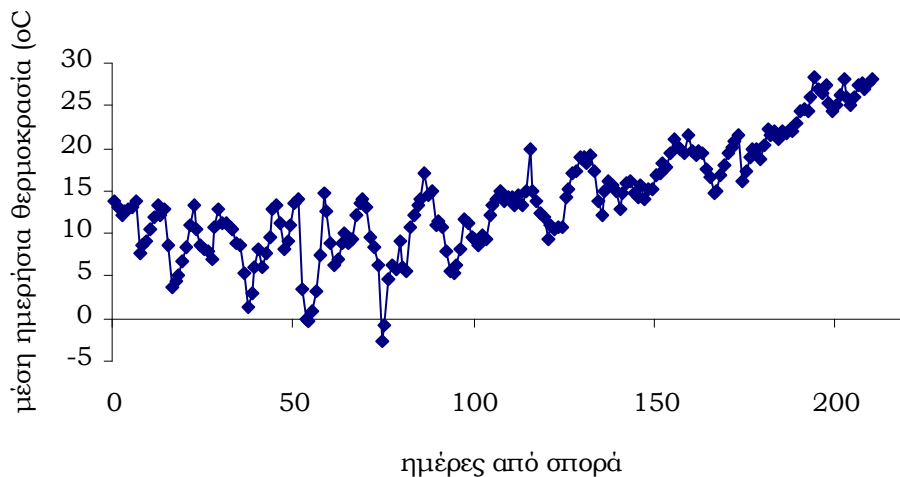
2.9 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και την παρουσίαση τους χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά προγράμματα *Microsoft Excel Statgraphics 5.1.* και *Origin Pro 8.* Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με βάση τη μέθοδο του Duncan.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

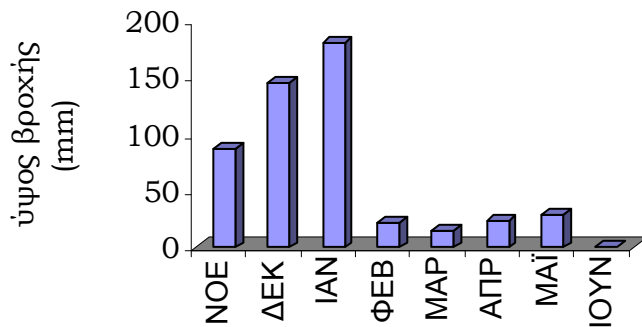
3.1 Μετεωρολογικά στοιχεία

Φαίνεται ότι η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα, κατά τις πρώτες ημέρες του βιολογικού κύκλου, τόσο την πρώτη, όσο και τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο βοήθησε αποφασιστικά για το φύτρωμα και τη καλή εγκατάσταση των νεαρών σπορόφυτων αφού διακυμάνθηκε σε τιμές ευνοϊκές. Αν εξαιρέσουμε κάποιες σύντομες περιόδους όπου η θερμοκρασία περιορίστηκε σε χαμηλά επίπεδα, απαγορευτικά για ανάπτυξη, η πορεία της παρουσίασε ανοδική τάση στο στάδιο της ωρίμανσης των καρπών (διαγράμματα 3.1^α και β).



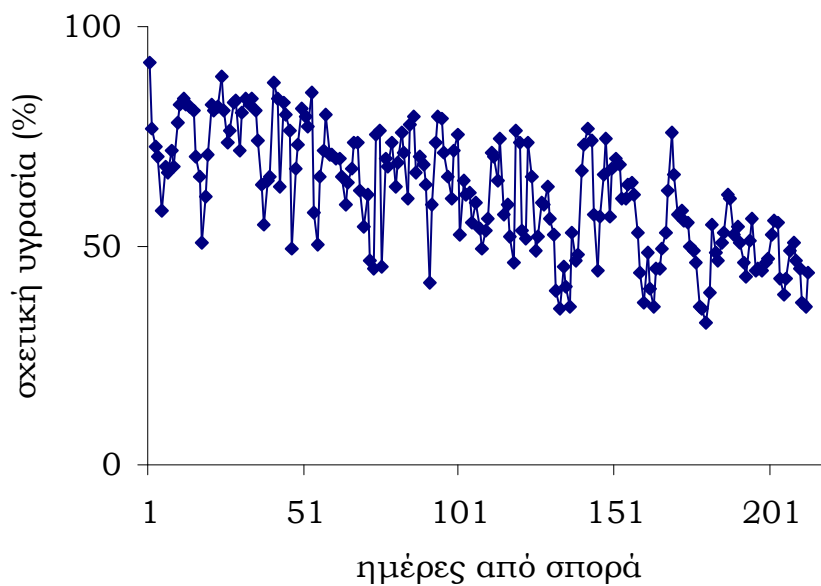
Διάγραμμα 3.1. Η πορεία της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

Η εξέταση της μηνιαίας κατανομής των βροχοπτώσεων (διάγραμμα 3.2) αποδεικνύει ότι οι πληθυσμοί ικανοποίησαν τις ανάγκες τους σε νερό για βλάστηση εφόσον δέχθηκαν συνολικά, τους κρίσιμους μήνες όπου δεν είχε τοποθετηθεί το στεγάστρο, 360 mm ύδατος. Επίσης, είναι προφανές ότι με την τοποθέτηση του στεγάστρου αποφεύχθηκαν 53 mm βρόχινου νερού, περίπου.



Διάγραμμα 3.2. Η μηνιαία κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

Στο διάγραμμα 3.3 παρουσιάζεται η πορεία της μέσης σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος ανάπτυξης των φυτών.



Διάγραμμα 3.3. Η μέση σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

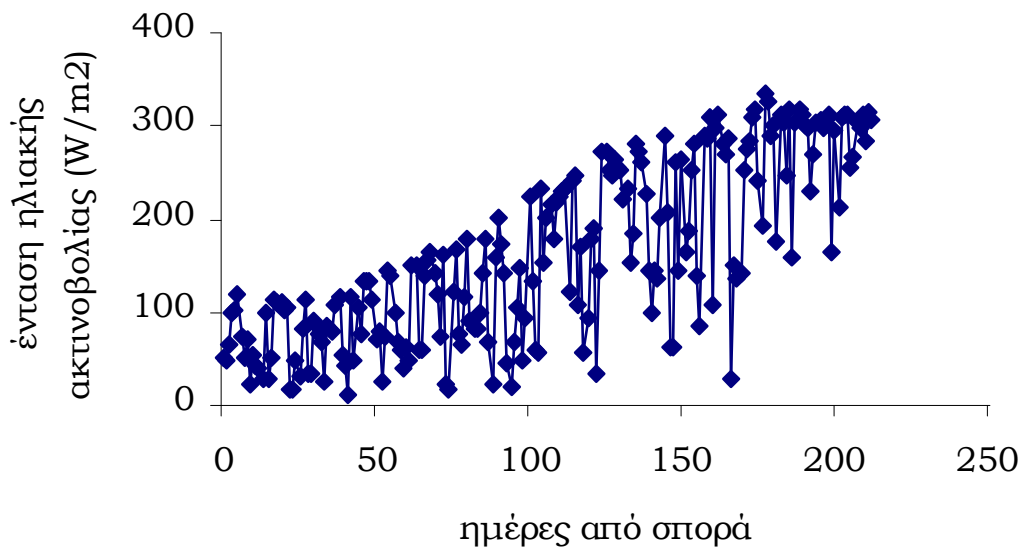
Η σχετική υγρασία εμφάνισε έντονες αυξομειώσεις οι οποίες λάμβαναν χώρα σε διάστημα μίας εβδομάδας, περίπου. Οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν κατά τις πρώτες μέρες από τη σπορά, πλησίον του 90%, ενώ οι μικρότερες στα τελευταία στάδια ανάπτυξης (35%). Η

παραπάνω διαπίστωση γίνεται σαφέστερη εάν λάβουμε υπόψη μας τα δεδομένα του πίνακα 3.1, ο οποίος δείχνει τη διαβάθμιση της σχετικής υγρασίας σε τέσσερις βασικές περιόδους ανάπτυξης των φυτών.

Πίνακας 3.1. Οι μέσοι όροι των τιμών της σχετικής υγρασίας στις βασικές περιόδους ανάπτυξης των γονότυπων.

Περίοδοι ανάπτυξης	Πρώτη ανάπτυξη	Βλαστητική φάση	Αναπαραγωγική φάση	Ωρίμανση
μ.σ.υγρασία	72,25%	68,38%	55,51%	48,25%
τυπικό σφάλμα	1,62	9,3388	10,692	10,432

Η γενική εικόνα της επικρατούσης ηλιακής έντασης στη διάρκεια του πρώτου πειραματικού έτους έδειξε ανοδική τάση, γεγονός απολύτως φυσιολογικό, αν λάβουμε υπόψη ότι το πείραμα περατώθηκε το καλοκαίρι. Παρ' όλα αυτά, υπογραμμίζονται οι έντονες αυξομειώσεις της μετεωρολογικής μεταβλητής, ιδίως στη περίοδο που οριοθετείται ογδόντα έως εκατον είκοσι ημέρες από τη σπορά.



Διάγραμμα 3.4. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

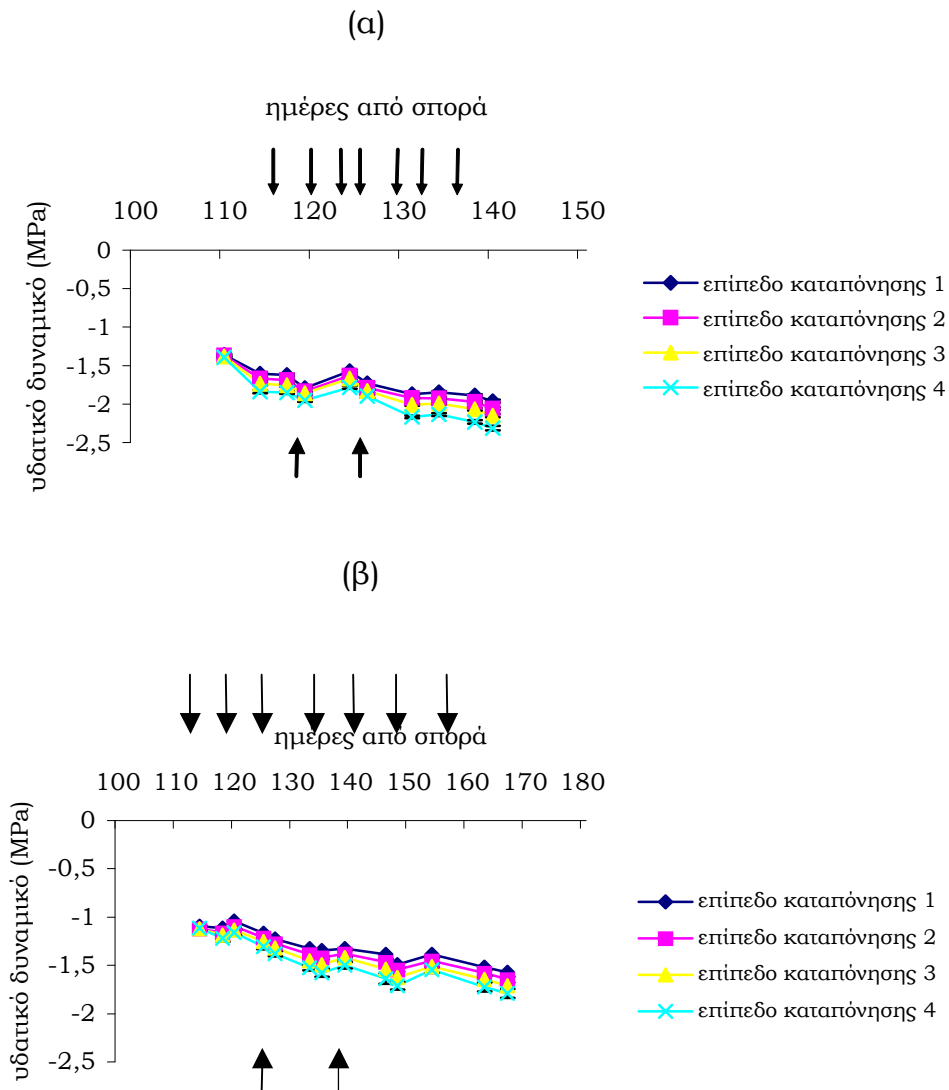
3.2 Υδατικό Δυναμικό

Η γενική πορεία του υδατικού δυναμικού όλων των βιότυπων μαλακού σιταριού κατά τη διάρκεια του πρώτο και δεύτερου πειραματικού έτους απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.5α, β ενώ οι επιμέρους πορείες παρουσιάζονται στα διαγράμματα 3.6 και 3.7. Είναι ορατή η προοδευτικά πτωτική τάση του υδατικού δυναμικού στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης καθώς και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης, ιδιαίτερα στα ακραία υποτεμάχια.

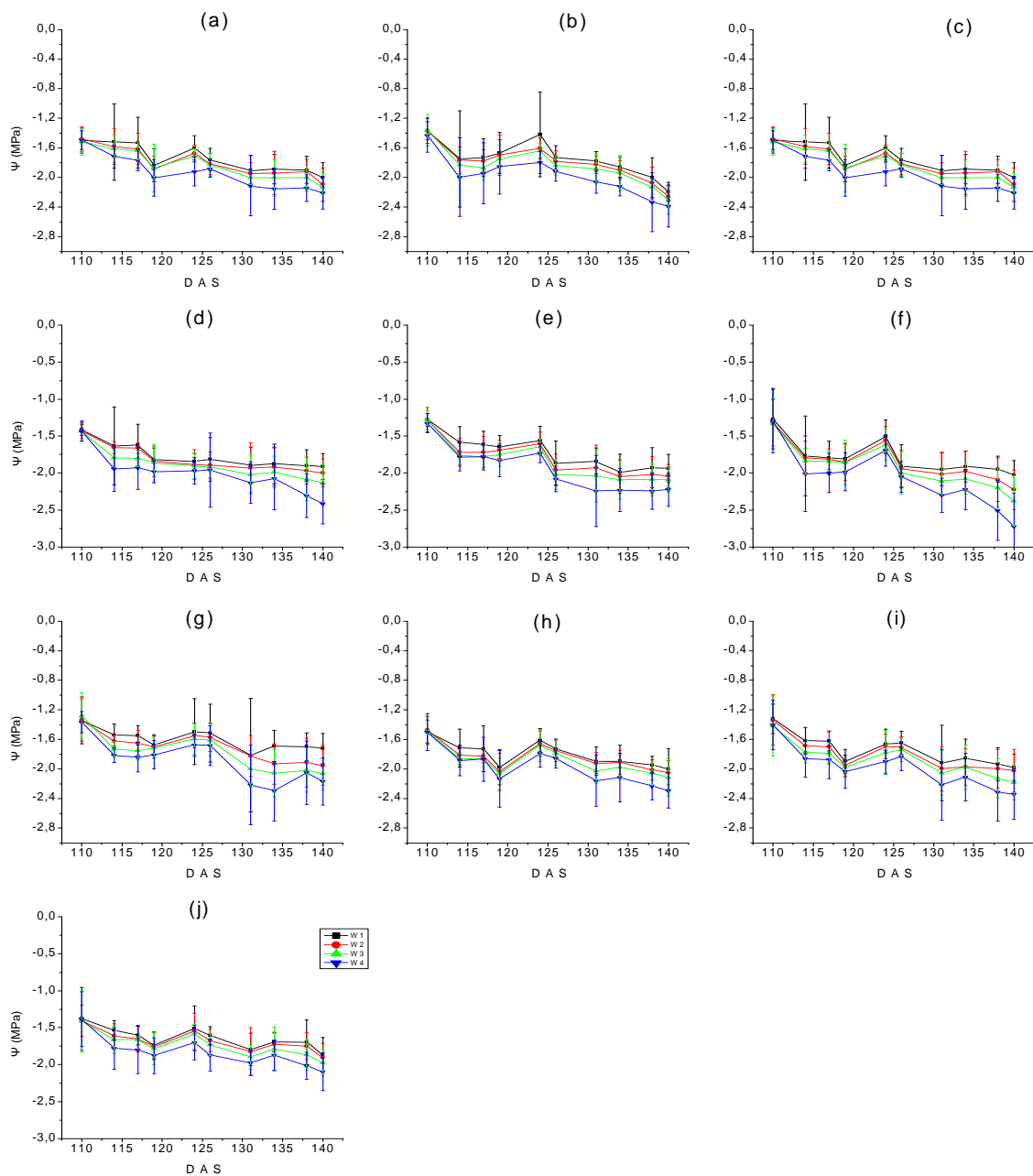
Η πρώτη παρατήρηση πραγματοποιήθηκε όταν δεν είχε διαβαθμιστεί η εδαφική υγρασία με αποτέλεσμα η τιμή του υδατικού δυναμικού να κυμαίνεται μεταξύ -1 και $-1,2$ MPa για όλες τις μεταχειρίσεις. Το πρώτο έτος οι χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου ελήφθησαν στο στάδιο της ωρίμανσης των καρπών, 140 ημέρες από τη σπορά, σε εύρος που κυμάνθηκε από $-1,6$ MPa έως $-2,2$ MPa ενώ είναι χαρακτηριστική, ιδιαιτέρως στο ξηρότερο υποτεμάχιο, η παρατηρούμενη πτώση του υδατικού δυναμικού από $-1,5$ MPa στα -2 MPa. Η υψηλότερη αιχμή στη πορεία του υδατικού δυναμικού εξαιρουμένης της αρχικής παρατήρησης, εντοπίστηκε 125 ημέρες από τη σπορά, σε όλα τα επίπεδα υδατικής καταπόνησης με τιμές από $-1,3$ MPa έως $-1,7$ MPa. Αντίστοιχα το δεύτερο έτος η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε 167 ημέρες από τη σπορά σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης κυμαινόμενη από $-1,57$ έως $-1,79$ MPa, ενώ αξιοσημείωτες είναι και οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου στο στάδιο της πλήρους άνθησης. Επίσης σημαντικές είναι οι διακοπές στην συνεχώς μειούμενη πορεία του υδατικού δυναμικού με ιδιαίτερη έμφαση στην κορυφή που παρατηρήθηκε 154 ημέρες από τη σπορά και δευτερευόντως στην αιχμή κατά την όγδοη παρατήρηση.

Η μεγαλύτερη διαφορά στο υδατικό δυναμικό εξαιρουμένης της αρχικής παρατήρησης, τη πρώτη περίοδο, παρατηρήθηκε μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 1 και 4 στα τελευταία στάδια του βιολογικού κύκλου των φυτών ($0,35$ MPa), ενώ η ελάχιστη επίσης μεταξύ των ακραίων μεταχειρίσεων, παρατηρήθηκε 114 ημέρες από τη σπορά ($0,16$ MPa). Το επόμενο έτος οι αντίστοιχες διαφορές διαμορφώθηκαν στα στάδια της άνθησης ($0,25$ MPa) και λίγο πριν το ξεστάχυσμα ($0,1$ MPa). Σε κάθε περίπτωση το υδατικό δυναμικό των επιπέδων καταπόνησης 2

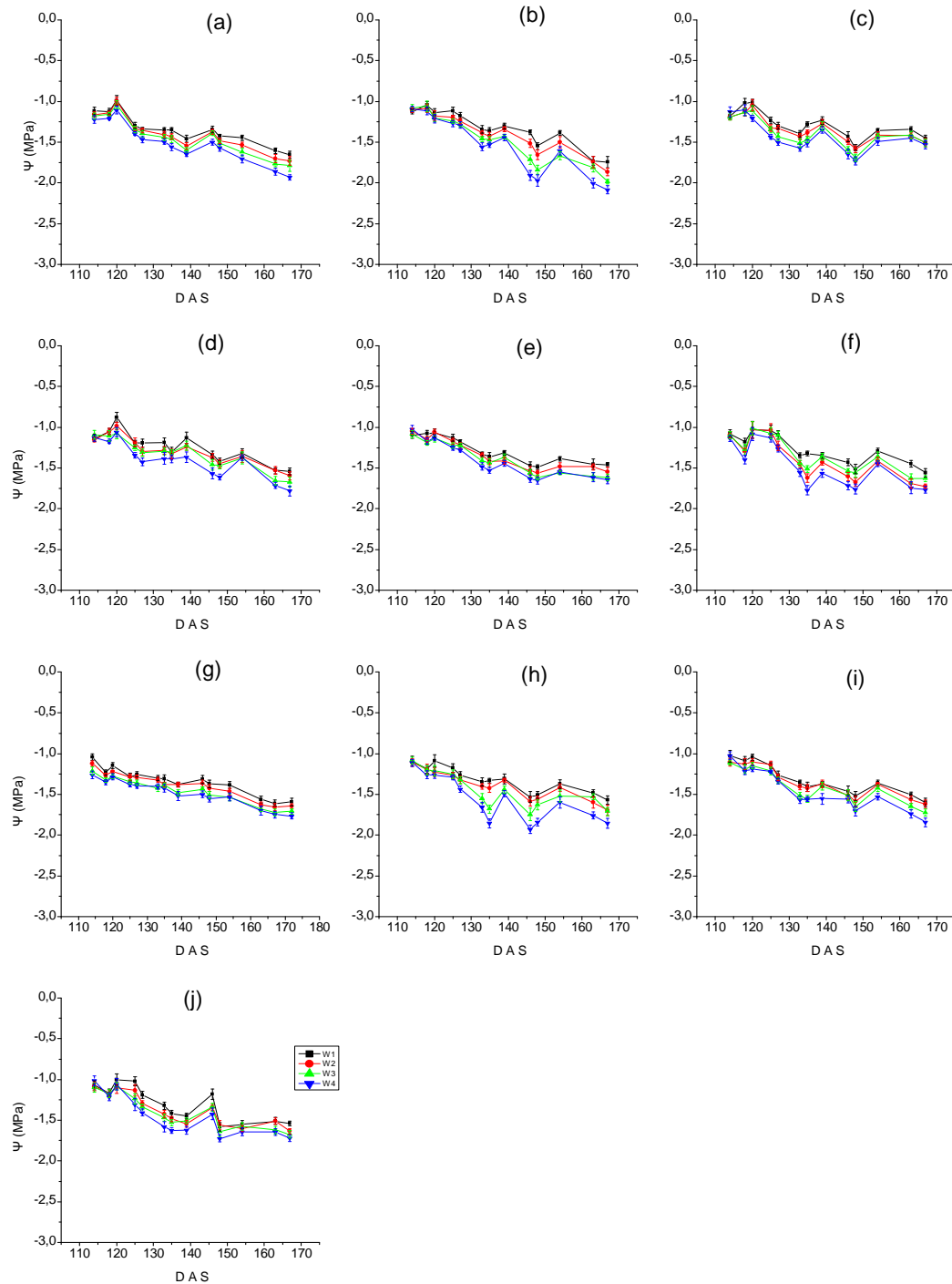
και 3 έλαβε ενδιάμεσες τιμές έχοντας πάντοτε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη δεύτερη παρατήρηση και κατόπιν, σε σχέση με την τελευταία μεταχείριση. Σε ορισμένες παρατηρήσεις υπήρξε πλήρως στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ όλων των επιπέδων καταπόνησης.



Διάγραμμα 3.5. Η γενική πορεία του υδατικού δυναμικού (μέση τιμή) για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά τη πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.



Διάγραμμα 3.6. Οι επιμέρους πορείες του υδατικού δυναμικού των βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης (W1 έως W4) κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, κ:Χάσικο Κρήτης.



Διάγραμμα 3.7. Οι επιμέρους πορείες του υδατικού δυναμικού των βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης (W1 έως W4) κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, γ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, ι:Αθήρας Κέρκυρας 186, κ:Χάσιχο Κρήτης.

3.3 Δείκτης Υδατικού Δυναμικού (Water Potential Index, WPI)

Οι τιμές του WPI με τις στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, ανά βιότυπο και πειραματικό έτος, παρουσιάζονται στους πίνακες 3.2α και β. Είναι φανερό η σαφής κλιμάκωση του WPI κατά μήκος των μεταχειρίσεων με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τη μεγαλύτερη πτώση στη τιμή του WPI, από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4, το δύο πειραματικά έτη, έδειξαν αντίστοιχα οι βιότυποι Αθήρας Κέρκυρας 137 και Αθήρας Κέρκυρας 184 ενώ τη μικρότερη οι Αθήρας Κέρκυρας 184 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182.

Πίνακας 3.2. Οι μέσες τιμές του δείκτη υδατικού δυναμικού (MPa) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,749a	-1,8b	-1,838c	-1,956d
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-1,645a	-1,688b	-1,742c	-1,847d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-1,803a	-1,851b	-1,9c	-1,993d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-1,793a	-1,836b	-1,9c	-2,02d
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,804a	-1,864b	-1,92c	-2,076d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,71a	-1,768b	-1,822c	-1,929d
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-1,74a	-1,818b	-1,877c	-1,973d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-1,759a	-1,824b	-1,88c	-2d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,615a	-1,709b	-1,791c	-1,909d
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,733a	-1,793b	-1,845c	-1,984d
Μ.Ο.	-1,735a	-1,795b	-1,851c	-1,968d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,412a	-1,475b	-1,522c	-1,6d
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-1,343a	-1,41b	-1,438b	-1,499c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-1,346a	-1,411b	-1,472b	-1,594c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-1,263a	-1,31b	-1,351b	-1,426c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,297a	-1,371b	-1,428c	-1,506d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,305a	-1,362b	-1,407c	-1,453d
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-1,316a	-1,369b	-1,419c	-1,448c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-1,342a	-1,376a	-1,436b	-1,494c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,379a	-1,427b	-1,497c	-1,523c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,36a	-1,427b	-1,518c	-1,58c
Μ.Ο.	-1,336a	-1,393b	-1,449c	-1,512d

Την πρώτη περίοδο του πειράματος την υψηλότερη τιμή WPI στο υγρό υποπεμάχιο έδωσε ο Αθέρας Κέρκυρας 137 (-1,615 MPa) και τη χαμηλότερη ο Ζουλίτσα Αρκαδίας (-1,814 MPa), ο οποίος συνέχισε να είναι ο πλέον καταπονημένος βιότυπος σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης. Επιπρόσθετα τονίζεται η διατήρηση του Χάσικου Κρήτης στα επίπεδα καταπόνησης 2, 3 και 4 στην πρώτη θέση του σχετικού πίνακα κατάταξης με αντίστοιχες τιμές -1,688 MPa, -1,742 MPa και -1,847 MPa. Ελαφρώς εντονότερες, στατιστικά σημαντικές, διαφορές μεταξύ των πληθυσμών παρατηρήθηκαν στη ξηρότερη μεταχείριση χωρίς αυτή η παρέκκλιση να οδηγήσει σε διαφοροποιήσεις στις θέσεις που κατέλαβαν οι βιότυποι σχετικά με τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Την πιο έντονη διαφορά, στη πρώτη μεταχείριση είχαν ο Αθέρας Κέρκυρας 137 με τον Ζουλίτσα Αρκαδίας (0,189 MPa) ενώ στα ίδια σχεδόν επίπεδα βρέθηκαν οι Αθέρας Κέρκυρας 184 και Ζουλίτσα Αρκαδίας με τιμές περί τα -1,8 MPa. Στις επόμενες μεταχειρίσεις το μεγαλύτερο εύρος τιμών παρατηρήθηκε σταθερά μεταξύ Χάσικου Κρήτης και Ζουλίτσα Αρκαδίας με αποκορύφωμα στις ξηρότερες συνθήκες όπου η διαφορά ήταν 0,223 MPa (πίνακας 3.3α).

Το δεύτερο έτος σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης αποκαλύφθηκε έντονη διαφοροποίηση του WPI με την στατιστική ανάλυση να καταδεικνύει τη μεγάλη ικανότητα των βιότυπων να διατηρούν τη θέση τους στον πίνακα κατάταξης 3.3β, εκτός λίγων εξαιρέσεων (Ζουλίτσα Αρκαδίας, Αθέρας Κέρκυρας 184 στο επίπεδο καταπόνησης 3). Ο Γκρινιάς 148 εντοπίστηκε πάντοτε στη πρώτη θέση σε αντίθεση με τον Τζούλιο 138 που ήταν μονίμως τελευταίος στη σχετική κατάταξη. Το εύρος τιμών μεταξύ των δύο προαναφερθέντων πληθυσμών κυμάνθηκε από 0,15 έως 0,174 MPa βαίνοντας αυξανόμενο από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4.

Πίνακας 3.3. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το δείκτη υδατικού δυναμικού, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	1a	2b	2b	2b	-1,756ef
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	2b	1a	1a	1a	-1,731f
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	3c	3c	3c	3c	-1,807de
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	4cd	4d	5c	6ef	-1,839b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	5d	6ef	6d	5de	-1,852c
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	6d	5de	4c	4d	-1,836d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	7d	7f	7de	7fg	-1,866c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	8e	8fg	9ef	9g	-1,887b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	9e	9gh	8def	7ef	-1,887b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	10e	10h	10f	10h	-1,916a

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1a	1a	1a	1a	-1,337a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	2ab	4bc	5bc	6d	-1,4bc
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	3abc	2b	2d	3abc	-1,382b
ΣΚΥΛΟΠΤΕΡΑ ΠΤΟΛΕΜΙΔΑΣ 182	4bc	3bc	3b	2ab	-1,388b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	5bcd	8d	9cd	8e	-1,472e
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	6bcd	5bc	6bc	4bcd	-1,412cd
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	7bcd	6cd	7bc	5cd	-1,423d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	8cd	7cd	4bc	9e	-1,455e
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	9de	9d	8cd	7d	-1,457e
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	10e	10e	10d	10e	-1,502f

3.4 Ωσμωτικό δυναμικό σε σπαργή($\psi_{s,m}$)

3.4.1 Γενική πορεία

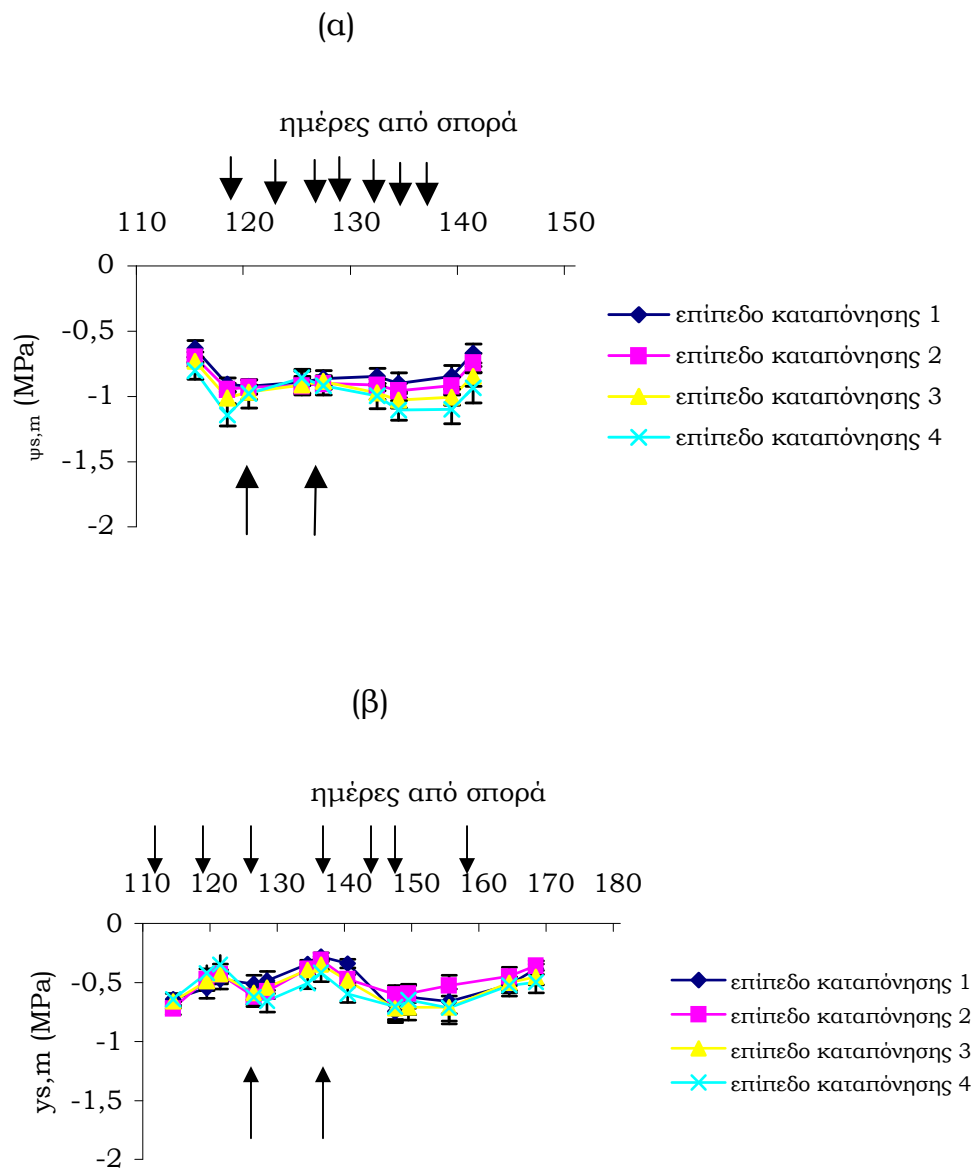
Η εξέταση της γενικής χρονικής πορείας όλων των βιότυπων μαλακού σιταριού αποκάλυψε μια σχετική σταθερότητα η οποία διακοπτόταν από κάποιες περιόδους αιχμής ενώ ήταν φανερή η διαβάθμιση των τιμών ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης (διάγραμμα 3.8). Ειδικότερα, στη πρώτη παρατήρηση οι τιμές του $\psi_{s,m}$ στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης και τα δύο έτη βρέθηκαν μεταξύ $-0,5$ και $-0,7$ MPa χωρίς να εντοπιστούν στατιστικά σημαντικές αλλαγές. Η χαμηλότερη μέση τιμή του $\psi_{s,m}$ για τη πρώτη περίοδο παρατηρήθηκε 118 ημέρες από τη σπορά κυμαινόμενη από $-0,9$ έως $-1,15$ MPa για τα επίπεδα καταπόνησης 1 και 4 αντίστοιχα. Σχεδόν ίδιες τιμές παρατηρήθηκαν 134 και 139 ημέρες από τη σπορά αλλά με στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των τιμών των τεσσάρων μεταχειρίσεων. Τη δεύτερη χρονιά οι χαμηλότερες τιμές του $\psi_{s,m}$ συνέπεσαν κατά τη περίοδο 150 με 160 ημέρες από τη σπορά ($-0,52$ έως $-0,71$ MPa). Κοινό χαρακτηριστικό και των δύο ετών ήταν η ανοδική τάση του $\psi_{s,m}$ στα τελικά στάδια της ωρίμανσης των καρπών. Πάντως σε γενικές γραμμές οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ήταν δυσδιάκριτες, ενώ οι επιμέρους πορείες των βιότυπων διαφοροποιήθηκαν κατά περίπτωση (διαγράμματα 3.9 και 3.10).

3.4.2 Ολοκλήρωμα χρονικής πορείας ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή

Αφού υπολογίστηκε το ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας του $\psi_{s,m}$ για όλους τους βιότυπους και για κάθε επίπεδο καταπόνησης, καταρτίστηκαν τελικά οι πίνακες 3.4α και β των μέσων τιμών της μεταβλητής για τα δύο πειραματικά έτη. Επιπρόσθετα, στους πίνακες 3.5α και β παρατίθενται οι στατιστικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών μαζί με την κατάταξη τους στο κάθε επίπεδο καταπόνησης.

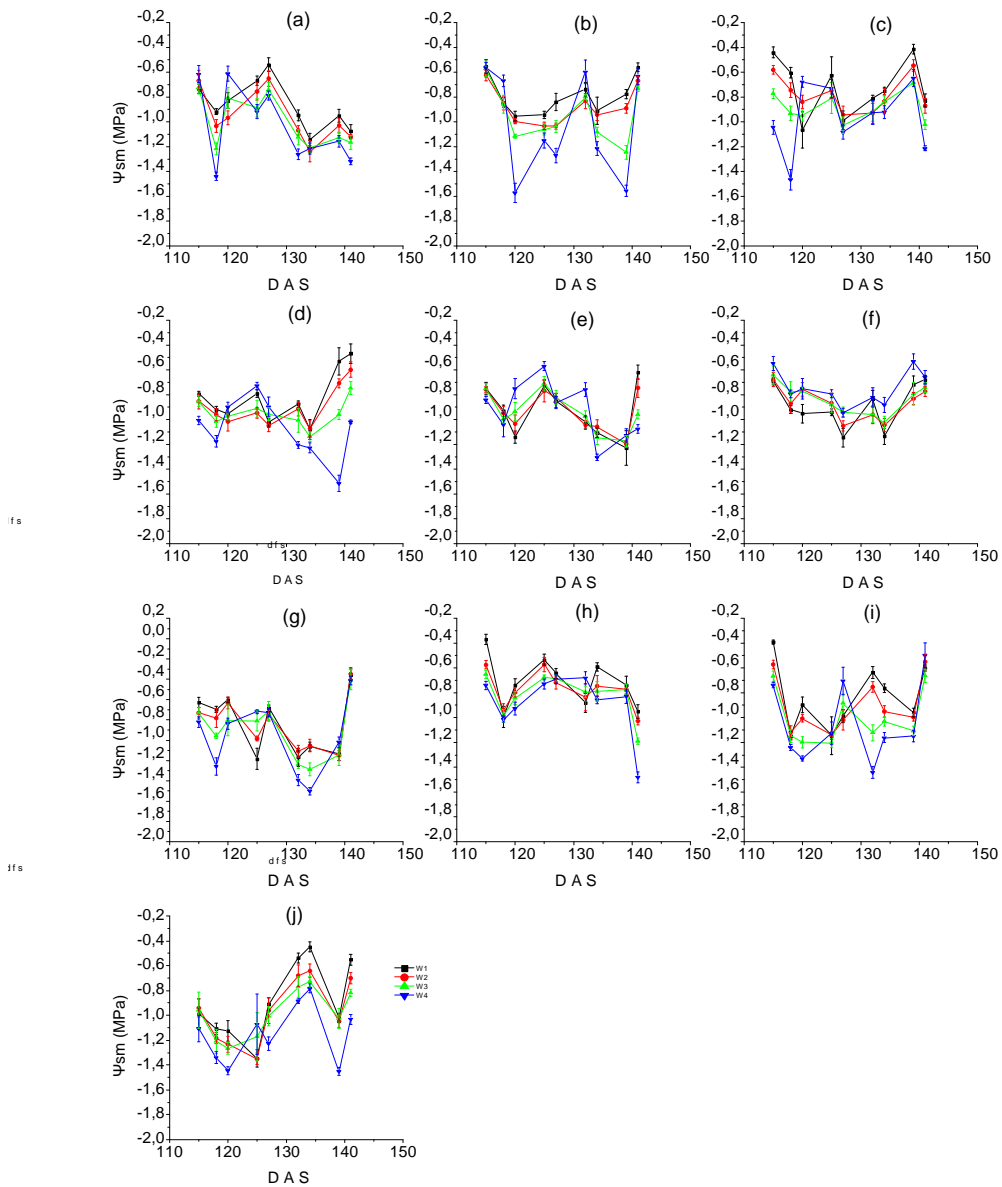
Οι πολλαπλές συγκρίσεις των μέσων τιμών του χρονικού ολοκληρώματος, ανάμεσα στις μεταχειρίσεις έδειξαν ότι οι κατά κύριο λόγο το $\psi_{s,m}$ μειώθηκε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4. Ειδικότερα, οι συγκρίσεις των μέσων των κυρίων τεμαχίων το πρώτο έτος έδειξαν μια έντονη διαφοροποίηση με κορυφαία

απόκλιση εκείνη μεταξύ των Αθήρα Κέρκυρας 184 και Χάσικο Κρήτης κατά 0,244 MPa. Ελέγχοντας τις διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις άρδευσης για έκαστο πληθυσμό γίνεται κατανοητό ότι το ολοκλήρωμα του $\psi_{s,m}$ μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά για τους περισσότερους βιότυπους



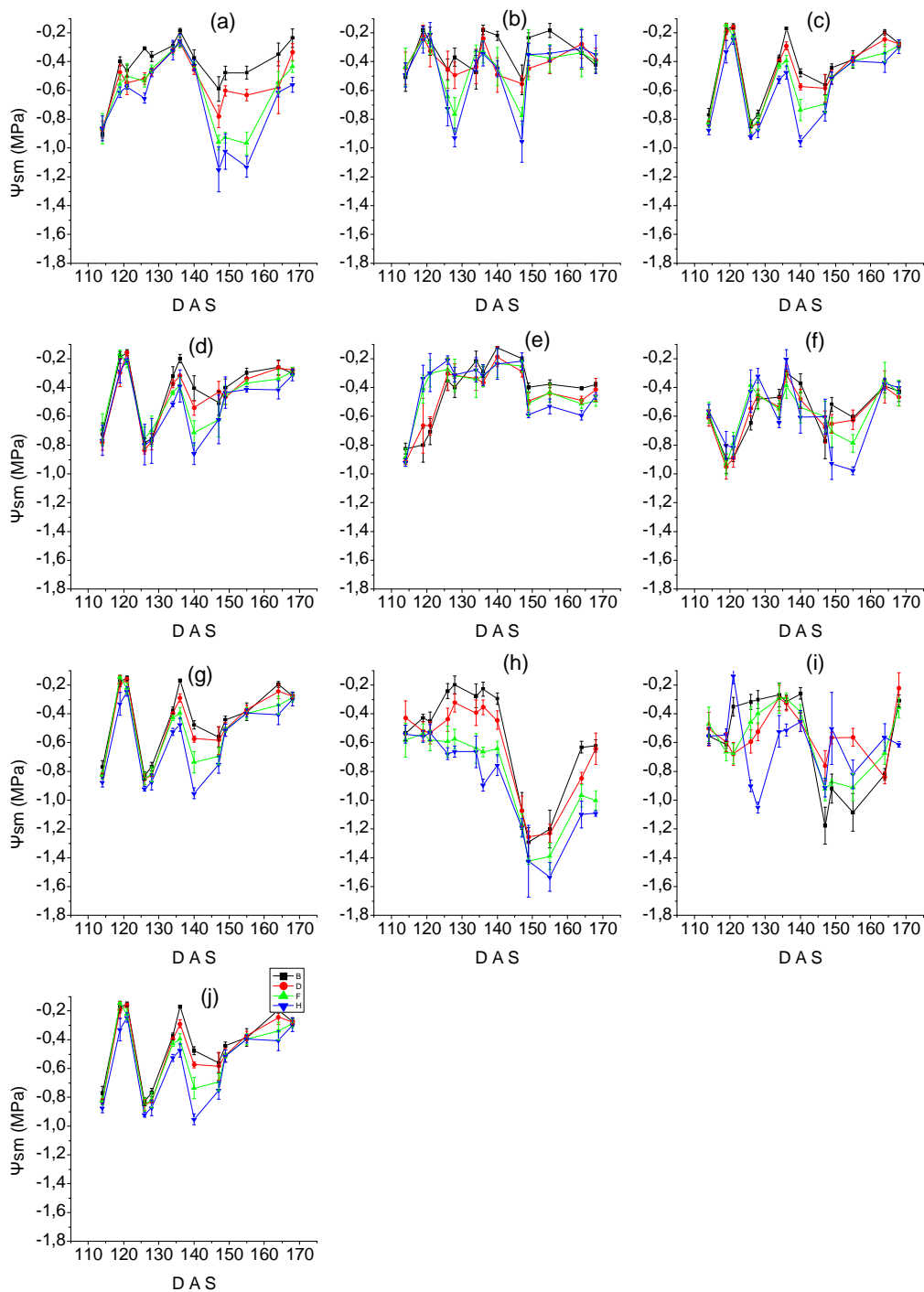
Διάγραμμα 3.8. Η γενική πορεία του ωσμωτικού δυναμικού (μέση τιμή) σε πλήρη σπαργή ($\psi_{s,m}$) για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

fs



fs

Διάγραμμα 3.9. Οι επιμέρους πορείες του ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων, γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.



Διάγραμμα 3.10. Οι επιμέρους πορείες του ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσαρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, ι:Αθήρας Κέρκυρας 186, κ:Χάσικο Κρήτης.

με την αύξηση του υδατικού ελλείμματος του εδάφους, στον Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 παρέμεινε σταθερό, ενώ στον Ζουλίτσα Αρκαδίας αυξήθηκε σημαντικά στη ξηρότερη μεταχείριση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις άρδευσης. Η μέγιστη διαφορά εντοπίστηκε στον Ασπρόσταρο Χανίων κατά 0,282 MPa για τα επίπεδα καταπόνησης 1-4 και ακολούθησε ο Γκρινιάς 148 με μεταβολή 0,222 MPa. Αντίστοιχα το επόμενο έτος τη μεγαλύτερη διαφορά μέσω των τιμών έδωσε ο Αθέρας Κέρκυρας 184 σε αντίθεση με τον Αθέρα Κέρκυρας 186 που η μεταβλητή παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητη.

Πίνακας 3.4. Οι μέσες τιμές του ολοκληρώματος της χρονικής πορείας του ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή (MPa) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σπαριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-0,856a	-0,95ab	-0,998bc	-1,025bc
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-0,83a	-0,914ab	-0,998b	-1,112c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-0,743a	-0,79ab	-0,877bc	-0,919cd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-0,859a	-0,933ab	-0,976b	-1,081b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-0,973a	-0,961a	-0,952a	-0,913a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,924b	-0,894b	-0,863b	-0,77a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,902a	-0,894a	-0,958ab	-1,017b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-0,708a	-0,76a	-0,791a	-0,830b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-0,88a	-0,951ab	-1,055bc	-1,11c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-0,909a	-0,99a	-1a	-1,156b
Μ.Ο.	-0,858a	-0,904b	-0,947c	-0,994d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-0,387a	-0,502b	-0,579c	-0,649d
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-0,296a	-0,372b	-0,406c	-0,432c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-0,366a	-0,431b	-0,468b	-0,503c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-0,324a	-0,386b	-0,369b	-0,368b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-0,366a	-0,401a	-0,367a	-0,377a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,52a	-0,538ab	-0,543ab	-0,574b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,39a	-0,427b	-0,473b	-0,539c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-0,581a	-0,664b	-0,819c	-0,888c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-0,577a	-0,546a	-0,572a	-0,585a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-0,41a	-0,403a	-0,482b	-0,597c
Μ.Ο.	-0,422a	-0,467ab	-0,508b	-0,552c

Οι στατιστικές δοκιμασίες ανάμεσα στους πληθυσμούς και ανά επίπεδο καταπόνησης τη πρώτη περίοδο, αποκάλυψαν την όξυνση των διαφορών όσο τα φυτά απομακρύνονταν από τη γραμμή άρδευσης (πίνακας 3.5α). Οπότε, στα πρώτα επίπεδα καταπόνησης οι διαφορές περιορίστηκαν μεταξύ 2-3 ομάδων βιότυπων αλλά κατόπιν, στις επόμενες μεταχειρίσεις οι ομάδες αυτές διευρύνθηκαν σε 4-5. Ενδεικτικά, στην υγρή μεταχείριση το μέγιστο εύρος τιμών παρατηρήθηκε μεταξύ Αθήρα Κέρκυρας 184 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 κατά 0,265 MPa ενώ στο πλέον καταπονημένο υποτεμάχιο το αντίστοιχο εύρος διαπιστώθηκε ανάμεσα στους Ζουλίτσα Αρκαδίας και Χάσικο Κρήτης κατά 0,386 MPa. Τέλος, επισημαίνεται η σχετική σταθερότητα στη κατάταξη των βιότυπων χωρίς να αποκλεισθούν οι εξαιρέσεις, με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα την αλματώδη ανοδική μετακίνηση των Ζουλίτσα Αρκαδίας και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 από το καλώς αρδευόμενο υποτεμάχιο στα πιο ελλειμματικά σε νερό. Την αντίστροφη πορεία ακολούθησε ο Ασπρόσταρο Χανίων που βρέθηκε έξι θέσεις πιο κάτω στο επίπεδο καταπόνησης 4. Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις ανάμεσα στους πληθυσμούς κυμάνθηκαν από 0,381 MPa έως 0,23 MPa όπου η υψηλότερη τιμή αφορούσε το επίπεδο καταπόνησης 4 και η χαμηλότερη το επίπεδο καταπόνησης 2. Τα κύρια χαρακτηριστικά του πίνακα κατάταξης του δευτέρου έτους (πίνακας 3.5β) ήταν ομοίως η σταθερότητα που διέκρινε τους πληθυσμούς, ιδιαίτερος για την τελευταία θέση, καθώς και η σταδιακή πτώση του Τζούλιο 138 με την αύξηση της εδαφικής ξηρασίας. Όσον αφορά τις μέγιστες διαφορές μεταξύ των βιότυπων αυτές εντοπίστηκαν στο εύρος 0,52 έως 0,285 MPa με τη μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στο τέταρτο υποτεμάχιο και τη μικρότερη στο υγρό.

Πίνακας 3.5. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας του ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	1a	1a	1a	2a	-0,957c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2a	2a	3ab	4bc	-0,963cd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	3b	5b	7cde	9cd	-0,832b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	4b	7b	8cde	6cd	-0,962cd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	5b	6b	6bcd	7cd	-0,95c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	6bc	8b	10e	8cd	-0,863b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	7bc	3ab	5bc	5bcd	-0,943c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	8bc	10b	9cde	10cd	-0,772a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	9bc	4ab	2ab	1a	-0,999de
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	10c	9b	4bc	3bc	-1,016e

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	1a	1a	3b	3a	-0,377a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	2a	2ab	2a	1a	-0,362a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	3b	3b	1a	2a	-0,378a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4b	6c	4bc	4b	-0,443b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	5bc	7d	9d	9c	-0,529c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	6c	5c	5c	5b	-0,458b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	7d	4bc	6c	8b	-0,473b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	8e	8de	7d	6b	-0,544c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	9e	9e	8d	7b	-0,570c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	10e	10f	10e	10d	-0,738d

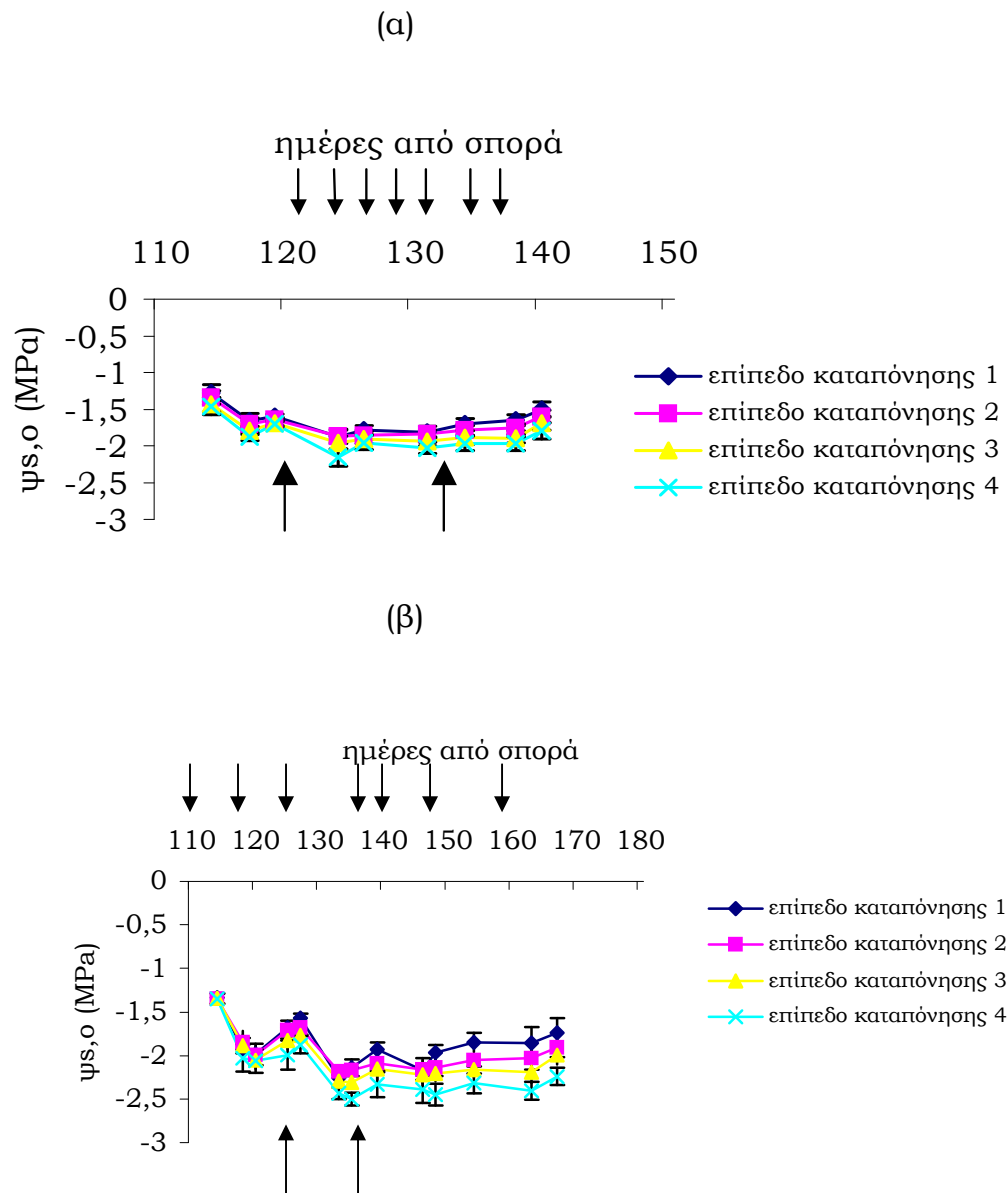
3.5 Ωσμωτικό δυναμικό σε αρχόμενη πλασμόλυση($\psi_{s,o}$)

3.5.1 Γενική πορεία

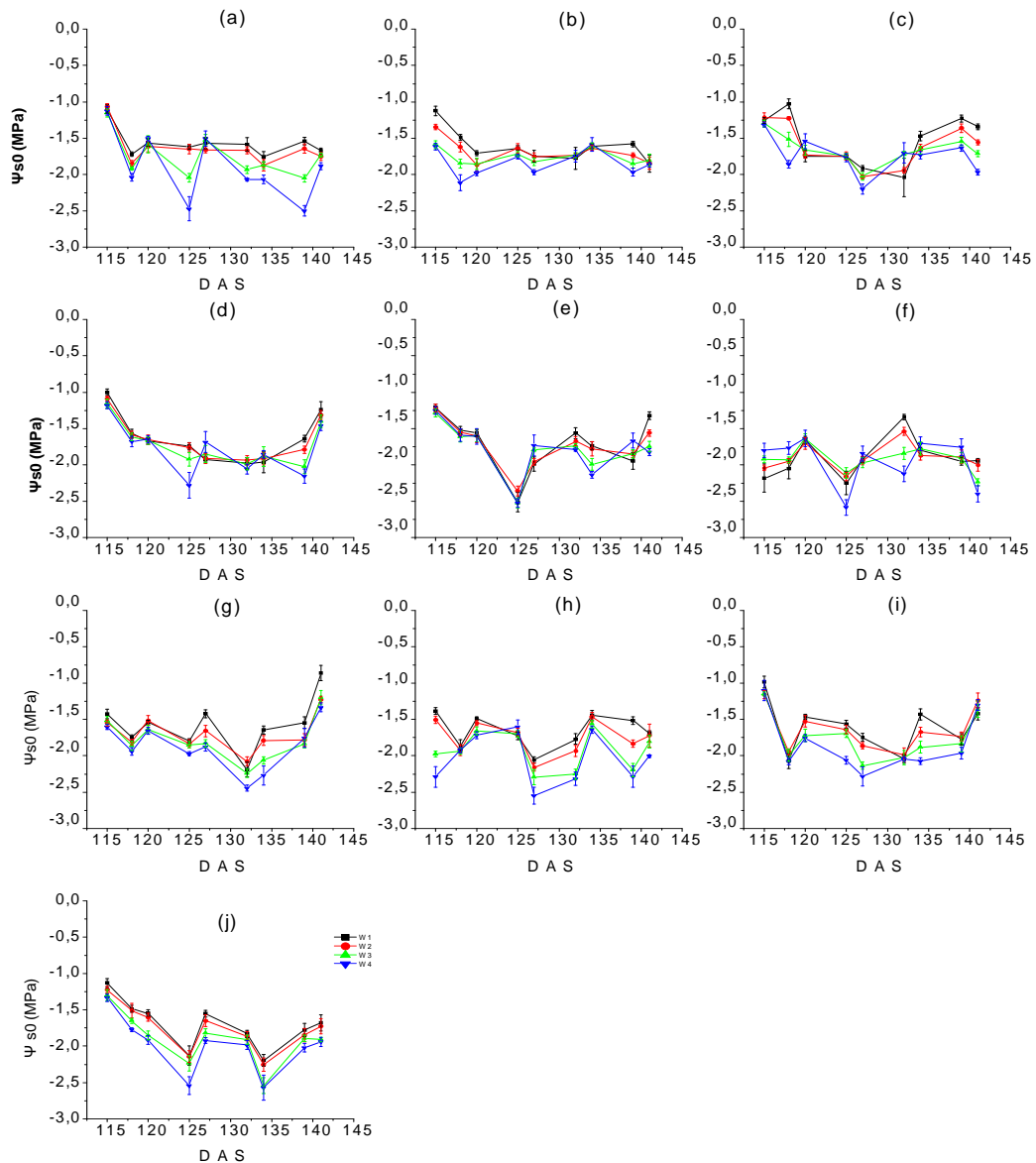
Η γενική πορεία του $\psi_{s,o}$ στον χρόνο, εμφανίστηκε αρχικά μεταβαλλόμενη και κατέστη σχετικά σταθερή από την τέταρτη παρατήρηση και ύστερα, τόσο τη πρώτη όσο και τη δεύτερη περίοδο του πειράματος (διαγράμματα 3.11α, β). Η τιμή εκκίνησης του $\psi_{s,o}$ για όλα τα επίπεδα καταπόνησης, και στα δύο έτη, κυμάνθηκε γύρω στα $-1,5$ MPa, σαφώς χαμηλότερα από την αντίστοιχη τιμή του $\psi_{s,m}$. Η χαμηλότερη αιχμή του $\psi_{s,o}$ το πρώτο έτος σηματοδοτήθηκε 128 ημέρες από τη σπορά με μέσο εύρος τιμών από $-1,7$ έως $-2,2$ MPa, πτώση περίπου ίση με $0,6$ MPa. Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν κατά τη πρώτη παρατήρηση με τιμές που κυμάνθηκαν, από το επίπεδο καταπόνησης 1 έως το 4, μεταξύ $-1,3$ και $-1,5$ MPa χωρίς να παρατηρηθούν στατιστικές διαφορές. Αντίστοιχες τιμές επετεύχθησαν στις δύο τελευταίες παρατηρήσεις, με μόνη απόκλιση τις παρατηρούμενες στατιστικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης.

Το δεύτερο έτος η μεγαλύτερη πτώση της τιμής του $\psi_{s,o}$ παρατηρήθηκε 135 ημέρες από τη σπορά με εύρος τιμών κλιμακούμενο από το πρώτο στο τέταρτο επίπεδο καταπόνησης ανάμεσα στα $-2,14$ και $-2,5$ MPa. Από εκείνο το χρονικό σημείο και ύστερα οι στατιστικές διαφορές μεταξύ των παρατηρήσεων ήταν αμελητέες. Αντίστοιχα οι υψηλότερες αιχμές της πορείας του $\psi_{s,o}$ εντοπίστηκαν 127 ημέρες από τη σπορά όπου οι τιμές διαβαθμίστηκαν μεταξύ $-1,57$ έως $-1,87$ MPa.

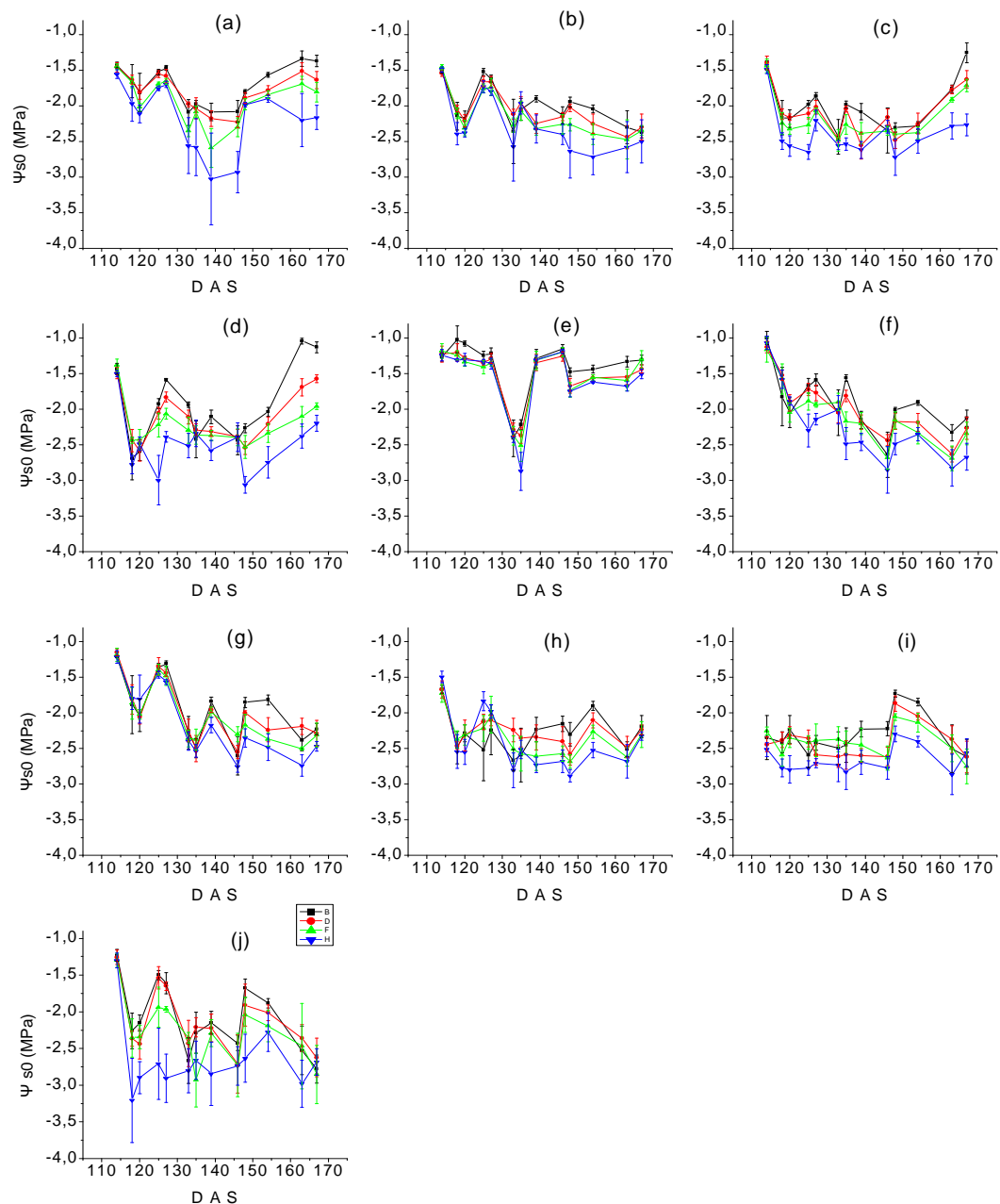
Ελέγχοντας τις πορείες του ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση κάθε βιότυπου, φάνηκε ότι παρά το γεγονός πως το πρότυπο της κοινής εξέλιξης του $\psi_{s,o}$ ακολουθήθηκε ως προς την ιεράρχηση των τιμών, δεν αποτυπώθηκαν οι στατιστικές αποκλίσεις και η τάση σε δεδομένα χρονικά σημεία. Περισσότερα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν από τα διαγράμματα που παρατίθενται στα διαγράμματα 3.12 και 3.13.



Διάγραμμα 3.11. Η γενική πορεία του ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση ($\psi_{s,o}$) για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.



Διάγραμμα 3.12. Οι επιμέρους πορείες του ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινας Ζακύνθου, δ:Γκρινας 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Χάσικο Κρήτης.



Διάγραμμα 3.13. Οι επιμέρους πορείες του ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειτρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, γ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

3.5.2 Ολοκλήρωμα χρονικής πορείας ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση

Η πολυπαραγοντική ανάλυση διασποράς για το χρονικό ολοκλήρωμα του $\psi_{s,o}$ πρώτο έτος, έδειξε ότι η παραλλακτικότητα των τιμών οφείλεται τόσο στην επίδραση των βιότυπων και μεταχειρίσεων άρδευσης αλλά και στην αλληλεπίδραση του γενετικού υλικού με την υδατική καταπόνηση (παράρτημα). Τη δεύτερη περίοδο δεν παρατηρήθηκε ανάλογη ταυτόχρονη επίδραση των βιότυπων και της υδατικής καταπόνησης στη παράμετρο. Οι περαιτέρω πολλαπλές συγκρίσεις ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης παρουσιάζονται στους πίνακες 3.6α, β και βασιζόμενοι σ' αυτά τα δεδομένα οδηγούμαστε στη βασική διαπίστωση ότι το ωσμωτικό δυναμικό σε αρχόμενη πλασμόλυση ήταν χαμηλότερο σε αυξημένα επίπεδα ξηρασίας, σε όσες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές.

Την υψηλότερη πώση της τιμής της παραμέτρου έδωσε σταθερά και τα δύο έτη ο βιότυπος Τζούλιο 138 από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4 με 23,6% και 30% μείωση το πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα. Αντίθετα σχεδόν αμετάβλητη παρέμεινε η παράμετρος στους Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 και Αθήρα Κέρκυρας 184 τα αντίστοιχα έτη με μόλις 2,7% και 10% μεταβολή.

Πίνακας 3.6. Οι μέσες τιμές του ολοκληρώματος της χρονικής πορείας του ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση (MPa) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,59a	-1,668a	-1,8b	-1,965c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,635a	-1,702ab	-1,765b	-1,85c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,589a	-1,655ab	-1,684bc	-1,755c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-1,725a	-1,741ab	-1,801bc	-1,858c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-1,789a	-1,79a	-1,844a	-1,838a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,867a	-1,877a	-1,896a	-1,934a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,649a	-1,745b	-1,856c	-1,943d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-1,67a	-1,768b	-1,94c	-2,025d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-1,66a	-1,705a	-1,831b	-1,953c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-1,17a	-1,187a	-1,28b	-1,362c
Μ.Ο	-1,63a	-1,684b	-1,8c	-1,848d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,713a	-1,81a	-1,965b	-2,225c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-2,024a	-2,099a	-2,196b	-2,343c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-2,062a	-2,141ab	-2,22b	-2,433c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-1,963a	-2,14b	-2,263c	-2,543d
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-1,417a	-1,528b	-1,551b	-1,6b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,984a	-2,074a	-2,172b	-2,324c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,972a	-2,031ab	-2,093b	-2,221c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-2,285a	-2,283a	-2,405b	-2,493b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-2,269a	-2,385b	-2,386b	-2,665c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-2,105a	-2,155b	-2,301c	-2,697d
Μ.Ο.	-1,979a	-2,064b	-2,155c	-2,354d

Στους πίνακες 3.7α και β παρατίθενται οι στατιστικές διαφορές ανάμεσα στους πληθυσμούς σε κάθε επίπεδο υδατικής καταπόνησης και παραπλεύρως αναφέρεται η σχετική θέση του βιότυπου στη συγκεκριμένη μεταχείριση. Με εξαίρεση τους Ασπρόσταρο Χανίων, Ζουλίτσα Αρκαδίας και Γκρινιά 148 (το δεύτερο έτος) των οποίων η θέση άλλαξε δραματικά με την εντεινόμενη υδατική καταπόνηση, οι υπόλοιποι πληθυσμοί έδειξαν διαχρονικά μία συνέπεια και δεν μετέβαλαν τη συμπεριφορά τους με την αλλαγή του υδατικού περιβάλλοντος. Ειδικότερα τη πρώτη χρονιά, στην κορυφή της ιεραρχίας του πίνακα 3.7α βρέθηκε ο Γκρινιάς Ζακύνθου σε όλες τις μεταχειρίσεις με μέση τιμή $-1,67$ MPa, ενώ αντίστοιχη σταθερότητα επέδειξε και ο Τζούλιο 138 ο οποίος με μέση τιμή $-1,76$ MPa ήταν δεύτερος. Σε αντιπαράθεση, την τελευταία θέση κατέλαβαν δύο πληθυσμοί: α) ο Ζουλίτσα Αρκαδίας στα επίπεδα καταπόνησης 1-2 και β) ο Χάσικο Κρήτης στα επίπεδα καταπόνησης 3-4, βιότυποι που σε κάθε περίπτωση κατείχαν θέσεις κάτω από την πρώτη πεντάδα. Ομοίως το δεύτερο έτος ο Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 βρέθηκε στη πρώτη θέση του πίνακα κατάταξης σε όλα τα επίπεδα υδατικής καταπόνησης, ενώ ο Αθέρας Κερκύρας 186 ήταν ο πληθυσμός που κατελάμβανε τη τελευταία θέση εναλλασσόμενος κυρίως με τον Αθέρα Κερκύρας 184.

Οι σημαντικότερες διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των βιότυπων που αναφέρθηκαν ότι κατέλαβαν τις ακραίες θέσεις σε κάθε μεταχείριση άρδευσης, οπότε τα μεγαλύτερα ανοίγματα τιμών διακυμάνθηκαν από 0,2 έως 0,311 MPa και 0,85 έως 1,098 MPa τα δύο πειραματικά έτη αντίστοιχα.

Πίνακας 3.7. Ο πίνακας φθίνουσας κατάταξης των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας του ωσμωτικού δυναμικού σε αρχόμενη πλασμόλυση κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1a	1a	1a	1a	-1,67a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	2a	2a	3ab	8ab	-1,76bc
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	3ab	3a	2ab	3ab	-1,74b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	4ab	6a	7ab	6ab	-1,80cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	5ab	4a	5ab	7ab	-1,79cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	6ab	7a	9ab	9b	-1,85ef
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	7ab	5a	4ab	4ab	-1,78bcd
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	8ab	9a	10b	10b	-1,9g
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	9ab	8a	6ab	2ab	-1,82de
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	10b	10a	8ab	5ab	-1,89fg

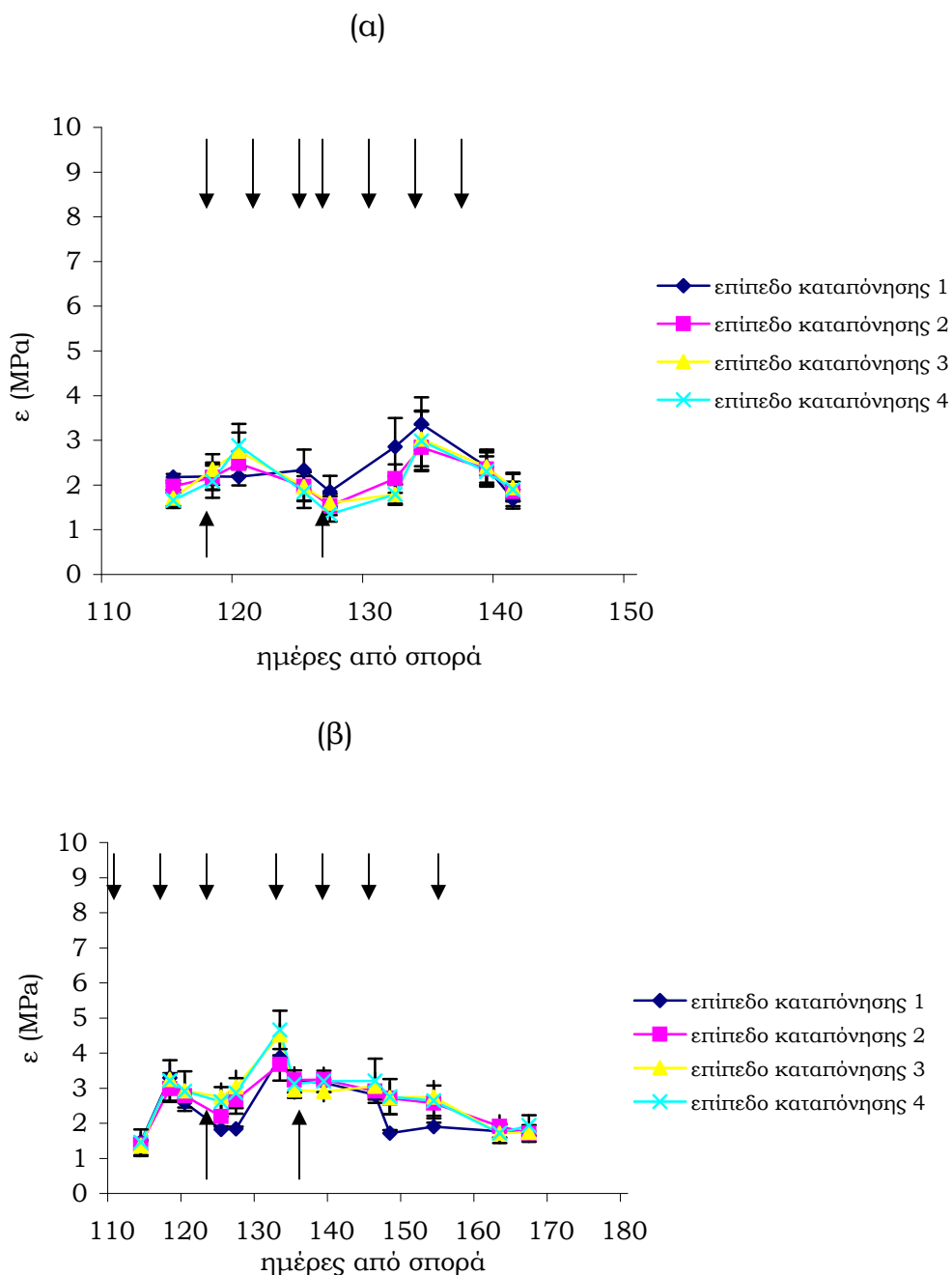
(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	1a	1a	1a	1a	-1,523a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	2b	2b	2b	3b	-1,928b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3c	6cd	7cdef	8efg	-2,227de
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	4c	3c	3bc	2b	-2,079c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	5c	4c	4cd	4bc	-2,138cd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	6c	5c	5cd	5bc	-2,165cd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	7c	7cd	6cde	6cd	-2,214d
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	8cd	8cd	8def	10efg	-2,314ef
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	9d	10e	9ef	9fg	-2,426g
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	10d	9de	10f	7g	-2,366fg

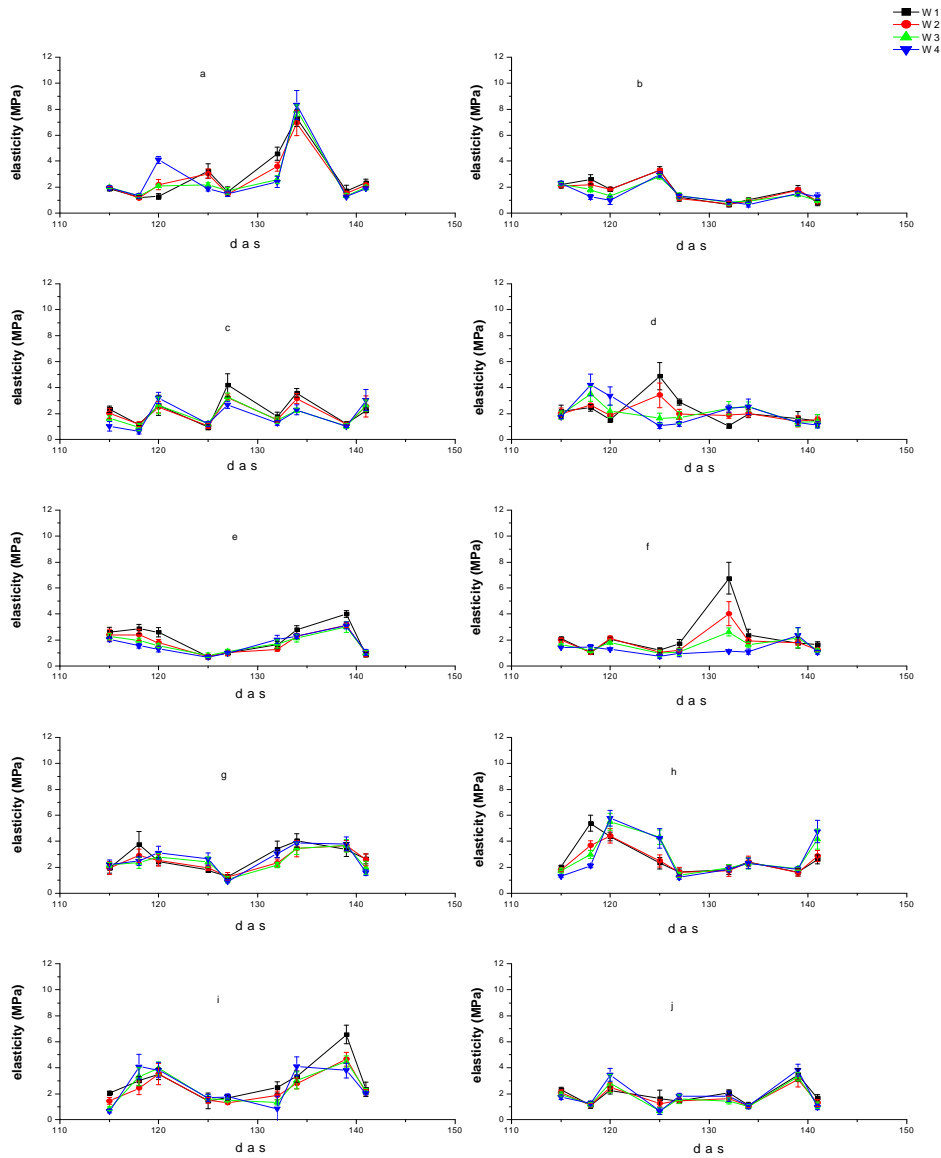
3.6 Συντελεστής ελαστικότητας κυτταρικών τοιχωμάτων

3.6.1 Γενική πορεία

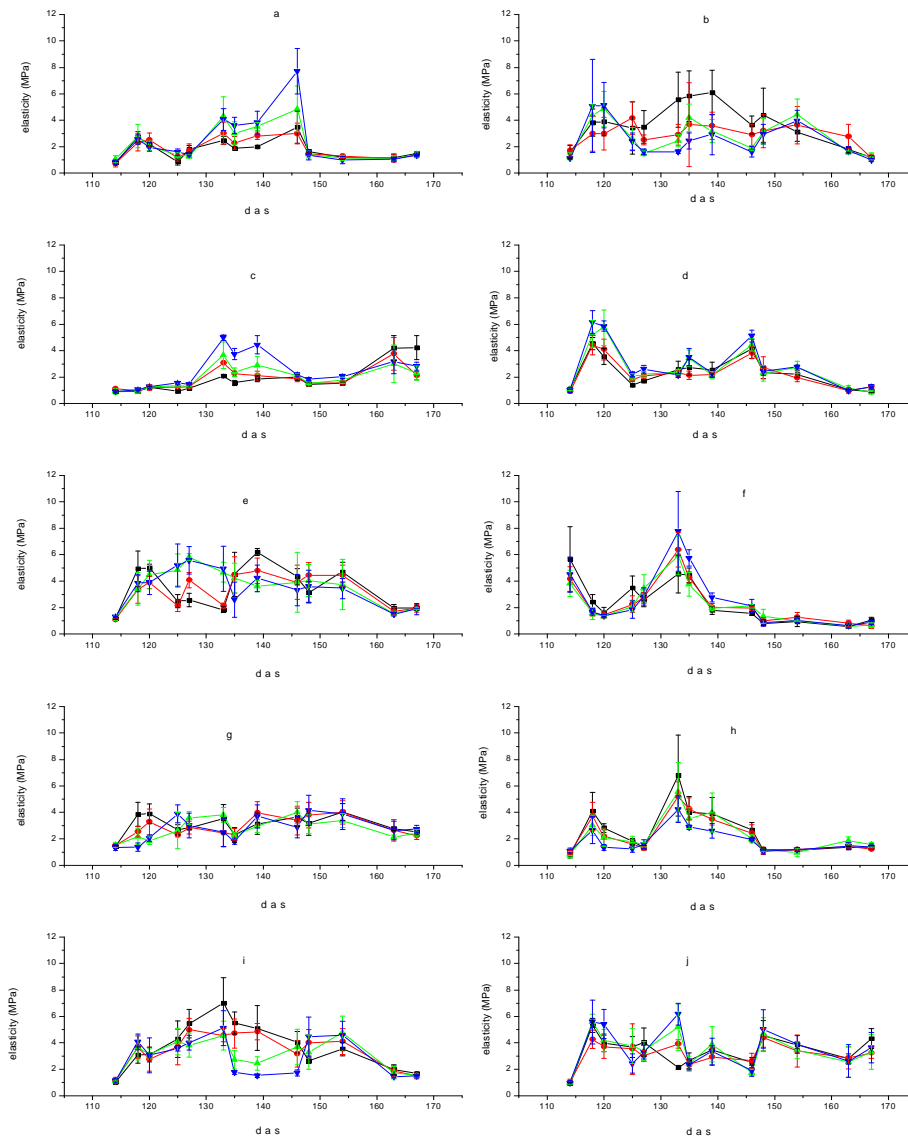
Η γενική χρονική πορεία του ε δεν φάνηκε να ακολουθεί κάποιο σταθερό πρότυπο (διάγραμμα 3.14α,β) στη διάρκεια της διαίτης δεδομένου ότι προήλθε από ανομοιογενή συμπεριφορά των πληθυσμών (διαγράμματα 3.15 και 3.16). Γενικότερα το πρώτο έτος, το πλέον εμφανές χαρακτηριστικό είναι ότι στη πλειονότητα των βιότυπων ο συντελεστής ελαστικότητας στο πρώτο επίπεδο καταπόνησης σε όλα τα στάδια, εκτός της τρίτης παρατήρησης (120 ημέρες από τη σπορά), ελάμβανε υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα υπόλοιπα υποτεμάχια, χωρίς συνήθως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι υψηλότερες τιμές του ε παρατηρήθηκαν 134 ημέρες από τη σπορά (2,98 έως 3,4 MPa) κινούμενοι από το επίπεδο καταπόνησης 4 στο 1, ενώ οι αντίστοιχες ελάχιστες τιμές ελήφθησαν 127 ημέρες από τη σπορά κυμαινόμενες από 1,35 μέχρι 1,58 MPa. Το δεύτερο έτος ο συντελεστής ελαστικότητας στις ξηρότερες συνθήκες εντοπίστηκε υψηλότερα από τα υπόλοιπα υποτεμάχια, σε συγκεκριμένα χρονικά σημεία, χωρίς αυτό να είναι δεσμευτικό για το σύνολο των βιότυπων. Οι μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν 133 ημέρες από τη σπορά σε εύρος τιμών από 3,67 έως 4,66 MPa, ενώ οι μικρότερες εντοπίστηκαν στην αρχική παρατήρηση της παραμέτρου (114 ημέρες από τη σπορά) μεταξύ 1,35 και 1,45 MPa.



Διάγραμμα 3.14. Η γενική πορεία του συντελεστή ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων (ϵ) για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.



Διάγραμμα 3.15. Οι επιμέρους πορείες του συντελεστή ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. a:Τζούλιο 138, b:Ασπρόσταρο Χανίων., c:Γκρινιας Ζακύνθου, d:Γκρινιάς 148, e:Σκυλόπετρα Πτολ.182, f:Ζουλίτσα Αρκαδίας, g:Αθήρας Κέρκυρας 137, h:Αθήρας Κέρκυρας 184, i:Αθήρας Κέρκυρας 186, k:Χάσικο Κρήτης.



Διάγραμμα 3.16. Οι επιμέρους πορείες του συντελεστή ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

3.6.2 Ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας του συντελεστή ελαστικότητας (ϵ)

Η ανάλυση διασποράς για τις τιμές του ολοκληρώματος του ϵ έδειξε, και τα δύο έτη, ότι η παραλλακτικότητα τους δεν είναι δυνατόν να αποδοθεί στην αλληλεπίδραση βιότυποι \times επίπεδα καταπόνησης αλλά οφείλεται στην ξεχωριστή επίδραση των δύο παραγόντων. Οπότε η μονοπαραγοντική ανάλυση των μέσων κατά μήκος των μεταχειρίσεων απέδωσε τους πίνακες 3.8α και β όπου εμφανίζονται οι μέσες τιμές της παραμέτρου με τις πολλαπλές συγκρίσεις κατά Duncan 95%.

Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών των συγκρίσεων είναι ότι το μεν πρώτο έτος παρατηρήθηκαν λίγες στατιστικά σημαντικές διαφορές, το δε δεύτερο το F της ανάλυσης ήταν ασήμαντο. Στην πλειονότητα των βιότυπων, όπου υπήρξαν σημαντικές αποκλίσεις αυτές αφορούσαν είτε διαφοροποίηση του ϵ στο επίπεδο καταπόνησης 4 σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Ασπρόσταρο Χανίων), είτε διαβάθμιση μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης (Ζουλίτσα Αρκαδίας).

Πίνακας 3.8. Οι μέσες τιμές του ολοκληρώματος της χρονικής πορείας της ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων (MPa) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	2,968a	2,821a	2,709a	2,875a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1,064a	1,751a	1,728a	1,03a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2,637a	2,478a	2,884a	2,774a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	2,292a	2,111a	2,086a	2,141a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1,61ab	1,9a	1,638ab	1,313b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2,16a	2,026a	1,89a	1,79a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	2,151a	1,783a	1,748a	1,705a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1,589a	2,501a	2,593a	2,424a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	2,77a	2,532a	2,523a	2,763a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	1,699a	1,665a	1,498a	1,416b
Μ.Ο.	2,094a	2,156a	2,129a	2,023a

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1,801	1,916	2,252	2,499
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	1,905	1,970	2,072	2,537
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2,376	2,328	2,728	2,896
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3,628	3,433	3,692	3,543
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	2,098	2,176	2,104	2,383
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	3,194	3,064	2,876	2,955
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	2,508	2,267	2,293	1,883
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2,813	3,276	3,519	4,061
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	3,832	3,602	3,270	3,020
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	3,749	3,075	2,923	2,679
Μ.Ο.	2,790	2,711	2,773	2,846

Αντίστοιχα, οι στατιστικές διαφορές ανάμεσα στους πληθυσμούς ανά επίπεδο υδατικής καταπόνησης, καθώς και η σχετική θέση του κάθε βιότυπου ανάλογα με την ένταση της υδατικής ανεπάρκειας παρουσιάζονται στους πίνακες 3.9α,β. Είναι εμφανής η σταθερότητα στη συμπεριφορά των βιότυπων στα διάφορα υποτεμάχια με εξαίρεση τον Αθέρα Κέρκυρας 184 όπου και τα δύο έτη φάνηκε να αυξάνει τη τιμή του ϵ σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Επίσης υπογραμμίζεται η συστηματικά χαμηλή τιμή του ϵ για τον Ασπρόσταρο Χανίων σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης συμπεριλαμβανομένων των δύο ετών, ενώ ο Τζούλιο 138 έδωσε αντιφατικά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο περιόδους.

Πίνακας 3.9. Ο πίνακας φθίνουσας κατάταξης των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας του συντελεστή ελαστικότητας κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1a	3ab	3ab	4ab	2,276b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	2a	4a	4ab	5ab	1,393de
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	3ab	1a	2a	1a	2,843a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	4ab	2ab	5ab	3a	2,647ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	5ab	5ab	1a	2a	2,157bc
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	6abc	6bc	6bc	6bc	2,693ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	7abc	7c	7bc	7cd	1,966c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	8abc	9c	8bc	8cd	1,846c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	9bc	8c	9bc	7cd	1,615cd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	10bc	10c	10c	9d	1,57de

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1a	1a	3ab	3b	3,431a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	2b	4bc	4bc	6bcd	3,107e
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3bc	2ab	1a	2a	3,574a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4cd	5bc	5bc	4bc	3,022b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	5de	3ab	2a	1a	3,417a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	6e	7c	7de	10e	2,238cd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	7ef	6c	6cd	5bcd	2,582c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	8fg	8c	9e	9de	2,190de
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	9fg	9c	10e	7bcd	2,121de
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	10g	10c	8e	8cd	2,117de

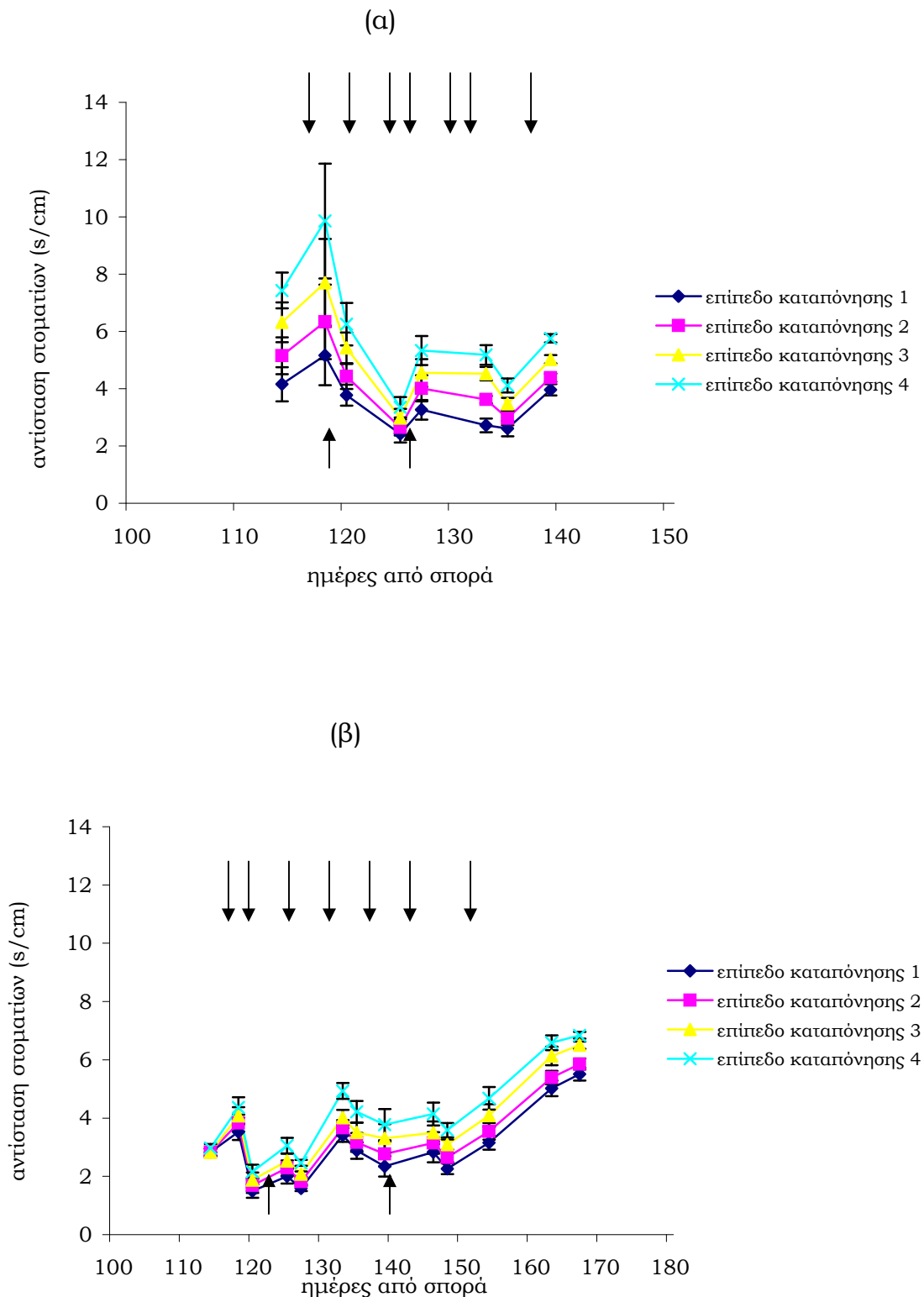
3.7 Αντιστάσεις στοματίων (r_{st})

3.7.1 Χρονική πορεία

Με βάση τα γενικά διαγράμματα 3.17α και β, είναι ξεκάθαρο ότι η αύξηση της υδατικής καταπόνησης επέδρασε σαφώς στην αύξηση της στοματικής αντίστασης, για την πλειοψηφία των βιότυπων. Οι υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές της r_{st} παρατηρήθηκαν στο τέταρτο και πρώτο επίπεδο καταπόνησης, με ενδιάμεσες τιμές στα επίπεδα 2 και 3.

Το πρώτο έτος οι μέγιστες τιμές της r_{st} παρατηρήθηκαν 118 ημέρες από τη σπορά (5,16 έως 9,85 s/cm) και οι ελάχιστες 125 ημέρες από τη σπορά (2,64 έως 3,35 s/cm). Το επόμενο έτος οι υψηλότερες τιμές επετεύχθησαν κατά τις τελευταίες παρατηρήσεις (163 και 167 ημέρες από τη σπορά ανάμεσα στα 5 έως 7 s/cm), ενώ αξιοσημείωτη είναι και η απότομη άνοδος της αντίστασης 133 ημέρες από τη σπορά των φυτών. Αντίθετα η πιο χαμηλή τιμή παρατηρήθηκε κατά τη τρίτη παρατήρηση (120 ημέρες από τη σπορά) η οποία κατά μέσο όρο ήταν 1,8 s/cm.

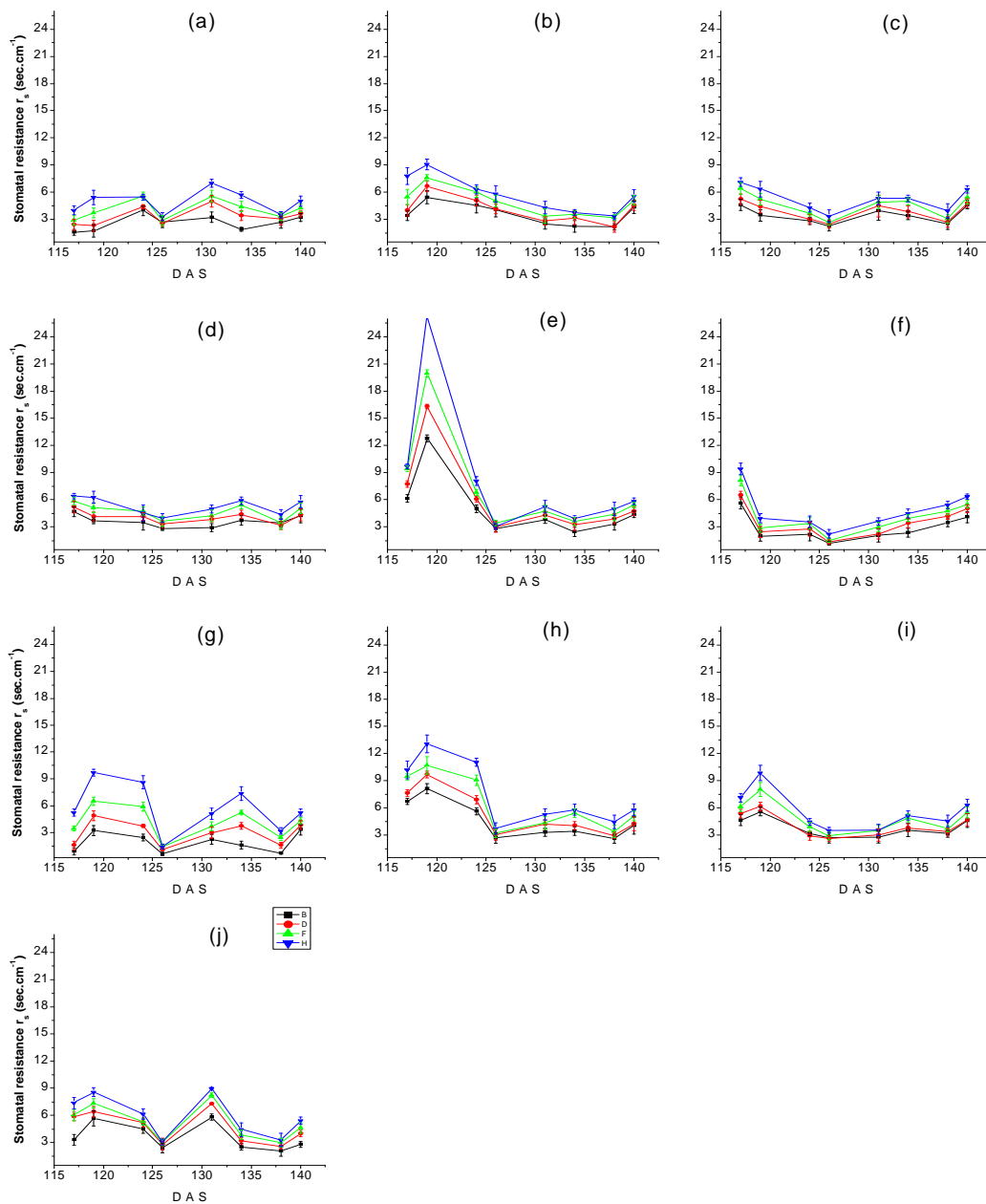
Παρατηρώντας τις πορείες των βιότυπων (διάγραμμα 3.18) στη διάρκεια του πρώτου πειράματος διαπιστώσαμε την παραλλακτικότητα στις τιμές της r_{st} στις διάφορες μεταχειρίσεις. Η πρώτη παρατήρηση έδωσε τιμές που κυμάνθηκαν από περίπου 1 s/cm (Αθήρας Κέρκυρας 137 στο επίπεδο καταπόνησης 1) έως 10 s/cm (Αθήρας Κέρκυρας 184 στο επίπεδο καταπόνησης 4), ενώ η τελευταία παρατηρούμενη τιμή βρέθηκε μεταξύ 3 και 7 s/cm, για τη πλειονότητα των βιότυπων. Το μεγαλύτερο άνοιγμα τιμών μεταξύ των μεταχειρίσεων εμφανίστηκε 119 ημέρες από τη σπορά στον πληθυσμό Ζουλίτσα Αρκαδίας (14 s/cm μεταξύ επιπέδου καταπόνησης 1 και 4), ο οποίος είχε και τη μεγαλύτερη τιμή της r_s (27 s/cm στο επίπεδο καταπόνησης 4) σε σχέση με τους υπόλοιπους βιότυπους και σε όλες τις παρατηρήσεις.



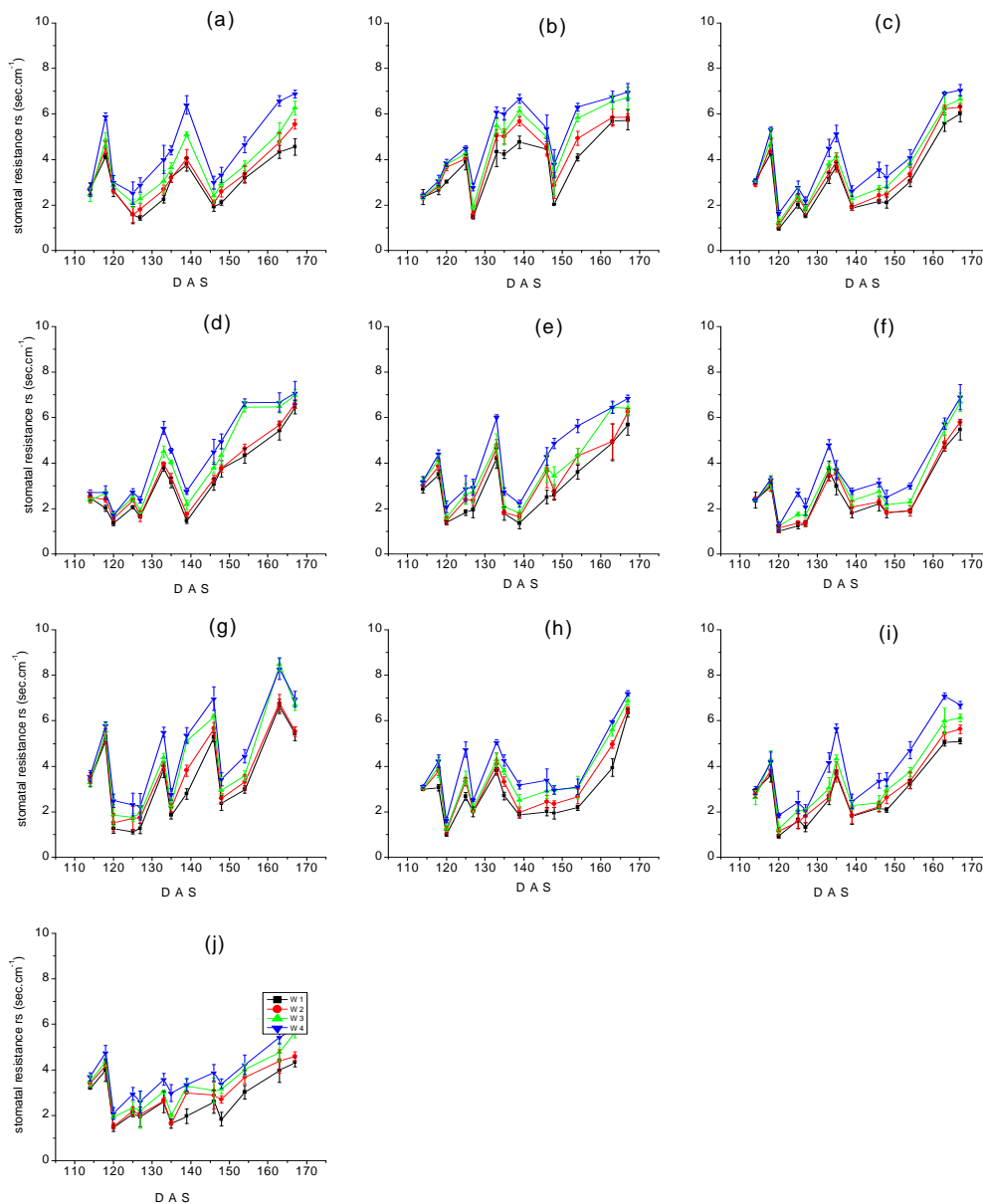
Διάγραμμα 3.17. Η γενική χρονική πορεία της ελάχιστης ημερήσιας αντίστασης των στοματιών (s/cm) για όλους τους βιότυπους μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.

Επιπλέον, είναι χαρακτηριστική η απότομη πτώση της r_s στην τρίτη παρατήρηση για τον Ζουλίτσα Αρκαδίας και η εν συνεχεία σχεδόν σταθερή πορεία, χωρίς σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οι υψηλότερες στοματικές αντιστάσεις παρατηρήθηκαν συχνότερα κατά τη δεύτερη παρατήρηση, ενώ υπήρξαν περιπτώσεις όπου η μέγιστη τιμή της παραμέτρου εντοπίστηκε είτε στη πρώτη (Γκρινιάς Ζακύνθου, Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182), είτε στην πέμπτη παρατήρηση (Τζούλιο 138, Χάσικο Κρήτης) και πάντοτε στο επίπεδο καταπόνησης 4. Αντίστοιχα, με μεγαλύτερη συχνότητα η ελάχιστη τιμή της r_s εμφανίστηκε 126 ημέρες από τη σορά, στο πρώτο υποτεμάχιο, δίχως να αποκλειστούν κάποιες εξαιρέσεις, όπως για παράδειγμα ο Τζούλιο 138 κατά την δεύτερη παρατήρηση (1 s/cm).

Το δεύτερο έτος οι επιμέρους πορείες ακολούθησαν το πρότυπο της γενικής εξέλιξης ως προς την αρχική (περίπου 3 s/cm) και τελική τιμή της παραμέτρου (5,5 έως 6,5 s/cm), οι οποίες στην πλειοψηφία των πληθυσμών συνέπεσαν να είναι η ελάχιστη και μέγιστη τιμή αντίστοιχα. Επιπλέον όλοι οι πληθυσμοί εμφάνισαν στο μέσο αυτής της πορείας τουλάχιστον μία ανοδική κορυφή οποία εντοπίστηκε σε διαφορετικά χρονικά σημεία, ανάλογα τον πληθυσμό (διάγραμμα 3.19).



Διάγραμμα 3.18. Οι επιμέρους χρονικές πορείες της αντίστασης στοματίων των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινας Ζακύνθου, δ:Γκρινας 148, ε: Ζουλίτσα Αρκαδίας, ς: Σκυλόπειρα Πτολ.182, γ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, ι:Αθήρας Κέρκυρας 186, κ:Χάσικο Κρήτης.

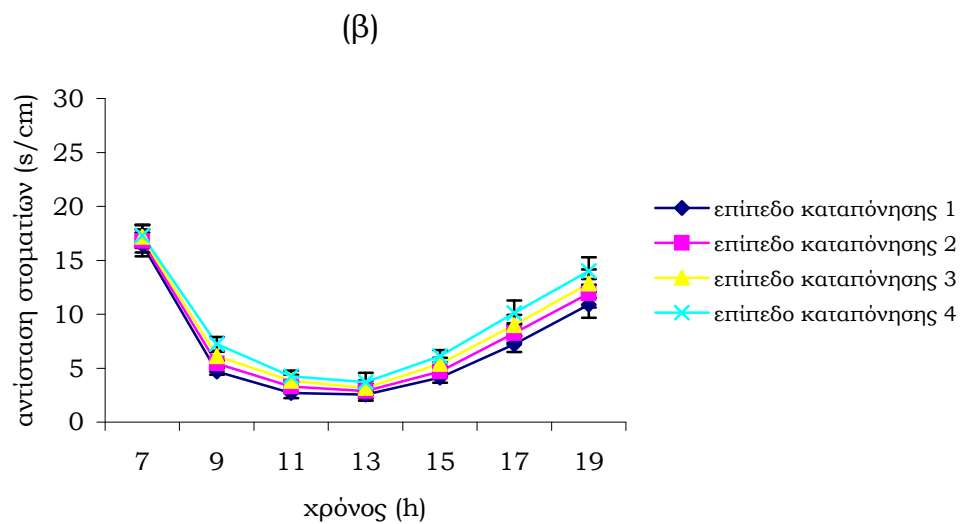
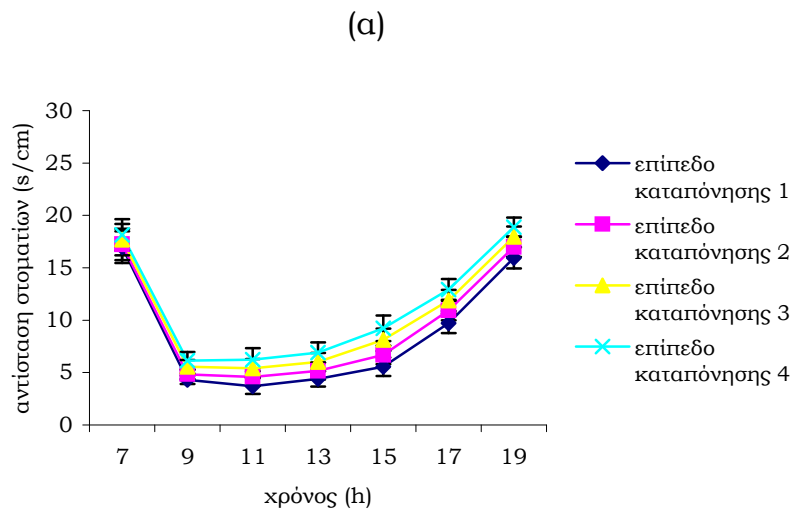


Διάγραμμα 3.19. Οι επιμέρους χρονικές πορείες της ελάχιστης ημερήσιας αντίστασης στοματίων των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

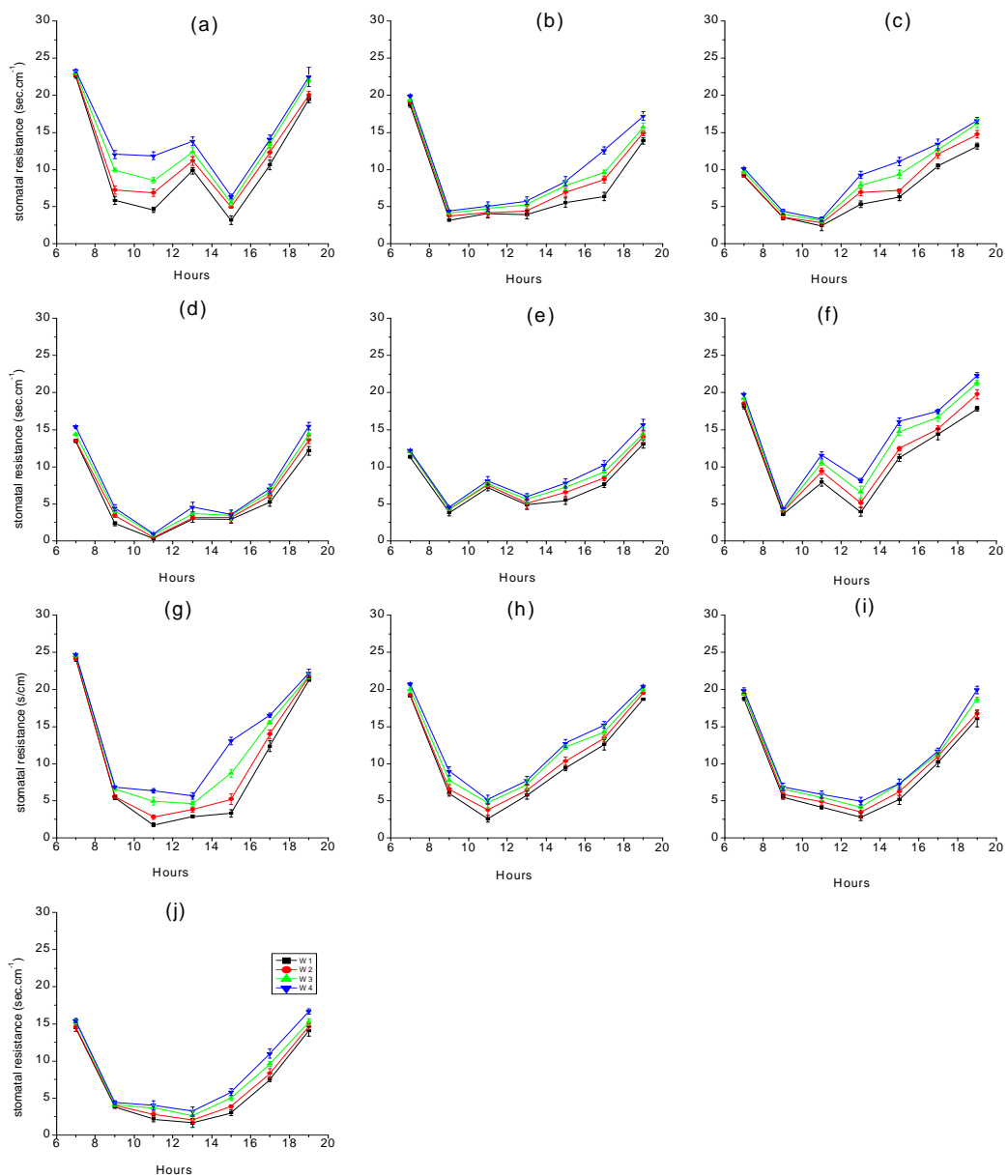
3.7.2 Ημερήσιες πορείες

Εκατόν είκοσι και εκατόν είκοσι έξι ημέρες από τη σοπορά ελήφθησαν ολοήμερες παρατηρήσεις της στοματικής αντίστασης το πρώτο και δεύτερο πειραματικό έτος αντίστοιχα. Βάσει των υπάρχόντων δεδομένων υπολογίστηκε η γενική ημερήσια πορεία της αντίστασης των στομάτων ώστε να διερευνηθεί η γενικότερη συμπεριφορά των πληθυσμών (διαγράμματα 3.20 α και β). Είναι σαφές ότι ενώ οι βιότυποι είχαν κλειστά τα στομάτιά τους κατά τις πρώτες πρωινές ώρες στη συνέχεια και μέχρι το μεσημέρι οι τιμές της παραμέτρου έφθαναν σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα. Η επάνοδος των τιμών σε υψηλότερα επίπεδα άρχισε να διαφαίνεται ξεκάθαρα στο ξεκίνημα του απογεύματος έως την τελική παρατήρηση στις 19:00 το βράδυ όπου η στοματική αντίσταση έφτανε πλησίον των τιμών της πρώτης παρατήρησης της ημέρας. Βεβαίως αυτή η εξέλιξη δεν χαρακτηρίζει πλήρως την πορεία έκαστου βιότυπου αφού υπήρξαν περιπτώσεις όπου είτε παρατηρήθηκαν ανοδικές αιχμές τις μεσημεριανές ώρες, είτε η παράμετρος εξακολούθησε να λαμβάνει χαμηλές τιμές το απόγευμα (διαγράμματα 3.21 και 3.22). Επίσης, τονίζεται ότι η αρχική παρατήρηση στους περισσότερους βιότυπους, στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης και τα δύο έτη κυμάνθηκε περί τα 20-25 cm/s με κάποιες εξαιρέσεις.

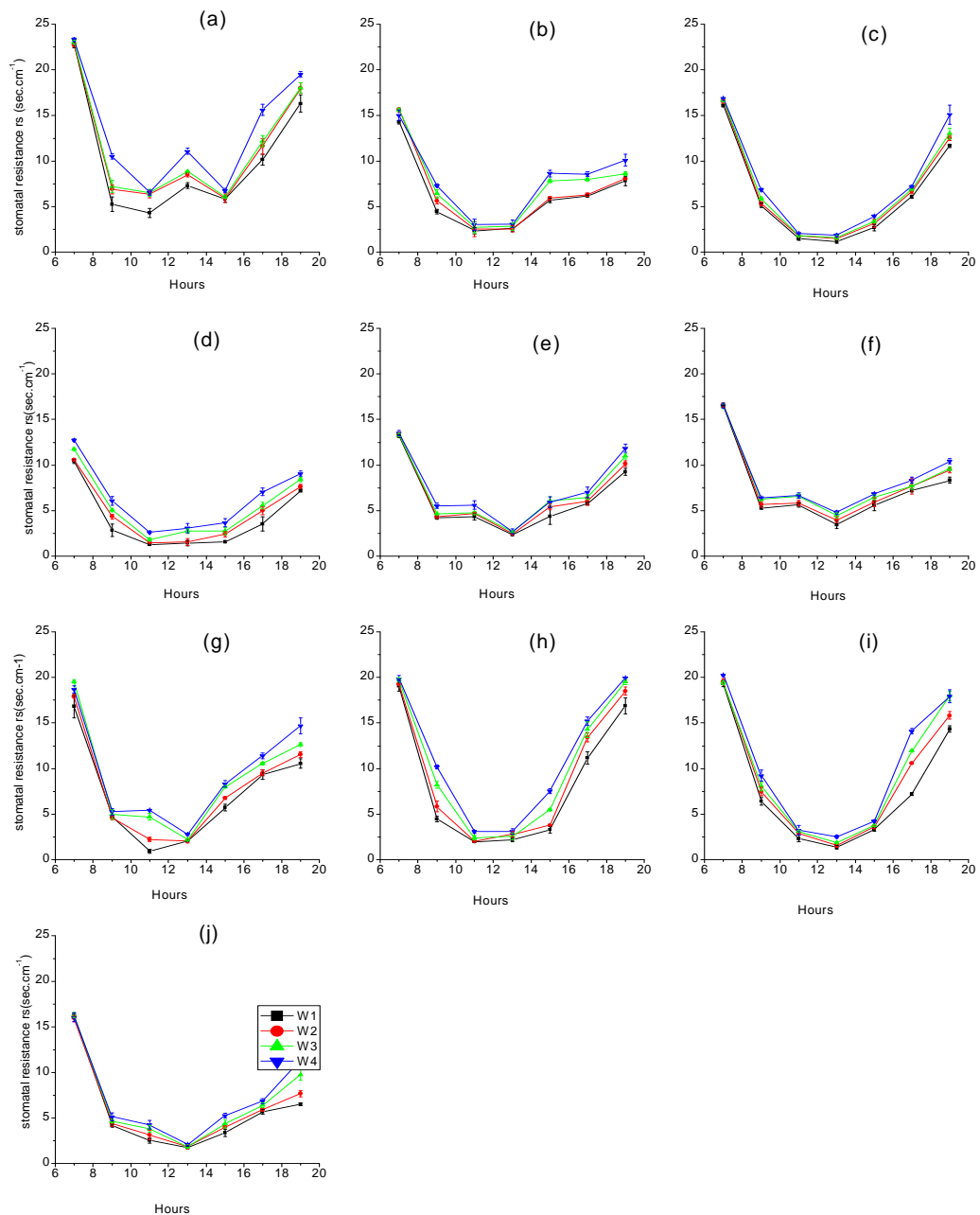
Εξειδικεύοντας την διερεύνηση μας ανάμεσα στα επίπεδα υδατικής καταπόνησης, γίνεται αντιληπτό ότι η στοματική αντίσταση ήταν πάντοτε μεγαλύτερη στο τέταρτο υποτεμάχιο και ενίοτε με στατιστικώς σημαντική διαφορά από το υγρό. Η σημαντικότερη απόκλιση κατά το πρώτο έτος ανάμεσα στις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε στις 15:00 μ.μ., μεταξύ επιπέδου καταπόνησης 1-4 και αντίστοιχα το μικρότερο εύρος τιμών συνέβη στις 7:00 π.μ.. Το δεύτερο έτος η μέγιστη διαφορά τιμών παρατηρήθηκε στις 17:00 μ.μ. ενώ η μικρότερη διαφορά εξακολούθησε να φαίνεται στην αρχική παρατήρηση. Παράλληλα, η ελάχιστη τιμή, για όλες τις μεταχειρίσεις, εντοπίστηκε περίπου στις 11-12 π.μ., ενώ τα στομάτια έκλειναν σε σημαντικό βαθμό, ως αναφέρθηκε, τις πολύ πρωινές και βραδινές ώρες.



Διάγραμμα 3.20. Η γενική ημερήσια πορεία της αντίστασης των στοματιών (s/cm), όλων των βιότυπων μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α: 120 ημέρες από τη σπορά) και δεύτερη (β: 126 ημέρες από τη σπορά) καλλιεργητική περίοδο. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα του μέσου.



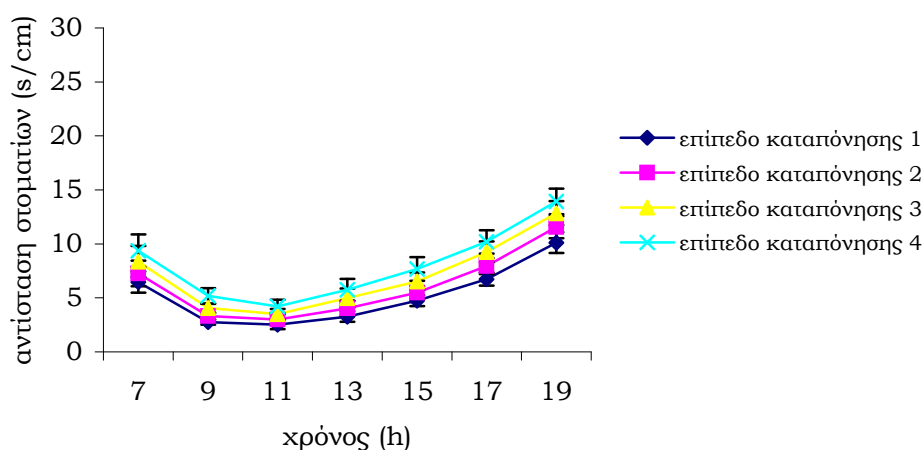
Διάγραμμα 3.21. Οι επιμέρους ημερήσιες πορείες της αντίστασης στοματιών, 120 ημέρες από τη σορά, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, γ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, ι:Αθήρας Κέρκυρας 186, j:Χάσικο Κρήτης.



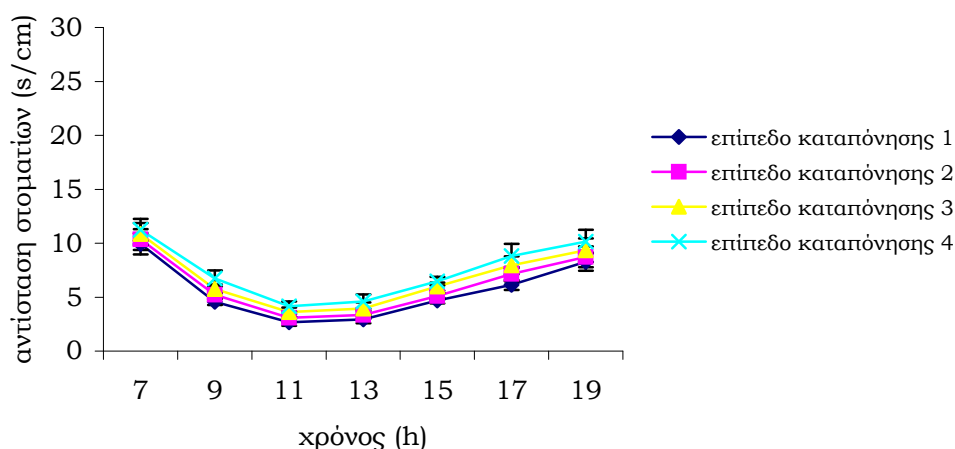
Διάγραμμα 3.22. Οι επιμέρους ημερήσιες πορείες της αντίστασης στοματιών, 126 ημέρες από τη σορά, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινας Ζακύνθου, δ:Γκρινας 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

Δεκαπέντε ημέρες και ένα μήνα αργότερα για το πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα ακολούθησε νέα εκτίμηση της στοματικής αντίστασης των πληθυσμών, κατά τη διάρκεια ολόκληρης της ημέρας και με πανομοιότυπο τρόπο με τη πρώτη μέτρηση δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα 3.23 α και β. Τα γενικά χαρακτηριστικά των καμπυλών είναι ίδια με εκείνα των διαγραμμάτων 3.20 α, β αλλά οι τιμές της υπό εξέταση μεταβλητής μετατοπίστηκαν αρκετά πιο χαμηλά. Οπότε επισημαίνεται η κατά το διπλάσιο μειωμένη αρχική τιμή ($\approx 8-10$ cm/s), η επίσης αρκετά μειωμένη τελική τιμή ($\approx 10-15$ cm/s) καθώς και το γεγονός ότι παρότι η ελάχιστη τιμή πάλι παρατηρήθηκε στις 11-12 π.μ., αυτή βρέθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα έως 2 cm/s.

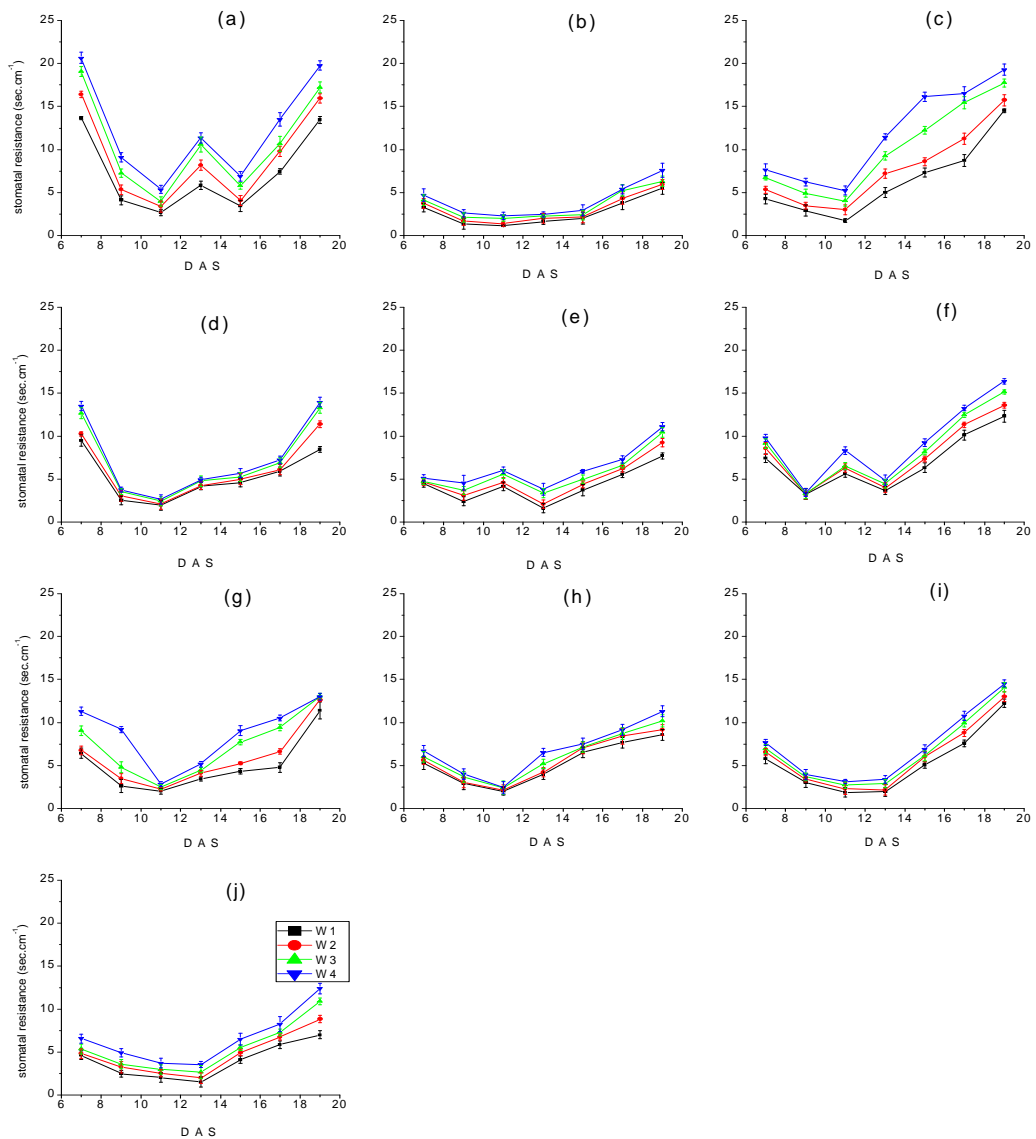
(α)



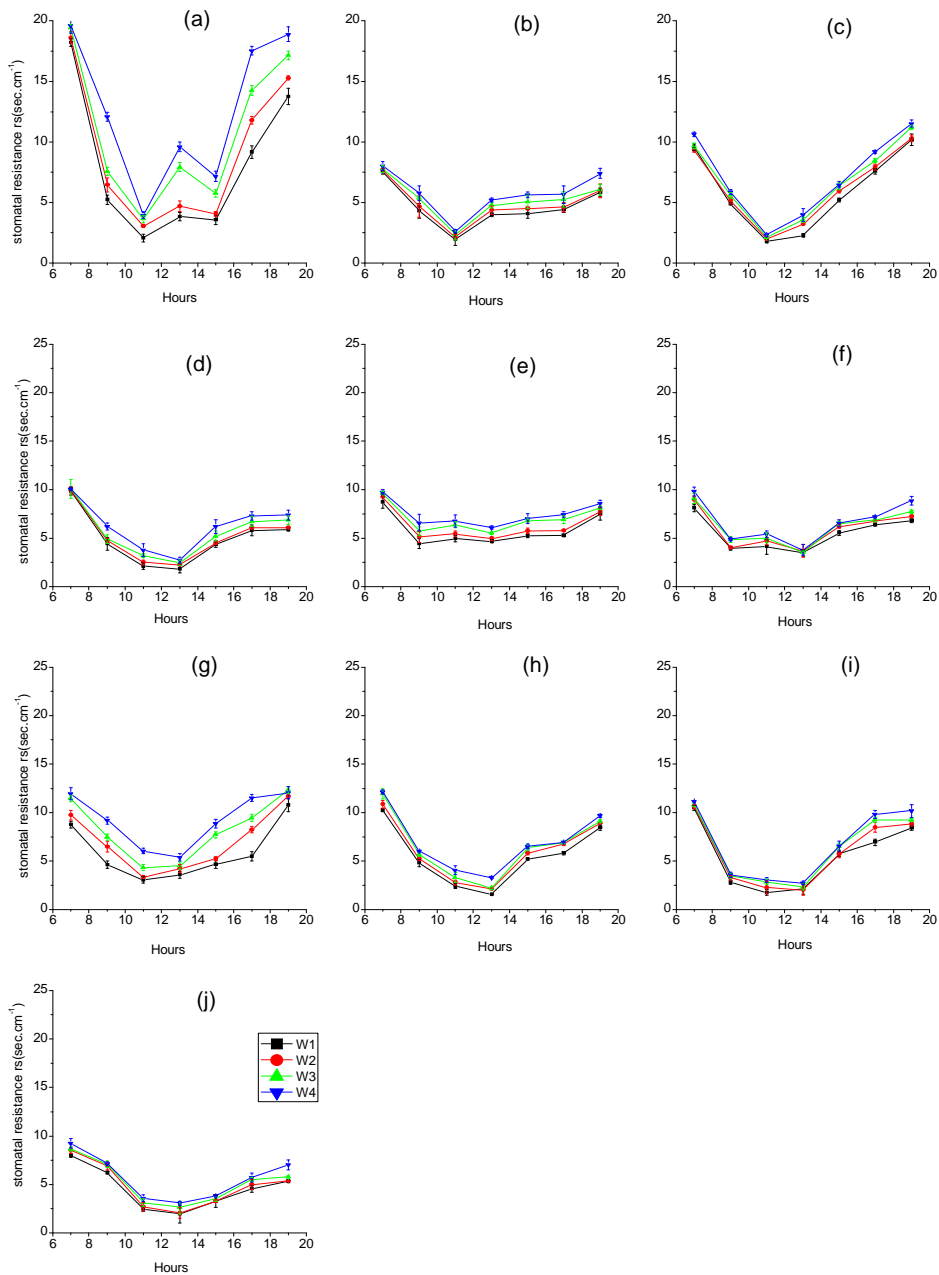
(β)



Διάγραμμα 3.23. Η γενική ημερήσια πορεία της αντίστασης των στοματιών (s/cm), όλων των βιότυπων μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α: 135 ημέρες από τη σορά) και δεύτερη (β: 156 ημέρες από τη σορά) καλλιεργητική περίοδο. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα του μέσου.



Διάγραμμα 3.24. Οι επιμέρους ημερήσιες πορείες της αντίστασης στοματιών, 135 ημέρες από τη σορά, των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειτρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

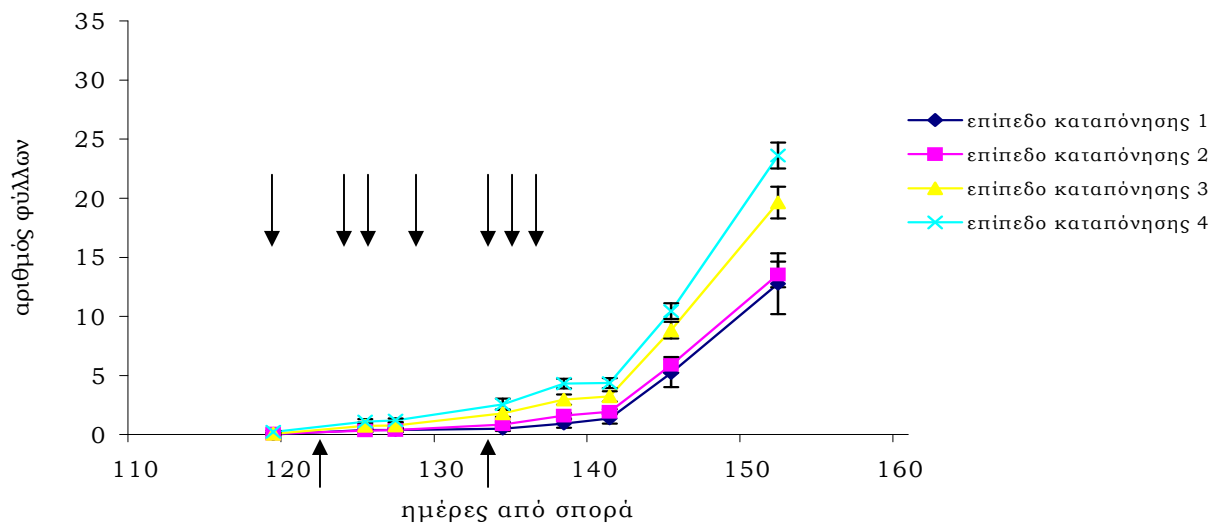


Διάγραμμα 3.25. Οι επιμέρους ημερήσιες πορείες της αντίστασης στοματιών, 156 ημέρες από τη σορά, των δέκα βιότυπων μαλακού σιπαριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπετρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, κ:Χάσικο Κρήτης.

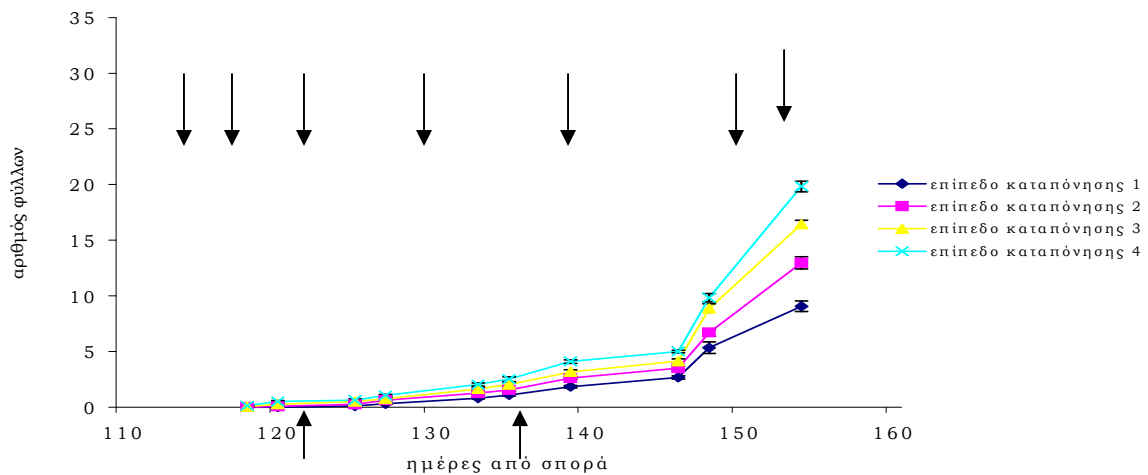
3.8 Ρυθμός εμφάνισης κίτρινων φύλλων

Η γενική πορεία της εμφάνισης των κίτρινων φύλλων για τις δύο πειραματικές περιόδους απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.26 α και β ενώ στα διαγράμματα 3.27 και 3.28 παρατίθενται οι επιμέρους πορείες των βιότυπων.

(α)



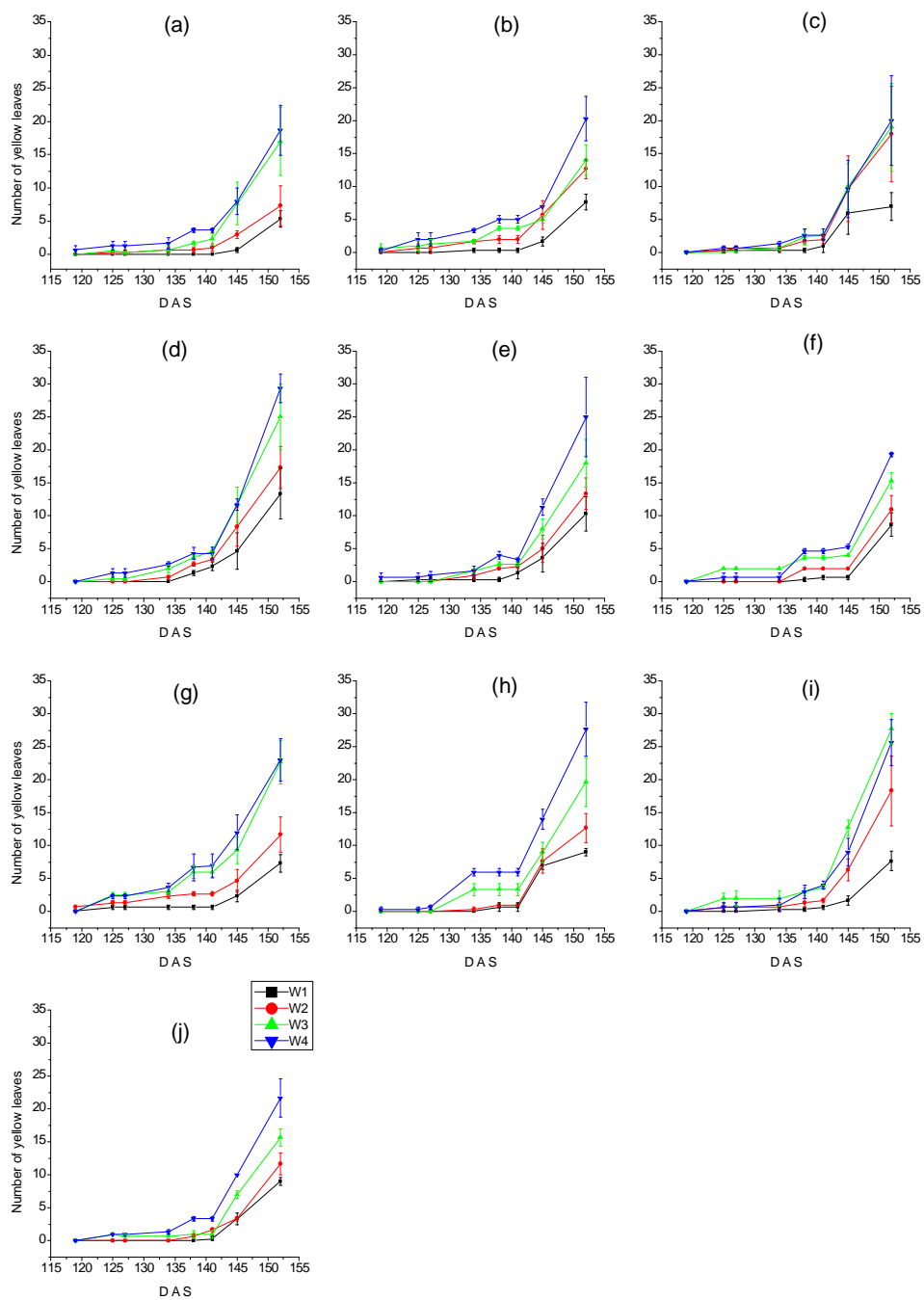
(β)



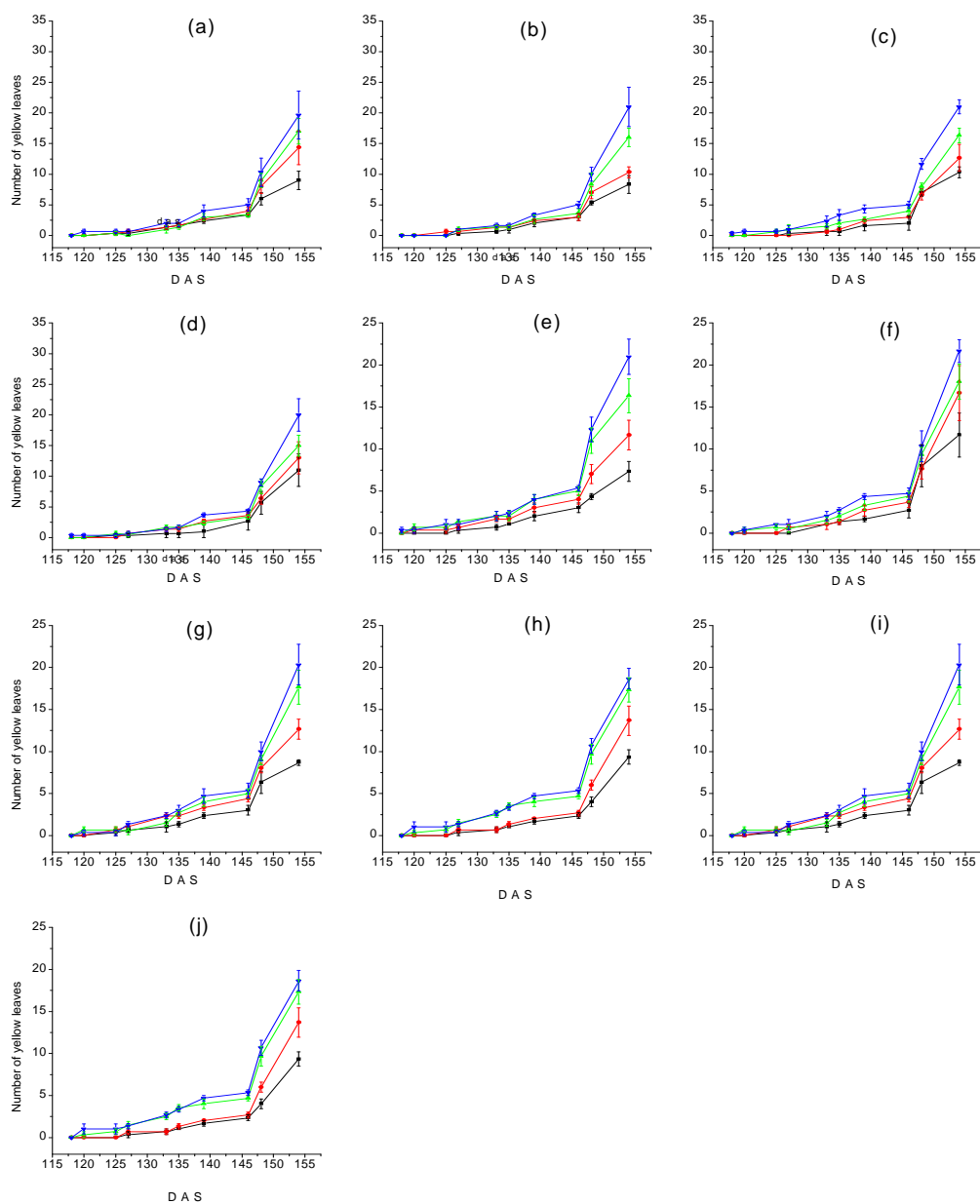
Διάγραμμα 3.26. Η πορεία εμφάνισης των κίτρινων φύλλων των δέκα βιότυπων μαλακού σπαραγίου στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης τη πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα του μέσου.

Κοινό γνώρισμα της εν λόγω πορείας είναι η προοδευτική αύξηση του αριθμού των γερασμένων φύλλων σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης και η εκτίναξη του αριθμού αυτών σε υψηλά επίπεδα 142 και 146 ημέρες μετά τη σπορά για το πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα. Επιπλέον φάνηκε ότι όσο αυξανόταν ο αριθμός των κίτρινων φύλλων τόσο εντονότερες καθίσταντο οι διαφορές ανάμεσα στις παρατηρήσεις με αποκορύφωμα την τελευταία παρατήρηση. Κατά μέσο όρο ο τελικός αριθμός των κίτρινων φύλλων ήταν από 8 έως 23 και αφορά τα επίπεδα καταπόνησης 1 και 4. Συμπερασματικά τα κίτρινα φύλλα ήταν στατιστικώς σημαντικά περισσότερα στο τέταρτο επίπεδο καταπόνησης και σαφώς λιγότερα στο υγρότερο υποτεμάχιο.

Η ανά βιότυπο εξέταση της πορείας εμφάνισης κίτρινων φύλλων έδειξε ότι ακολουθήθηκε το παραπάνω περιγραφέν πρότυπο της γενικής εξέλιξης χωρίς σημαντικές διαφοροποιήσεις.



Διάγραμμα 3.27. Οι επιμέρους χρονικές πορείες του ρυθμού εμφάνισης κίτρινων φύλλων των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.



Διάγραμμα 3.28. Οι επιμέρους χρονικές πορείες του ρυθμού εμφάνισης κίτρινων φύλλων των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα των μέσων. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειτρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 137, θ:Αθήρας Κέρκυρας 184, ι:Αθήρας Κέρκυρας 186, κ:Χάσικο Κρήτης.

3.9 Ρυθμός γήρανσης

Από τα δεδομένα των πινάκων 3.10 α και β είναι φανερή η στατιστικά σημαντική κλιμάκωση ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, στο σύνολο των βιότυπων με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στο επίπεδο καταπόνησης 4 και να φθίνουν σταδιακά προς το επίπεδο καταπόνησης 1. Εξετάζοντας τις ακραίες μεταχειρίσεις διαπιστώσαμε ότι η μεγαλύτερη μεταβολή του ρυθμού γήρανσης για το πρώτο έτος παρατηρήθηκε στον Γκρινιά Ζακύνθου και αντίστοιχα τη μικρότερη μεταβολή παρουσίασε ο Ζουλίτσα Αρκαδίας. Οι αντίστοιχες διαφορές του δεύτερου έτους αφορούσαν τους βιότυπους Αθέρα Κέρκυρας 186 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, Γκρινιά 148.

Πίνακας 3.10. Οι μέσες τιμές του ρυθμού γήρανσης στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,173a	0,319ab	0,328ab	0,48b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,112a	0,18ab	0,437b	0,455b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,207a	0,475a	0,508a	0,517a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,218a	0,282ab	0,385b	0,554c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,265a	0,348ab	0,521bc	0,744c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,249a	0,342ab	0,472ab	0,628b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,175a	0,435ab	0,682b	0,58b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,337a	0,469ab	0,655ab	0,726b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,163a	0,267a	0,57b	0,608b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,184a	0,26ab	0,356b	0,475c
Μ.Ο.	0,249a	0,337b	0,491c	0,58d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,160a	0,269ab	0,301b	0,363b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,174a	0,251a	0,365b	0,384b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,222a	0,324ab	0,370ab	0,427b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,204a	0,244ab	0,351bc	0,451c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,240a	0,283ab	0,348b	0,455c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,238a	0,287ab	0,327bc	0,415c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,180a	0,272ab	0,382bc	0,465c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,277a	0,354ab	0,389ab	0,454b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,216a	0,300ab	0,386bc	0,441c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,199a	0,284ab	0,384bc	0,411c
Μ.Ο.	0,211a	0,287b	0,360c	0,427d

Κατά κύριο λόγο ο πληθυσμός με τον υψηλότερο ρυθμό γήρανσης ήταν ο Γκρινιάς 148 ενώ στις χαμηλότερες θέσεις της κατάταξης βρέθηκαν συστηματικά και τα δύο έτη οι Τζούλιο 138 και Ασπρόσταρο Χανίων. (πίνακες 3.11α και β).

Πίνακας 3.11. Ο πίνακας φθίνουσας κατάταξης των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς τον ρυθμό γήρανσης κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1a	2a	2a	2a	0,546a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2b	4b	4c	1a	0,47ab
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	3bc	5b	6d	3b	0,422bc
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	4c	7c	8e	6c	0,36cde
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	5cd	1a	5cd	7cd	0,426bc
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	6de	9c	9ef	9d	0,318de
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	7de	3a	1a	5d	0,468ab
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	8de	6bc	10f	8c	0,325de
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	9e	8c	3b	4d	0,402bcd
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	10f	10d	7d	10b	0,296e

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1a	1a	1a	3a	0,368a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2a	6a	8a	2a	0,331ab
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	3a	4a	9a	7a	0,316ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4a	2a	5a	6a	0,335ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	5a	3a	2a	5a	0,335ab
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	6a	10b	7a	4a	0,312ab
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	7a	5a	3a	8a	0,319ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	8a	7a	4a	1a	0,324ab
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	9a	9b	6a	9a	0,293b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	10b	8a	10a	10a	0,273b

Γραμμική παλινδρόμηση με W.P.I.

Ο βαθμός επίδρασης της υδατικής ανεπάρκειας μελετήθηκε μέσω των γραμμικών παλινδρομήσεων της μεταβλητής με τον δείκτη υδατικού δυναμικού. Οπότε, από τους πίνακες 3.12 α και β γίνεται κατανοητό ότι όλοι οι βιότυποι εκτός του Γκρινιά Ζακύνθου τη πρώτη χρονιά επηρεάστηκαν σε διάφορο βαθμό από την έλλειψη νερού. Σημειώνεται ότι ο Γκρινιάς Ζακύνθου έδωσε το δεύτερο έτος τον μικρότερο συντελεστή συσχέτισης συγκριτικά με τους υπόλοιπους βιότυπους.

Από τους πιο υψηλούς συντελεστές συσχέτισης έδωσαν οι βιότυποι Χάσικο Κρήτης, Ζουλίτσα Αρκαδίας, Αθήρας Κέρκυρας 184 και 137 μεταξύ 80 και 90%. Τονίζεται ότι το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει την αύξηση του ρυθμού γήρανσης με την μείωση του δείκτη υδατικού δυναμικού (αύξηση έντασης της υδατικής καταπόνησης).

Μελετώντας τις τιμές του b της γραμμικής παλινδρόμησης φάνηκε η υπεροχή των Αθήρα Κέρκυρας 184 και Χάσικο Κρήτης συγκριτικά με τους άλλους βιότυπους, χωρίς όμως να επιβεβαιώνεται στατιστικά. Τις χαμηλότερες τιμές έδωσαν σταθερά και τις δύο περιόδους οι Ζουλίτσα Αρκαδίας και Ασπρόσταρο Χανίων χωρίς όμως να διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από τους υπόλοιπους βιότυπους. Επίσης, συγκρίνοντας διαχρονικά τις τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης παρατηρήθηκε ότι τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο αυτές ήταν πολύ χαμηλότερες.

Πίνακας 3.12. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ ρυθμού γήρανσης και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,73	-0,11	-0,747**
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-2,5	-0,15	-0,59**
ΓΚΡΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,64	-0,11	-0,35ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-2,44	-0,16	-0,89***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-4,49	-0,26	-0,89***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-2,83	-0,17	-0,79**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-2,58	-0,16	-0,65**
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	-2,65	-0,16	-0,71**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-2,45	-0,16	-0,8**
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,65	-0,1	-0,89***
F, r_w	5,03***	0,7ns	0,77***

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-0,913	-0,806	-0,781**
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,275	-1,044	-0,754**
ΓΚΡΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,099	-1,038	-0,563*
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-1,819	-1,498	-0,793**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-0,890	-0,840	-0,913***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-1,349	-1,199	-0,633*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-1,787	-1,490	-0,799**
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	-0,929	-0,970	-0,616*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,769	-1,444	-0,896***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,861	-0,843	-0,753**
F, r_w	8,29***	0,87ns	-0,77**

3.10 Εμφάνιση πρώτου κίτρινου φύλλου

Ο χρόνος εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου προσδιορίστηκε από το πηλίκο $-a/b$, όπου a η τιμή αποκοπής και b ο συντελεστής παλινδρόμησης της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ ημερών σοράς και αριθμού κίτρινων φύλλων. Εξετάζοντας τις τιμές της παραμέτρου σε κάθε επίπεδο καταπόνησης διαπιστώθηκε ότι οι πληθυσμοί κατανεμήθηκαν σε δύο κατηγορίες: (i) εκείνους που δεν διαφοροποίησαν στατιστικά τον χρόνο εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης (κυρίως το πρώτο έτος) και (ii) εκείνους που μεταξύ πρώτου και τέταρτου υποπεμαχίου εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (κυρίως το δεύτερο έτος) (πίνακες 3.13 α και β).

Πίνακας 3.13. Οι μέσες τιμές του χρόνου εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου (ημέρες από σορά) ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	127,56a	125,38ab	122,41b	122,76ab
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	128,43a	126,22ab	126,45ab	123,68b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	126,67a	126,49a	126,57a	125,31a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	127,92a	127,45a	126,4ab	125,63b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	126,97a	126,96a	125,91ab	124,86b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	126,72a	126,45a	126,33a	125,75a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	127,54a	126,08a	125,37a	126,36a
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	127,11a	126,44ab	125,85ab	125,59b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	125,09a	121,7a	123,9a	123,22a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	128,02a	126,88a	124,15ab	125,64b
<i>Μ.Ο.</i>	<i>127,2a</i>	<i>126,005b</i>	<i>125,334bc</i>	<i>124,88c</i>

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	124,5a	124,01a	124,22a	123,33a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	124,21a	124,28a	123,64a	122,54a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	123,63a	124,27a	125,01a	124,15a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	124,43a	123,41a	124,85a	124,74a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	125,26a	125,14a	123,97a	123,4a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	125,43a	124,11a	124,28a	124,23a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	124,17a	123,36a	123,02a	123,88a
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	124,91a	124,94a	124,12a	123,91a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	123,42a	122,85a	123,45a	123,77a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	124,62a	124,92ab	123,14ab	122,5b
<i>Μ.Ο.</i>	<i>124,46a</i>	<i>124,1ab</i>	<i>123,9ab</i>	<i>123,64b</i>

Διερευνώντας τυχόν διαφορές μεταξύ των βιότυπων σε κάθε επίπεδο καταπόνησης προέκυψαν τα δεδομένα των πινάκων 3.14 α και β. Αναλυτικότερα, στη πρώτη μεταχείριση οι τιμές διαμορφώθηκαν κατά μέσο όρο ανάμεσα στις 123 έως 128 ημέρες από τη σορά περίπου, με ωριμότερους βιότυπους τους Τζούλιο 138, Ζουλίτσα Αρκαδίας (το πρώτο έτος) και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, Αθέρα Κέρκυρας 184 (το δεύτερο έτος) ενώ ο πρωϊμότερος βιότυπος ήταν ο Αθέρας Κέρκυρας 137 ο οποίος παρέμεινε στην ίδια θέση και τις δύο χρονιές. Πάντως είναι ορατή η έλλειψη παραλλακτικότητας στις τιμές της παραμέτρου με μόνη σημαντική διαφοροποίηση εκείνη μεταξύ του εκάστοτε πρώτου και τελευταίου πληθυσμού στη σχετική ιεράρχηση.

Πίνακας 3.14. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ημερομηνία εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1a	7a	2a	8bcd	126,19a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	2ab	3a	8abc	3ab	126,17a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	3ab	1a	3ab	4abc	126,85a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	4ab	9a	10c	10d	124,52ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	5ab	8a	7ab	1a	126,33a
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	6ab	6a	6ab	5abc	126,24a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	7ab	2a	5ab	7abcd	126,17a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	8ab	5a	4ab	2ab	126,31a
ΓΚΡΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	9ab	4a	1a	6abc	126,26a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	10b	10a	9bc	9cd	123,47b

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	1a	6ab	3ab	2ab	124,513a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2ab	1a	6ab	7ab	124,441ab
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	3ab	2a	5ab	4ab	124,466ab
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4ab	3a	9ab	10b	123,796ab
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	5ab	7ab	4ab	8ab	124,014ab
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	6ab	8ab	2ab	1a	124,358ab
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	7ab	4ab	7ab	9b	123,667ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	8ab	9ab	10b	5ab	123,609ab
ΓΚΡΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	9ab	5ab	1a	3ab	124,266ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	10b	10b	8ab	6ab	123,372b

Γραμμική παλινδρόμηση με *W.P.I.*

Οι περισσότεροι βιότυποι επηρεάστηκαν σε ποικίλο βαθμό από την υδατική καταπόνηση και το γεγονός αυτό αποτυπώθηκε στα δεδομένα των πινάκων 3.15 α και β. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο πειραματικές χρονιές ήταν ότι το δεύτερο έτος οι πληθυσμοί στη συντριπτική τους πλειοψηφία δεν επηρεάστηκαν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από τη μεταβολή της υδατικής τους κατάστασης.

Τη πρώτη περίοδο τον υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης είχε ο Αθέρας Κέρκυρας 184 ενώ την χαλαρότερη εξάρτηση με την μείωση της εδαφικής υγρασίας εμφάνισε ο βιότυπος Αθέρας Κέρκυρας 137. Το επόμενο έτος αντίστοιχα σημαντικά επηρεάστηκε ο Ζουλίτσα Αρκαδίας ενώ παρατηρήθηκαν βιότυποι που έδωσαν αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης (Γκρινιάς Ζακύνθου, Χάσικο Κρήτης και Αθέρας Κέρκυρας 186).

Σ' ότι αφορά τις τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης κοινό χαρακτηριστικό των δύο ετών ήταν η έλλειψη στατιστικών διαφορών ανάμεσα στους πληθυσμούς. Οι εν λόγω τιμές παρουσιάστηκαν υψηλότερες το δεύτερο έτος ενώ παράλληλα οι βιότυποι που έδωσαν αρνητικό συντελεστή συσχέτισης εμφανίστηκαν να έχουν και αρνητικό συντελεστή παλινδρόμησης, υποδηλώνοντας τάση για παράταση του χρόνου εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης.

Πίνακας 3.15. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ χρόνου εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου και *WPI* κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

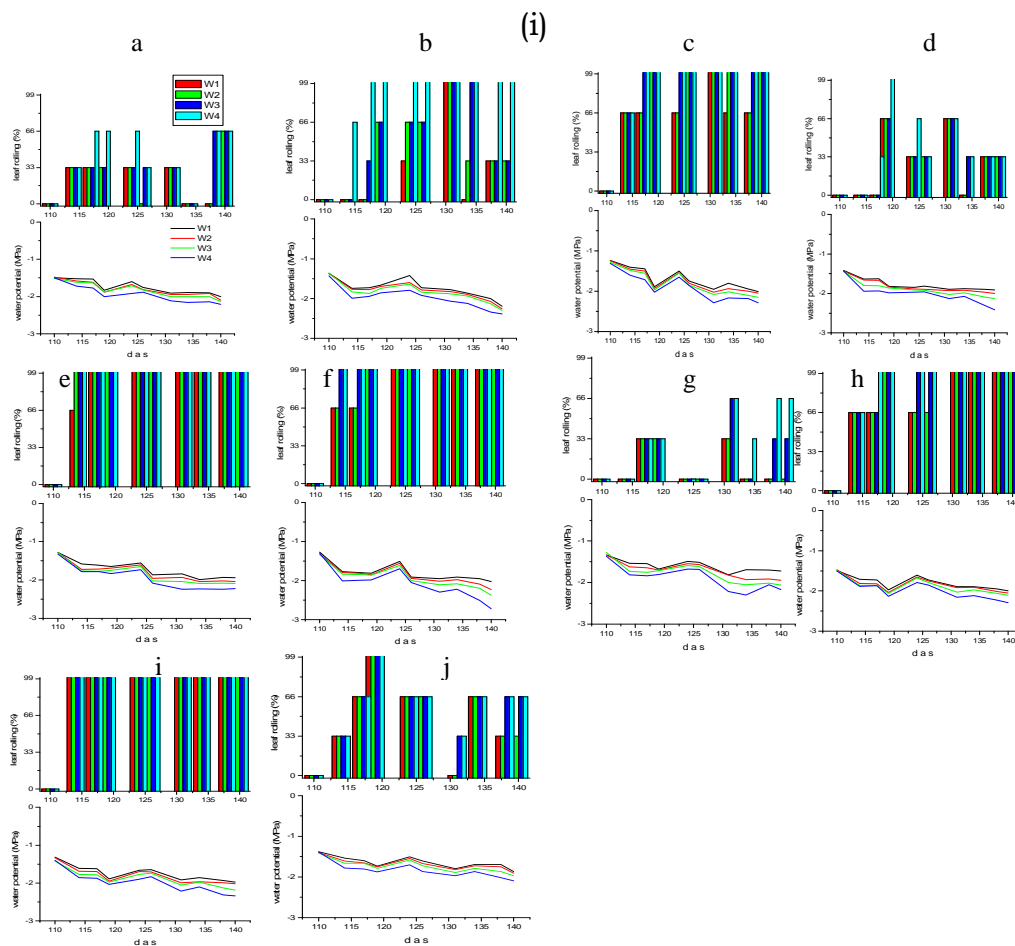
ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	159,4	1,89	0,59*
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	163,69	2,04	0,73**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	136,57	0,57	0,35ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	147,14	1,17	0,77**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	148,13	1,16	0,83***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	134,29	0,43	0,45ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	135,12	0,47	0,25ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	138,54	0,65	0,67**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	128,31	0,27	0,15ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	143,56	0,9	0,51*
F, r_w	7,52***	1,5ns	0,59*

(β)

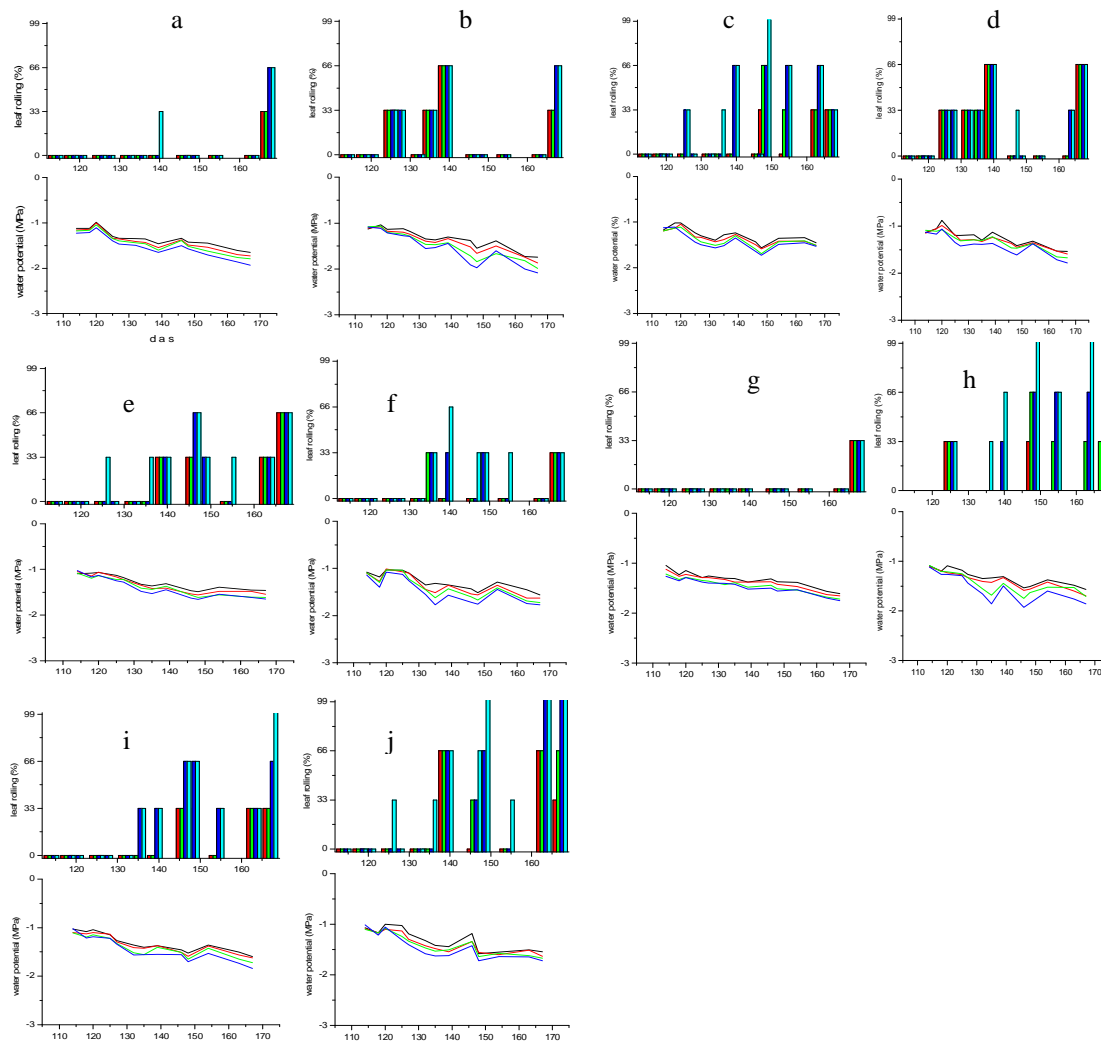
ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	129,466	3,704	0,335ns
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	140,043	10,897	0,468ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	114,572	-7,013	-0,529ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	119,849	-3,168	-0,167ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	136,714	8,435	0,555*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	134,890	7,471	0,261ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	119,777	-2,798	-0,125ns
ΓΚΡΝΙΑΣ 148	129,524	3,781	0,26ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	117,682	-3,905	-0,209ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	140,685	12,056	0,69**
F, r_w	0,9ns	1,47ns	0,38ns

3.11 Συστροφή των φύλλων

Η συστρόφη των φύλλων ήταν περισσότερο έκδηλη την πρώτη πειραματική περίοδο και γενικά έτεινε να είναι εντονότερη στα ξηρότερα υποτεμάχια. Ειδικότερα, κατά το δεύτερο έτος αυτή η τάση φάνηκε να είναι πιο ισχυρή σε σχέση με το πρώτο όπου το υδατικό δυναμικό λάμβανε υψηλότερες τιμές. Οι Αθήρας Κέρκυρας 184, Αθήρας Κέρκυρας 186 και Γκρινιάς Ζακύνθου έτειναν να στρέφουν τα ελάσματα των φύλλων τους πιο εύκολα, ενώ οι Αθήρας Κέρκυρας 137 και Τζούλιο 138 έδειξαν μικρότερη τάση συστρώφης και τα δύο έτη. Οι βιότυποι Ζουλίτσα Αρκαδίας, Σκυλόπειτρα Πτολεμαΐδας 182 και Ασπρόσταρο Χανίων έδειξαν πολύ έντονα το φαινόμενο το πρώτο έτος σε σχέση με το δεύτερο, ενώ ο Χάσικο Κρήτης συμπεριφέρθηκε με τον ακριβώς αντίθετο τρόπο.



(ii)



Διάγραμμα 3.29. Η γενική πορεία της έντασης συστροφής (%) των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης το πρώτο (i) και δεύτερο πειραματικό έτος (ii). Παράλληλα παρουσιάζεται η πορεία του υδατικού δυναμικού στο κάτω μέρος του διαγράμματος. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

3.12 Διαφορά θερμοκρασίας φύλλου αέρα (ΔΤ)

3.12.1 Γενική πορεία

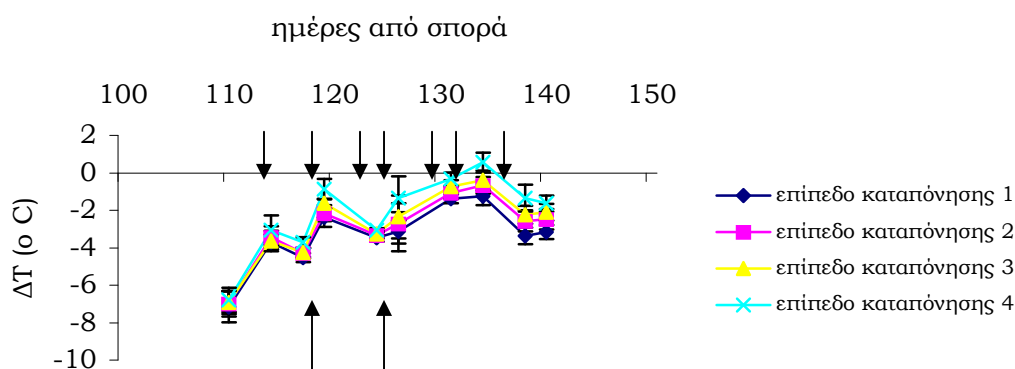
Κύριο χαρακτηριστικό της γενικής πορείας της ΔΤ όλων των πληθυσμών μαλακού σιταριού κατά τη διάρκεια των δύο πειραματικών περιόδων, όπου απεικονίζεται στα διαγράμματα 3.32 α και β, ήταν οι έντονες αυξομειώσεις. Το πρώτο έτος όταν πραγματοποιήθηκε η πρώτη παρατήρηση, 110 ημέρες από τη σπορά, δίκως να υφίσταται η διαβάθμιση των τεσσάρων επιπέδων καταπόνησης η ΔΤ βρέθηκε στα επίπεδα των -7°C περίπου. Κατόπιν του διαχωρισμού των μεταχειρίσεων φάνηκε ότι οι ΔΤ, ιδιαίτερος μεταξύ των ακραίων επιπέδων εδαφικής υγρασίας, έλαβαν στατιστικά σημαντικές διαφορετικές τιμές. Το μέγιστο εύρος ΔΤ παρατηρήθηκε κατά το στάδιο της ωρίμανσης (περίπου 2°C) μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 1 και 4 ενώ η μικρότερη διαφορά, εκτός της αρχικής παρατήρησης εντοπίστηκε κατά την πέμπτη παρατήρηση ($0,4^{\circ}\text{C}$).

Κατά τη φάση της πλήρους άνθησης η ΔΤ έλαβε τις υψηλότερες τιμές εφόσον αυτές κυμάνθηκαν από $-1,5^{\circ}\text{C}$ (επίπεδο καταπόνησης 1) έως $0,5^{\circ}\text{C}$ (επίπεδο καταπόνησης 4). Είναι αξιοσημείωτες οι τρεις αιχμές πτώσης 117, 125 και 138 ημέρες από τη σπορά όπου η ΔΤ διακυμάνθηκε στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης από $-4,5$ έως $-3,7^{\circ}\text{C}$, $-3,48$ έως $-3,06^{\circ}\text{C}$ και $-3,36$ έως $-1,35^{\circ}\text{C}$, αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρήθηκε 125 ημέρες από τη σπορά με την ΔΤ να μεταβάλλεται από τον -1°C στους -3°C περίπου.

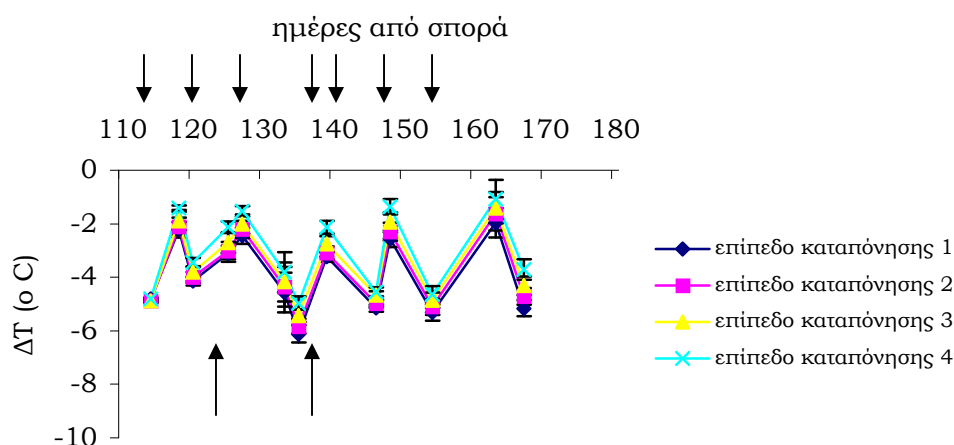
Αντίστοιχα το δεύτερο χρόνο, η ΔΤ κατά την αρχική παρατήρηση βρέθηκε περί τους -5°C σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης και στη συνέχεια άρχισε να είναι ανοδική ώσπου διεκόπη 120 ημέρες από τη σπορά παρατηρώντας τη πρώτη αιχμή πτώσης. Το περιγραφέν πρότυπο συνεχίστηκε μέχρι την τελική παρατήρηση, με την ΔΤ να λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της 163 ημέρες από τη σπορά διαβαθμιζόμενη από $-1,1^{\circ}\text{C}$ έως $-1,95^{\circ}\text{C}$ κατά μήκος των επιπέδων καταπόνησης. Πάντως, η μέγιστη διαφορά εντοπίστηκε μεταξύ των ακραίων μεταχειρίσεων άρδευσης, σε πρωϊμότερο στάδιο (148 ημέρες από τη σπορά), αγγίζοντας τους $-1,15^{\circ}\text{C}$.

Μεταξύ των κορυφών πτώσης της ΔT ξεχώρισε εκείνη που σημειώθηκε 135 ημέρες από τη σπορά δίνοντας ταυτόχρονα και το μέγιστο εύρος ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης 1 και 4, περίπου ίσο με $-1,13^{\circ}\text{C}$. Ακόμη επισημαίνεται η μείωση της τιμής της ΔT στη τελευταία παρατήρηση, σε τιμές που κυμάνθηκαν ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, από $-5,2^{\circ}\text{C}$ μέχρι $-3,7^{\circ}\text{C}$.

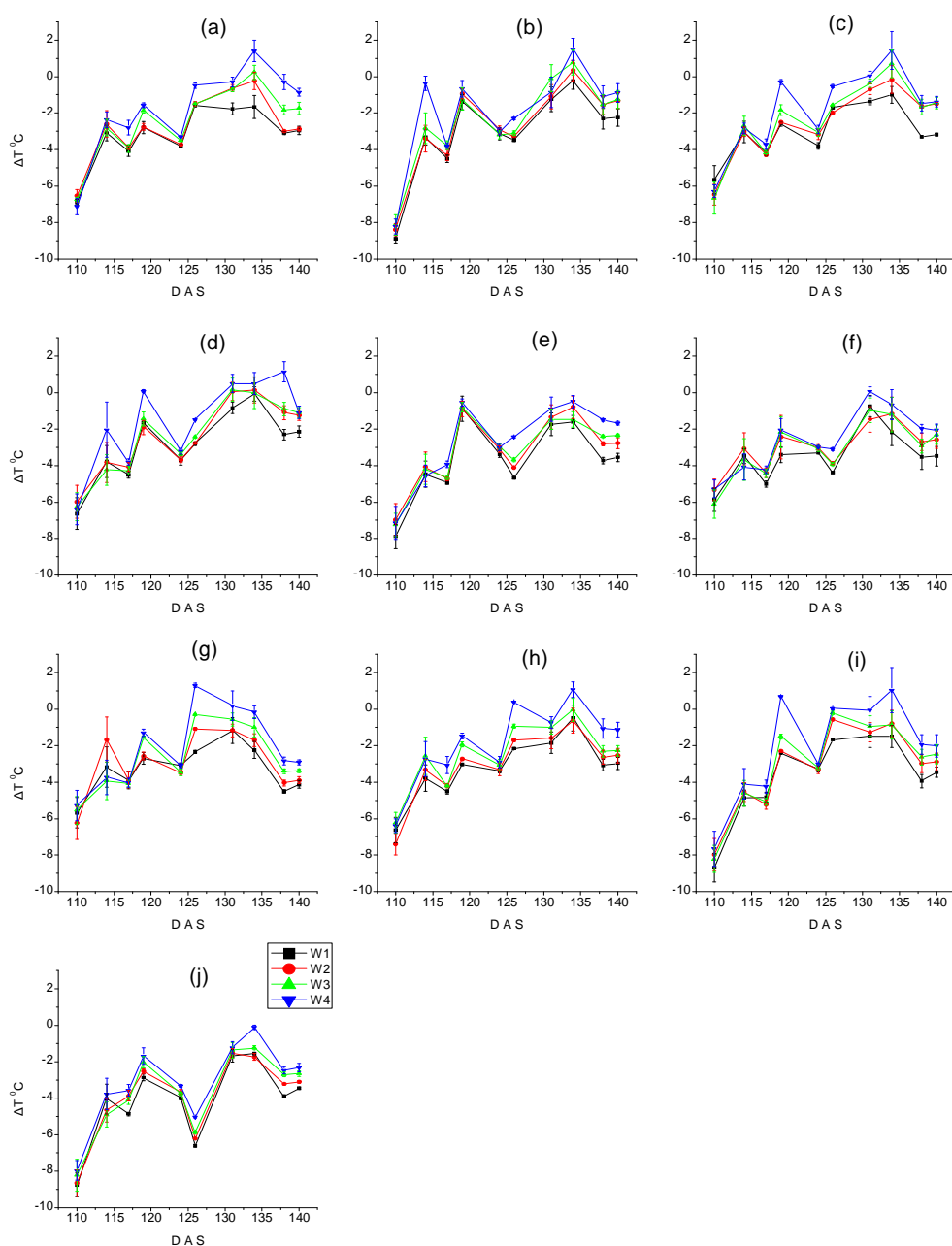
(α)



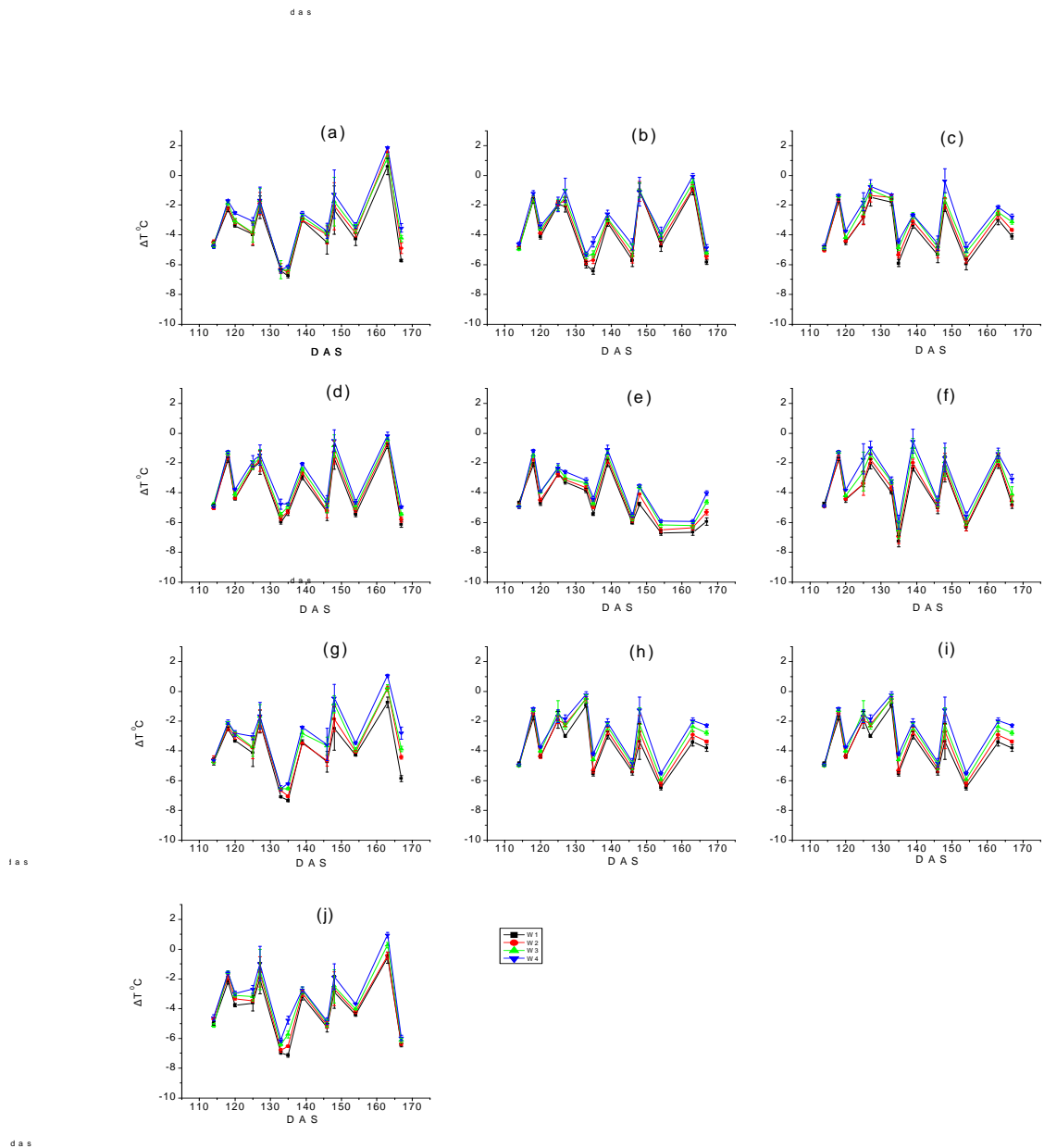
(β)



Διάγραμμα 3.32. Η γενική πορεία της διαφοράς θερμοκρασίας φύλλου αέρα για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού στα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης την πρώτη (α) και δεύτερη (β) καλλιεργητική περίοδο. Τα βέλη με κατεύθυνση προς τα κάτω υποδεικνύουν τις ημέρες άρδευσης, ενώ τα βέλη με κατεύθυνση προς τα πάνω δείχνουν την έναρξη του ξεσταχυάσματος και της άνθησης. Οι κατακόρυφες μπάρες αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα των μέσων.



Διάγραμμα 3.33. Οι επιμέρους χρονικές πορείες της διαφοράς θερμοκρασίας φύλλου-αέρα των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης, κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα του μέσου. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιας Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθέρας Κέρκυρας 137, η:Αθέρας Κέρκυρας 184, θ:Αθέρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.



Διάγραμμα 3.34. Οι επιμέρους χρονικές πορείες της διαφοράς θερμοκρασίας φύλλου-αέρα των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού, στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης, κατά το δεύτερο πειραματικό έτος. Οι κατακόρυφες μπάρες συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα του μέσου. α:Τζούλιο 138, β:Ασπρόσταρο Χανίων., γ:Γκρινιάς Ζακύνθου, δ:Γκρινιάς 148, ε:Σκυλόπειτρα Πτολ.182, ς:Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ:Αθήρας Κέρκυρας 137, η:Αθήρας Κέρκυρας 184, θ:Αθήρας Κέρκυρας 186, ι:Χάσικο Κρήτης.

3.12.2 Χρονικό ολοκλήρωμα πορείας ΔΤ

Οι μέσοι όροι του χρονικού ολοκληρώματος ΔΤ των βιότυπων παρουσιάζονται στους πίνακες 3.16 α και β. Όπως φαίνεται το ολοκλήρωμα ΔΤ αυξήθηκε προοδευτικά από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4 δίνοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το πρώτο έτος τη μεγαλύτερη αύξηση εμφάνισε ο βιότυπος Αθήρας Κέρκυρας 186, κατά $-1,44^{\circ}\text{C}$ ενώ αντίθετα ο πιο σταθερός πληθυσμός ήταν ο Ζουλίτσα Αρκαδίας με μεταβολή της τάξεως μόλις $-0,89^{\circ}\text{C}$. Την επόμενη περίοδο τη μεγαλύτερη μεταβολή μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 1-4 παρουσίασε ο βιότυπος Αθήρας Κέρκυρας 137 δίνοντας αύξηση της θερμοκρασίας φυλλώματος κατά $1,08^{\circ}\text{C}$ σε αντίθεση με τους Ασπρόσταρο Χανίων και Γκρινιά 148 οι οποίοι αύξησαν την θερμοκρασία τους κατά $0,75^{\circ}\text{C}$.

Πίνακας 3.16. Οι μέσες τιμές του ολοκληρώματος της χρονικής πορείας της διαφοράς θερμοκρασίας φύλλου αέρα ($^{\circ}\text{C}$) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-2,18a	-1,875ab	-1,628bc	-1,248b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-2,41a	-1,99ab	-1,77b	-1,11c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-2,29a	-1,99ab	-1,63b	-1,05c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-3,41a	-3,173a	-3,016a	-2,45b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-2,47a	-2,23ab	-1,74b	-1,103c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-2,82a	-2,46a	-2,44ab	-1,93b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-2,55a	-2,24ab	-1,99b	-1,11c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-2,2a	-1,99a	-1,89a	-1,07b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-2,44a	-2,055ab	-1,85b	-1,27c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-2,94a	-2,53ab	-2,52b	-2,13b
Μ.Ο.	-2,57a	-2,25b	-2,05c	-1,45d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-3,78a	-3,43b	-3,07bc	-2,7d
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-3,43a	-3,09b	-2,98b	-2,66c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-3,81a	-3,56b	-3,27c	-2,9d
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-3,55a	-3,33b	-3,1c	-2,79d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-3,62a	-3,44b	-3,17c	-2,87d
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-3,83a	-3,66b	-3,25c	-2,9c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-3,68a	-3,43b	-3,1c	-2,76d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-3,8a	-3,48b	-3,16c	-2,82d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-3,96a	-3,71b	-3,41c	-3,16d
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-4,7a	-4,44b	-4,14c	-3,91d
Μ.Ο.	-3,816a	-3,557b	-3,265c	-2,947d

Οι σχετικές στατιστικές δοκιμασίες μεταξύ των πληθυσμών σε κάθε επίπεδο καταπόνησης, σε συνδυασμό με την κατάταξη τους, εμφανίζονται στους πίνακες 3.17 α και β. Μελετώντας τα δεδομένα του πρώτου έτους μεταξύ των βιότυπων είναι φανερό ότι το πλέον δροσερό φύλλωμα σε όλες τις μεταχειρίσεις είχε το Χάσικο Κρήτης. Ανάλογη σταθερότητα παρουσίασε ο βιότυπος Ασπρόσταρο Χανίων ο οποίος διατηρήθηκε στην πρώτη θέση του πίνακα κατάταξης στα τρία πρώτα επίπεδα καταπόνησης αλλά στο ξηρότερο υποτεμάχιο αντικαταστάθηκε από τον Γκρινιά Ζακύνθου, υποχωρώντας κατά πέντε θέσεις(πίνακας 3.17). Επίσης είναι αξιοσημείωτη η άνοδος της ΔΤ του Αθέρα Κέρκυρας 184 στα δύο πιο ελλειμματικά σε νερό υποτεμάχια, κατά 1,4°C. Το εύρος των μεγίστων διαφορών κυμάνθηκε από 1,2 έως 1,4°C με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στο ξηρότερο υποτεμάχιο και τη χαμηλότερη στο τέταρτο επίπεδο καταπόνησης.

Τη δεύτερη χρονιά ο Τζούλιο 138 κατείχε σταθερά την πρώτη θέση, ενώ στην τελευταία βρέθηκε ο Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδος 182 απέχοντας πάντοτε στατιστικά σημαντικά από τους υπόλοιπους βιότυπους. Το άνοιγμα τιμών ανάμεσα στους δύο προαναφερθέντες πληθυσμούς, για τα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης, κυμάνθηκε από 1,16°C έως 1,35°C με τη μέγιστη τιμή να παρατηρείται στο επίπεδο καταπόνησης 2 και την ελάχιστη στο επίπεδο καταπόνησης 3. Τέλος τονίζεται η διαχρονική

σταθερότητα του Ασπρόσταρο Χανίων στις υψηλές θέσεις του πίνακα κατάταξης.

Πίνακας 3.17. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας της διαφοράς θερμοκρασίας φύλλου-αέρα, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	1a	1a	1a	6a	-1,73a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	4ab	2ab	4a	4a	-1,82a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	3ab	4ab	2a	1a	-1,74a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	10c	10d	10d	10b	-3,01c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	6ab	6abc	3a	3a	-1,89a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	8bc	8bc	8bc	8b	-2,41b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	7ab	7abc	7ab	5a	-1,97a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	2a	3ab	6a	2a	-1,79a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	5ab	5ab	5a	7a	-1,90a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	9bc	9c	9cd	9b	-2,53b

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1a	1a	1a	1a	-3,04a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	2ab	2ab	4ab	4a	-3,199b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3abc	5abc	6ab	6ab	-3,278bc
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4abc	4abc	3ab	3a	-3,247bc
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	5abc	3abc	2ab	2a	-3,246bc
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	6bc	6bc	5ab	5ab	-3,319cd
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	7bc	7bc	8ab	8ab	-3,39de
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	8bc	8bc	7ab	7ab	-3,414e
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	9c	9c	9b	9b	-3,566f
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	10d	10d	10c	10c	-4,302g

3.13 Τελικό ύψος

Στους πίνακες 3.18 α και β παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του τελικού ύψους των βιότυπων με τις στατιστικές διαφορές τους ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης, τα δύο πειραματικά έτη. Το εν λόγω χαρακτηριστικό μειώθηκε με την μείωση της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, με την πρώτη χρονιά να δίνει ευρύτερες διαφορές μεταξύ των ακραίων επιπέδων καταπόνησης.

Την πρώτη καλλιεργητική περίοδο η μεγαλύτερη μεταβολή εξαιτίας της υδατικής καταπόνησης παρατηρήθηκε στον βιότυπο Χάσικο Κρήτης από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4 κατά 27% και ακολούθως στον Τζούλιο 138 με 22%. Αντίθετα, την ελάχιστη μείωση εμφάνισε ο Αθήρας Κέρκυρας 184 όπου το ύψος περιορίστηκε μόλις κατά 5%, στη ξηρότερη μεταχείριση. Ανάλογα το δεύτερο έτος ο βιότυπος Χάσικο Κρήτης είχε μειώσει το ύψος του στο ξηρότερο υποτεμάχιο κατά 10% συγκριτικά με το αρδευόμενο, ενώ η μικρότερη μεταβολή στα αντίστοιχα υποτεμάχια ήταν περίπου 2% και αφορούσε τόσο τον Γκρινιά 148 όσο και τον Αθήρα Κέρκυρας 184.

Πίνακας 3.18. Οι μέσες τιμές του ύψους (cm) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα, μεταξύ των μεταχειρίσεων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	125,66a	108,33b	112,33b	98,33c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	135a	112b	106,66b	98,66c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	124,66a	124,66a	118,33b	118b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	145,33a	135ab	132b	129,33b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	143a	137,33ab	129b	119c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	131,33a	126,33ab	120,33bc	116c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	144,33a	136b	129bc	113,33c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	134a	125b	122b	118,33b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	144,33a	135b	124,66c	113,66d
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	133,66a	130ab	131,33ab	116,66b
<i>M.O.</i>	<i>136,13a</i>	<i>126,96b</i>	<i>122,56b</i>	<i>114,13c</i>

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	155,66a	147ab	146,66ab	144b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	146a	140,3ab	139,66ab	132,6b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	141,3a	130,33b	127,33b	126,66b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	154a	147,33ab	147,66ab	143b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	144,6a	144,66a	143,33a	141,6a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	139a	136a	131a	130,3a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	155,3a	146ab	149ab	142,33b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	137a	135,66a	136,66a	130,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	145,6a	145a	141,66a	142,66a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	149,3a	147a	148,66ab	139,66b
<i>M.O.</i>	<i>146,8aa</i>	<i>141,93ab</i>	<i>141,16ab</i>	<i>137,33b</i>

Η σύγκριση των πληθυσμών σε κάθε μεταχείριση για το πρώτο έτος (πίνακας 3.19 α) έδειξε ότι ο υψηλότερος βióτυπος ήταν ο Γκρινιάς 148, εξαιρουμένου του επίπεδου καταπόνησης 2 όπου τη πρώτη θέση κατέλαβε ο Ζουλίτσα Αρκαδίας. Στον αντίποδα το μικρότερο ύψος είχε ο Τζούλιο 138 στα επίπεδα καταπόνησης 2 και 4, ενώ την αντίστοιχη θέση κατείχαν οι Αθήρας Κέρκυρας 184 στο πρώτο επίπεδο υδατικής καταπόνησης και Χάσικο Κρήτης στο τρίτο. Συνολικά υπήρξαν αρκετές ανακατατάξεις στις σχετικές θέσεις του πίνακα ιεράρχησης με πιο χαρακτηριστικές την υποβάθμιση του Χάσικο Κρήτης, από την πέμπτη θέση στο υγρό υποτεμάχιο στις τελευταίες θέσεις στα υπόλοιπα υποτεμάχια και αντίστροφα η άνοδος του Αθήρα Κέρκυρας 186 από την έκτη θέση του επιπέδου καταπόνησης 1 στην τρίτη του επιπέδου καταπόνησης 4.

Τα γενικά χαρακτηριστικά του πίνακα 3.19 β όπου απεικονίζονται οι στατιστικές διαφορές ανάμεσα στους βióτυπους και η σχετική τους θέση το δεύτερο πειραματικό έτος είναι:

α) οι πληθυσμοί που βρέθηκαν στις υψηλότερες θέσεις του πίνακα δεν τις διατήρησαν και στις δύο περιόδους, χωρίς όμως αυτό να έχει αντίκτυπο από στατιστικής απόψεως και

β) η σταθερότητα στη σειρά κατάταξης των πληθυσμών, σε όλα τα υποτεμάχια, που βρέθηκαν στις τελευταίες θέσεις του πίνακα.

Συνοπτικά οι ψηλότεροι βióτυποι ήταν οι Αθήρας Κέρκυρας 137, Γκρινιάς Ζακύνθου και Ασπρόσταρο Χανίων ενώ ο πιο χαμηλόσωμος

ήταν ο Χάσικο Κρήτης. Είναι φανερό ότι ο Χάσικο Κρήτης έδωσε με μεγάλη συνέπεια από τις πλέον χαμηλές τιμές και στα δύο πειραματικά έτη.

Πίνακας 3.19. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το τελικό ύψος, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1a	4ab	1a	1a	135,41a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	2a	3ab	5a	7a	129,41bc
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	3a	2ab	4a	8a	130,66bc
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4a	1a	3a	2a	132,08ab
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	5a	9ab	10a	9a	113,08d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	6a	7ab	6a	3a	127,91c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7a	5ab	2a	5a	124,83c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	8a	6ab	7a	6a	123,49c
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	9a	10b	9a	10a	111,15d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	10a	8ab	8a	4a	121,41c

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	1a	2a	4ab	1a	148,33a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2a	4a	1a	4a	148,16a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	3ab	1a	3ab	2a	148a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	4ab	3a	2a	6ab	146,1ab
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	5abc	7ab	7b	7b	139,66c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	6bc	5a	6ab	3a	143,75b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	7bc	6a	5ab	5a	143,58b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	8bc	10c	10cd	10c	131,41d
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	9c	8bc	9bc	8bc	134,08d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	10c	9bc	8b	9bc	134,91d

Γραμμική παλινδρόμηση με WPI

Ο βαθμός εξάρτησης του τελικού ύψους από την υδατική καταπόνηση διαπιστώθηκε μέσω των γραμμικών παλινδρομήσεων με το δείκτη υδατικού δυναμικού. Στους πίνακες 3.20 α και β παρουσιάζονται οι παράμετροι της παλινδρόμησης για κάθε βιότυπο. Όπως φαίνεται από τον κοινό συντελεστή συσχέτισης r_w η υδατική καταπόνηση επέδρασε και τα δύο έτη κατά τον ίδιο βαθμό. Βεβαίως οι επιμέρους αντιδράσεις των βιότυπων ήταν διαφορετικές διαχρονικά, στις περισσότερες περιπτώσεις,

ενώ σημειώνεται ο Αθέρας Κέρκυρας 186 ο οποίος φάνηκε να μην επηρεάζεται σημαντικά από την έλλειψη νερού και στις δύο περιόδους. Οι πιο ευαίσθητοι στη ξηρασία πληθυσμοί ήταν ο Αθέρας Κέρκυρας 137 (πρώτο έτος) και Ζουλίτσα Αρκαδίας (δεύτερο έτος).

Όσον αφορά τον συντελεστή παλινδρόμησης είναι προφανής η έλλειψη στατιστικών διαφορών μεταξύ των πληθυσμών, τόσο το πρώτο, όσο και το δεύτερο έτος. Επιπλέον μεταξύ των πειραματικών ετών παρατηρήθηκε τόσο η σταθερότητα του Χάσικο Κρήτης ως προς την υψηλότερη τιμή, όσο και οι σημαντικά χαμηλότερες τιμές το δεύτερο έτος.

Πίνακας 3.20. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ τελικού ύψους και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	128,18	346,54	0,598**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	153,18	378,26	0,62**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	55,1	225,42	0,248ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	58,65	246,25	0,497ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	90,57	305,87	0,738**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	68,78	247,84	0,355ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	125,49	363,16	0,834***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	46,6	211,92	0,199ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	103,17	310,64	0,939***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	65,04	247,55	0,681**
F, r _w	16,94***	0,75ns	0,8***

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	247,211	67,855	0,575*
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	245,045	70,1162	0,761**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	275,106	100,973	0,698**
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	215,73	46,0155	0,508ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	157,607	10,4831	0,122ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	198,871	46,249	0,774**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	248,641	72,6925	0,631*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	172,388	25,7531	0,595*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	188,846	31,9323	0,5ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	215,719	50,0783	0,478ns
F, r _w	25,43***	1,61ns	0,68**

3.14 Επιφάνεια ριζικού συστήματος σε βάθος 0-12,5 cm

Η υδατική καταπόνηση επηρέασε αρνητικά την επιφάνεια του ριζικού συστήματος στα ανώτερα εδαφικά στρώματα, περιορίζοντας την σε στατιστικά σημαντικό βαθμό στην πλειονότητα των βιότυπων και τα δύο έτη (πίνακες 3.21 α και β).

Εστιάζοντας στις διαφορές μεταξύ των υποτεμαχίων, παρατηρήθηκε ότι η δραματικότερη μεταβολή στην επιφάνεια του ριζικού συστήματος το πρώτο έτος αφορούσε τον πληθυσμό Ασπρόσταρο Χανίων (61%), ενώ η μικρότερη μείωση σημειώθηκε στον Χάσικο Κρήτης, μόλις 21,5%. Επισημαίνεται ότι οι προαναφερόμενες μεταβολές παρατηρήθηκαν στις ακραίες μεταχειρίσεις. Το επόμενο έτος ο Χάσικο Κρήτης έδωσε μεν τη μικρότερη διαφορά τιμών, ο δε Τζούλιο 138 μείωσε σε μικρότερο ποσοστό το ριζικό του σύστημα. το μεγαλύτερο άνοιγμα στις τιμές παρατηρήθηκε μεταξύ των ακραίων επιπέδων καταπόνησης έδωσε ο βιότυπος Γκρινιάς Ζακύνθου μειώνοντας την επιφάνεια του ριζικού του συστήματος στα ανώτερα εδαφικά στρώματα κατά 54%. Πάντως, σε αριθμητικές απόλυτες τιμές το μεγαλύτερο εύρος έδωσε ο Ζουλίτσα Αρκαδίας με τιμή 0,0539 cm²/cm³.

Πίνακας 3.21. Οι μέσες τιμές της επιφάνειας του ριζικού συστήματος (cm²/cm³) σε βάθος 0-12,5 cm στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού, το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος (β). Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,0961a	0,0729ab	0,0568ab	0,0464b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0626a	0,0591a	0,0567a	0,0491b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0563a	0,0475a	0,0432a	0,0386a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0539a	0,0441ab	0,0416b	0,0385b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,0932a	0,0665ab	0,0577b	0,04b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,0714a	0,0573a	0,0517a	0,0384a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,0614a	0,0562a	0,0527ab	0,0362b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,0949a	0,0572a	0,0513a	0,0408a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,059a	0,0538a	0,0457a	0,0409a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0591a	0,0483ab	0,039bc	0,0231c
Μ.Ο.	0,0707a	0,056b	0,0496b	0,0392c

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,103a	0,0927a	0,079b	0,064c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0729a	0,059ab	0,0485bc	0,0394c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,079a	0,064b	0,0502b	0,037c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0792a	0,0644ab	0,0502b	0,0371c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,1084a	0,0868b	0,0785b	0,0545c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,0814a	0,0654ab	0,0578bc	0,0378c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,0896a	0,0806ab	0,0691b	0,0418c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,111a	0,0913a	0,0689b	0,0586b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,098a	0,0945a	0,065b	0,0473b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,097a	0,085ab	0,0715b	0,0478c
Μ.Ο.	0,0919	0,0783	0,0638	0,0465

Σ' ότι αφορά την συμπεριφορά των βιότυπων ανά καταπόνηση (πίνακες 3.22 α και β) φάνηκε η γενική υπεροχή του Τζούλιο 138 συμπεριλαμβανομένων των δύο πειραματικών περιόδων ενώ επισημαίνεται ότι η σχετική κατάταξη των βιότυπων διατηρήθηκε στα ίδια σχεδόν επίπεδα τόσο το πρώτο, όσο και το δεύτερο έτος. Οπότε οι βιότυποι Ζουλίτσα Αρκαδίας και Αθέρας Κέρκυρας 186 μπορούν να καταταχθούν σε εκείνους που είχαν το πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα, ενώ οι Γκρινιάς 148 και Αθέρας Κέρκυρας 184 σε εκείνους με το μικρότερο.

Πίνακας 3.22. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την επιφάνεια του ριζικού συστήματος σε βάθος 0-12,5 cm, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1a	1a	2a	2a	0,068a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	2a	5bc	6ab	4a	0,061abc
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	3a	2ab	1a	5a	0,064ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4a	4bc	5ab	8a	0,054abcde
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	5a	3bc	3a	1a	0,056abcd
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	6a	6bcd	4ab	9a	0,051bcde
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7a	8cd	10b	10a	0,042e
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	8a	7cd	7ab	3a	0,049cde
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	9a	9cd	8ab	6a	0,046de
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	10a	10d	9ab	7a	0,044de

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	Ε.Κ. 1	Ε.Κ. 2	Ε.Κ. 3	Ε.Κ. 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1a	3ab	5ab	2ab	0,0825a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	2ab	4ab	2a	3abc	0,082ab
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	3ab	2a	1a	1a	0,0848a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	4abc	1a	6abc	5abc	0,0764bc
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	5abc	5ab	3ab	4abc	0,0754bc
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	6bcd	6b	4ab	7bc	0,07c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	7cd	7c	8bc	9bc	0,0606d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	8cd	8c	9c	10c	0,0577d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	9d	9c	7abc	6bc	0,0603d
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	10d	10c	10c	8bc	0,055d

Γραμμική παλινδρόμηση με WPI

Αν εξαιρέσουμε τους βιότυπους Αθήρας Κέρκυρας 184 και 186 το πρώτο και δεύτερο έτος, οι υπόλοιποι βιότυποι επηρεάστηκαν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από την όξυνση της υδατικής καταπόνησης. Οι κοινοί συντελεστές συσχέτισης, έδειξαν ότι η επίδραση της υδατικής καταπόνησης το δεύτερο έτος ήταν περισσότερο στατιστικά σημαντική σε σχέση με το πρώτο. Αν θέλουμε να ξεχωρίσουμε τους βιότυπους που επηρεάστηκαν σχετικά εντονότερα από τη ξηρασία και τα δύο έτη, γίνεται κατανοητό από τους πίνακες 3.23 α και β ότι αυτοί ήταν οι Ασπρόσταρο Χανίων και Χάσικο Κρήτης.

Η ανάλυση διασποράς για τις τιμές του b υπέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών μόνο κατά το δεύτερο έτος. Τις μικρότερες τιμές έδωσαν το μεν πρώτο έτος οι Αθήρας Κέρκυρας 137 και Γκρινιάς 148, το δε δεύτερο οι Αθήρας Κέρκυρας 184, 186 και Γκρινιάς 148. Επιπλέον, υπογραμμίζεται η ασημαντότητα του συντελεστή συσχέτισης των πληθυσμών Αθήρας Κέρκυρας 184 και 186 το πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα, γεγονός που δεν παρατηρήθηκε στους υπόλοιπους βιότυπους.

Πίνακας 3.23. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ επιφάνειας ριζικού συστήματος σε βάθος 0-12,5 cm και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,424	0,194	0,584*
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,169	0,065	0,853***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,207	0,085	0,424ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,160	0,061	0,687**
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,397	0,174	0,778**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,313	0,143	0,631*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,254	0,109	0,755**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,448	0,207	0,563*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,152	0,058	0,521*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,301	0,141	0,861***
F, r_w	6,24***	1,32ns	0,71***

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,381	0,197cd	0,912***
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,347	0,205cd	0,894***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,278	0,152d	0,805***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,275	0,16d	0,845***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,420	0,241c	0,928***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,432	0,268bc	0,879***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,521	0,325ab	0,85***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,647	0,13	0,418ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,589	0,351a	0,895***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,357	0,191cd	0,843***
F, r_w	36,48***	2,71***	0,91***

3.15 Επιφάνεια ριζικού συστήματος σε βάθος 12,5-25 cm

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων απέδειξε ότι η επιφάνεια του ριζικού συστήματος στα βαθύτερα στρώματα είχε αυξητικές τάσεις όσο αυξανόταν η υδατική ανεπάρκεια στο έδαφος (πίνακες 3.24 α και β). Οι σημαντικότερες διαφορές παρατηρήθηκαν κυρίως μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 1 και 4 χωρίς να αποκλείονται οι κατά περίπτωση στατιστικές αποκλίσεις στα ενδιάμεσα υποτεμάχια. Ειδικότερα το πρώτο έτος, την υψηλότερη μεταβολή σε σχέση με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης παρουσίασε ο βιότυπος Ζουλίτσα Αρκαδίας κατά 232%, περίπου ενώ σταθερότερη συμπεριφορά επέδειξε ο Ασπρόσταρο Χανίων με αύξηση της ριζικής του επιφάνειας στις ξηρικές συνθήκες μόλις 16%. Το επόμενο έτος ο πληθυσμός που φάνηκε να αυξάνει την επιφάνεια των ριζών του σε υψηλότερο ποσοστό ήταν ο Αθέρας Κέρκυρας 186 με 42% σε διαφορά με το Γκρινιά 148 ο οποίος εμφάνισε αύξηση της τάξεως του 16% περίπου.

Πίνακας 3.24. Οι μέσες τιμές της επιφάνειας του ριζικού συστήματος (cm^2/cm^3) σε βάθος 12,5-25 cm στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος (β). Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,0117a	0,01261a	0,0186a	0,0198a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0132a	0,0140a	0,018a	0,0246a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0195a	0,02a	0,0205a	0,0269a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,02a	0,019a	0,0221a	0,0258b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,00716a	0,0134b	0,0175b	0,0238c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,0182a	0,0201ab	0,0224ab	0,0267c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,00922a	0,0142ab	0,0173b	0,0205b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,00663a	0,00791a	0,0101a	0,016b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,0105a	0,011a	0,0142a	0,02b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0180a	0,0181a	0,0191a	0,0209a
Μ.Ο.	0,0134a	0,0149ab	0,018ab	0,0225b

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,0223d	0,0252c	0,0274b	0,0297a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0266b	0,0283b	0,0322a	0,0332a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0236b	0,0227b	0,0246b	0,0309a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0229c	0,0239bc	0,0256ab	0,0274a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,0191c	0,0206bc	0,0221b	0,0285a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,0211c	0,0241b	0,0295a	0,0309a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,0212d	0,0262c	0,0288b	0,0325a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,0127c	0,0155b	0,0170b	0,0221a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,0185b	0,0197b	0,0203b	0,0260a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0196c	0,0198c	0,0224b	0,0265a
Μ.Ο.	0,0208d	0,0226c	0,025b	0,0288a

Η σύγκριση των βιότυπων μεταξύ των, φανέρωσε καταρχήν, μία έντονη παραλλακτικότητα στις τιμές της παραμέτρου και στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης (πίνακες 3.24, 3.25 α και β). Επικεντρώνοντας την προσοχή μας στο πρώτο έτος, διακρίνουμε ότι στο επίπεδο καταπόνησης 1 παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές με εύρος $0,014 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$, ενώ αντίστοιχα οι ανώτατες τιμές σημειώθηκαν στο ξηρότερο υποτεμάχιο κυμαινόμενες σε απόσταση $0,011 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$. Επιπρόσθετα, το αντίστοιχο άνοιγμα για τα επίπεδα καταπόνησης 2 και 3 ήταν $0,0122 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$ με τιμές σαφώς ενδιάμεσα στα ακραία υποτεμάχια. Ανάλογα το δεύτερο έτος ήταν φανερή η υπεροχή του Χάσικο Κρήτης σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης, με μέση τιμή $0,0301 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$ σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Γενικότερα, οι βιότυποι διατήρησαν τη θέση τους στις διάφορες επεμβάσεις άρδευσης, τονίζοντας ότι τις δύο τελευταίες θέσεις κατελάμβαναν παγίως οι Αθέρας Κέρκυρας 137 και Αθέρας Κέρκυρας 186. Οι μέγιστες διαφορές στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης βρέθηκαν στο διάστημα $0,01-0,015 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$.

Αποδίδοντας μια συνολική εικόνα των δύο περιόδων, φάνηκε ότι τις πρώτες θέσεις των πινάκων ιεράρχησης (πίνακες 3.25 α και β) κατέλαβαν συστηματικά οι πληθυσμοί Γκρινιάς 148, Αθέρας Κέρκυρας 184 και Γκρινιάς Ζακύνθου εναλλασσόμενοι στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης. Αντίθετα, σταθερά τελευταίος σε όλες τις μεταχειρίσεις παρέμεινε ο βιότυπος Αθέρας 186 ενώ γενικότερα δεν παρατηρήθηκαν οι έντονες μεταβολές στην κατάταξη των βιότυπων στα διάφορα επίπεδα εδαφικής υγρασίας όπως στην περίπτωση των επιφανειακών στρωμάτων της ρίζας.

Πίνακας 3.25. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σπαριού ως προς την επιφάνεια του ριζικού συστήματος σε βάθος 12,5-25 cm, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1a	3a	2ab	3abc	0,0217a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2ab	2a	3abc	1a	0,0217a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	3abc	1a	1a	2ab	0,021a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	4abc	4ab	4abc	6abcd	0,019ab
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	5abcd	6bc	6bcd	4abc	0,017bc
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	6abcd	8c	5abc	9cd	0,0155cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	7bcd	9cd	9d	8cd	0,0139d
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	8cd	5bc	8cd	7bcd	0,0153cd
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	9d	7c	7cd	5abc	0,0154cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	10d	10d	10e	10d	0,0101e

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1a	1a	1a	1a	0,0301a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	2ab	6bcd	6cde	3abc	0,0254b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3abc	5bcd	5bcd	7cd	0,0249b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	4abcd	3ab	4bc	5abcd	0,0262b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	5bcd	2ab	3abc	2ab	0,0272b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	6bcd	4abc	2ab	4abc	0,0264b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7bcd	8cde	7de	8d	0,0221c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	8cd	7cd	8de	6bcd	0,0226c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	9d	9de	9ef	9de	0,0211c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	10e	10e	10f	10e	0,0168d

Γραμμική παλινδρόμηση με WPI

Από τους πίνακες της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ WPI και επιφάνειας ριζών σε βάθος 12,5-25 cm, φάνηκε ότι η υδατική κατάσταση επηρέασε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό το υπό εξέταση χαρακτηριστικό (πίνακες 3.26 α και β). Οι σχεδόν όμοιες τιμές των κοινών συντελεστών συσχέτισης τα δύο πειραματικά έτη αποκάλυψαν την ισχυρή τάση αύξησης της βαθύτερης ριζικής επιφάνειας σε αυξημένα υδατικά ελλείμματα. Ομαδοποιώντας τους βιότυπους σε σχέση με το επίπεδο εξάρτησης από την έλλειψη νερού γίνεται αντιληπτό ότι την πλέον ισχυρή επίδραση από την υδατική καταπόνηση δέχθηκε σταθερά στις δύο περιόδους ο Αθέρας Κέρκυρας 186 ($r=-0,928$ και $-0,905$). Αντίθετα, λιγότερο ισχυρά επηρεάστηκαν οι Ασπρόσταρο Χανίων και Αθέρας Κέρκυρας 137 δίνοντας συντελεστές συσχέτισης $-0,575$ και $-0,599$ τις δύο χρονιές αντίστοιχα.

Συγκρίνοντας τις απόλυτες τιμές του συντελεστή γραμμικής παλινδρόμησης, διαπιστώθηκε ότι την υψηλότερη τιμή έλαβαν οι Ζουλίτσα Αρκαδίας και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, ενώ σημαντικά χαμηλότερα σε σχέση με τους υπόλοιπους βιότυπους βρέθηκαν οι Ασπρόσταρο Χανίων και Γκρινιάς 148 τα δύο έτη αντίστοιχα. Τονίζεται ότι η στατιστική ανάλυση για τα b κατά το δεύτερο χρόνο δεν απέδωσε στατιστικές διαφορές δεδομένης της τιμής του F της δοκιμασίας.

Πίνακας 3.26. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ επιφάνειας ριζικού συστήματος σε βάθος 12,5-25 cm και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-0,0697	-0,0465	-0,658**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-0,0808	-0,0568	-0,643*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-0,0498	-0,0379	-0,709**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-0,0313	-0,0281	-0,88***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,0957	-0,0580	-0,924***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-0,0484	-0,0389	-0,745**
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-0,0772	-0,0499	-0,86***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-0,0649	-0,0402	-0,928***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,0434	-0,0327	-0,818***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-0,0038	-0,0124	-0,575*
F, r_w	14,8***	1,02ns	0,8***

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-0,0269	-0,0353	-0,842***
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-0,031	-0,0429	-0,817***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-0,0192	-0,0307	-0,783**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-0,0142	-0,0293	-0,691***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,0304	-0,0378	-0,77**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-0,0683	-0,0685	-0,71***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-0,0765	-0,0747	-0,781***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-0,0587	-0,0535	-0,905***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,0261	-0,0324	-0,599*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-0,0223	-0,0302	-0,8***
F, r_w	28,2***	1,68ns	-0,78***

3.16 Απόδοση σε βιομάζα

Η γενικότερη τάση της απόδοσης σε βιομάζα, όσο αυξανόταν η εδαφική ξηρασία ήταν πτωτική και αυτό παρουσιάζεται στους πίνακες 3.27 α και β όπου επίσης απεικονίζονται οι επιμέρους αποδόσεις των πληθυσμών καθώς και οι διαφορές τους ανά μεταχείριση. Τη μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση βιομάζας κατά το πρώτο έτος εμφάνισε ο Αθέρας Κέρκυρας 137 κατά 110%, περίπου, από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4, ενώ ο πληθυσμός που παρέμεινε σχετικά ανεπηρέαστος ήταν ο Ασπρόσταρο Χανίων σημειώνοντας μικρή, μη σημαντική, πτώση (19%). Εξετάζοντας τις μέγιστες και ελάχιστες μεταβολές του δεύτερου έτους διαπιστώθηκε ότι την δραματικότερη μείωση σε παραγωγή βιομάζας βίωσε ο βιότυπος Χάσικο Κρήτης με 42%, σε αντίθεση με τον Ασπρόσταρο Χανίων όπου η αντίστοιχη μείωση ήταν μόλις 17%.

Πίνακας 3.27. Οι μέσες τιμές της απόδοσης σε βιομάζα (tn/στρέμμα) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος. Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1,06a	0,96a	0,83a	0,72a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1,42a	0,97b	0,92b	0,86b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	1,25a	0,97b	0,95b	0,81b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1,66a	1,48b	1,21c	1,05c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1,91a	1,7ab	1,55ab	1,32b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1,34a	1,23a	0,85b	0,79b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	1,6a	1,49a	1,22a	1,18a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1,57a	1,42a	1,24ab	0,99b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	2,04a	1,89a	1,4ab	0,97b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	1,06a	1a	0,97a	0,89a
Μ.Ο.	1,485a	1,311ab	1,114b	0,958b

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	2,28a	2,07ab	1,87bc	1,62c
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1,95a	1,72ab	1,65bc	1,47c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1,62a	1,24ab	1,08bc	0,93c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	1,63a	1,48ab	1,39ab	1,34b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1,93a	1,76a	1,47b	1,46b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1,34a	1,1a	0,79b	0,83b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1,41a	1,28ab	1,05bc	1,01c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	1,54a	1,45ab	1,36b	1,22b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1,52a	1,36ab	1,28ab	1,14b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	1,8a	1,58ab	1,43bc	1,31c
Μ.Ο.	1,702a	1,504b	1,337c	1,233d

Οι πίνακες κατάταξης των βιότυπων στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης τα δύο έτη (πίνακες 3.28 α, β) αποκάλυψαν ότι δεν συνέβησαν σημαντικές αλλαγές σε σχέση με την αύξηση της υδατικής καταπόνησης. Η μόνη αξιοσημείωτη μετατόπιση κρίθηκε εκείνη του Αθέρα Κέρκυρας 137 το πρώτο έτος όπου από τη πρώτη θέση στο επίπεδο καταπόνησης 1 βρέθηκε πέμπτος στο επίπεδο καταπόνησης 4. Επισημαίνεται ότι ο Αθέρας Κέρκυρας 137 εντοπίστηκε στις κορυφαίες θέσεις ιεράρχησης και τα δύο έτη γεγονός που δεν παρατηρήθηκε σε άλλον βιότυπο.

Πίνακας 3.28. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την απόδοση σε βιομάζα, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	1a	1a	2ab	5bc	1,57a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	2ab	2ab	1a	1a	1,62a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3abc	4bc	5bc	3abc	1,335b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	4bc	3bc	3bc	4bc	1,37b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	5bcd	5bc	4bc	2a	1,3b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	6cd	8d	8cd	7bc	1,042c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	7cd	6cd	9d	9c	1,05c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	8cd	9d	7cd	8c	0,995c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	9d	7d	6cd	6bc	0,98cd
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	10d	10d	10d	10c	0,89d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	1a	1a	1a	1a	1,96a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	2ab	3ab	2ab	2ab	1,697b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	3abc	2ab	3abc	3ab	1,655bc
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	4bcd	4bc	4bcd	5abc	1,53cd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	5bcde	5bcd	5bcd	4abc	1,46de
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	6bcde	9cd	8cde	9cd	1,217f
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	7bcde	6bcd	6bcd	6abcd	1,392de
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	8cde	7bcd	7bcd	7bcd	1,325ef
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	9de	8cd	9de	8cd	1,187f
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	10e	10d	10e	10d	1,015g

Γραμμική παλινδρόμηση με WPI

Οι γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ του υπό εξέταση χαρακτηριστικού και του δείκτη υδατικού δυναμικού έδωσαν σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικά σημαντικούς συντελεστές συσχέτισης αποδεικνύοντας την ισχυρή εξάρτηση της παραγωγής σε βιομάζα με την επάρκεια νερού στο έδαφος. Η δοκιμασία ομοιογένειας για τους συντελεστές συσχέτισης φανέρωσε ότι μεταξύ των βιότυπων δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά, οπότε ο κοινός συντελεστής συσχέτισης υπολογίστηκε 0,72 και 0,74 για τις δύο χρονιές αντίστοιχα. Υπογραμμίζεται ο βιότυπος Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 ο οποίος τη μεν πρώτη περίοδο έδωσε τη μικρότερη τιμή r , εκτός του Ασπρόσταρο Χανίων, τη δε δεύτερη στατιστικά ασήμαντη.

Περαιτέρω στατιστική ανάλυση έδειξε ότι μεταξύ των συντελεστών παλινδρόμησης υπήρχαν σημαντικές διαφορές μόνο το πρώτο έτος, με τον Αθέρα Κέρκυρας 137 να υπερτερεί των υπολοίπων δίνοντας τιμή 3,77 και τον Ασπρόσταρο Χανίων να δίνει τον χαμηλότερο συντελεστή 0,686. Τη δεύτερη περίοδο οι συντελεστές παλινδρόμησης ήταν στατιστικά όμοιοι, παρά ταύτα τονίζεται ότι οι προαναφερθέντες βιότυποι βρέθηκαν να δίνουν από τις υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές b αντίστοιχα.

Πίνακας 3.29. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ απόδοσης σε βιομάζα και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	3,968	1,675	0,657**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	5,091	2,339	0,651*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	4,631	1,926	0,776**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	6,323	2,634	0,927***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	5,455	1,998	0,659**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	5,905	2,684	0,791**
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	3,924	1,404	0,584*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	5,76	2,384	0,824***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	8,204	3,774	0,785**
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	2,242	0,686	0,582*
F, r_w	26,4***	2,01**	0,72***

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	6,978	3,444	0,631*
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	5,273	2,379	0,855***
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	6,985	4,053	0,778**
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	3,284	1,239	0,588*
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	5,332	2,749	0,719**
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4,436	2,442	0,822***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4,831	2,636	0,617*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	3,055	1,1425	0,735**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	4,840	2,489	0,584*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	6,314	3,445	0,474ns
F, r_w	25,44***	1,17ns	0,74***

3.17 Απόδοση σε καρπό

Στους πίνακες 3.30 α και β απεικονίζονται οι αποδόσεις σε καρπό των δέκα βιότυπων μαλακού σίτου ανά μεταχείριση άρδευσης και πειραματικό έτος. Το πρώτο έτος η παραγωγικότητα των βιότυπων επηρεάστηκε δυσμενώς από τη μείωση της εδαφικής υγρασίας, εκτός από την περίπτωση του Αθέρα Κέρκυρας 137, όπου στο ξηρότερο υποτεμάχιο παρατηρήθηκε σημαντικά υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ανάμεσα στους βιότυπους που μείωσαν την παραγωγή τους λόγω υδατικής καταπόνησης, εκείνος που έδωσε την μεγαλύτερη μείωση ήταν ο Χάσικο Κρήτης ενώ την ελαφρότερη επίδραση από την έλλειψη νερού δέχθηκε ο Ασπρόσταρο Χανίων με μείωση κατά 22%. Το δεύτερο έτος παρατηρήθηκαν βιότυποι που η απόδοση τους μειώθηκε με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης (Τζούλιο 138, Χάσικο Κρήτης, Ασπρόσταρο Χανίων, Γκρινιάς 148, Ζουλίτσα Αρκαδίας, Γκρινιάς Ζακύνθου και Αθέρας Κέρκυρας 184) καθώς και βιότυποι που διατήρησαν την παραγωγικότητα τους σε στατιστικά σταθερά επίπεδα (Αθέρας Κέρκυρας 137, Αθέρας Κέρκυρας 186 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182). Τη σημαντικότερη μείωση έδωσε ο βιότυπος Αθέρας Κέρκυρας 184 με 44%, από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4, σε αντίθεση με τον Αθέρα Κέρκυρας 137 όπου παρά το γεγονός της μεγαλύτερης μέσης τιμής στο τέταρτο υποτεμάχιο η μέγιστη διαφορά ήταν από το επίπεδο καταπόνησης 1, μόλις 0,05%. Επιπλέον υπογραμμίζεται ότι σε όσες περιπτώσεις δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές η απόδοση σε καρπό είχε την τάση να αυξάνεται με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης.

Ο πίνακας των συγκρίσεων μεταξύ των πληθυσμών και ιεράρχησης τους ανά επίπεδο μεταχείρισης το πρώτο έτος (πίνακας 3.31 α) έδειξε μεν μία σχετική σταθερότητα των βιότυπων στην κατάταξη τους, αποκάλυψε δε την αναρρίχηση του Αθέρα Κέρκυρας 137 από την όγδοη θέση στην υγρή μεταχείριση, στη πρώτη στα υπόλοιπα επίπεδα άρδευσης. Μελετώντας τις ακραίες διαφορές των βιότυπων, παρατηρήθηκε η υπεροχή του Ζουλίτσα Αρκαδίας στο πρώτο υποτεμάχιο με μέγιστη σημαντική διαφορά από τον Ασπρόσταρο Χανίων κατά 92 kg/στρέμμα. Ήδη αναφέρθηκε η άνοδος του Αθέρα Κέρκυρας 137, στα τρία επόμενα υποτεμάχια, στη πρώτη θέση και παράλληλα η διαβάθμιση της απόδοσης του με τον πιο χαμηλοαποδοτικό πληθυσμό ήταν 93, 101,5 και 179 kg/στρέμμα αντίστοιχα.

Πίνακας 3.30. Οι μέσες τιμές της απόδοσης σε καρπό (kg/στρέμμα) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος. Τιμές μεταξύ των μεταχειρίσεων που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%). Ο † υποδεικνύει τους βιότυπους που η απόδοση τους ήταν μεγαλύτερη στο ΕΚ 4.

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	94,91a	82,77ab	70,53bc	59,66c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	156,8a	102,04b	85,92b	71,18b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	135,39a	101,61b	96,66b	81,79b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	175,75a	162,41a	115,11b	98,56c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	181,91a	155,8ab	124,07bc	94,57c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	171,56a	147,91a	87,84b	79,89b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	153,35a	126,37b	98,95c	92,72c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	173,93a	148,73b	127,87b	94,74c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	107,52b	175,27b	172b	238,7a †
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	90a	82,62a	78,93ab	70,03b
Μ.Ο.	144,112a	128,553b	105,788c	98,184d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	251,69a	255,07a	257,18a	264,84a†
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	282,53a	229,11b	233,22b	197,43b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	290,03a	233,24b	230,76b	230,23b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	310,53a	268,04b	221,17c	209,72c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	321,57a	283,33b	247,9bc	203,53c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	334,08a	286,54b	253,11bc	207,52c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	352,08a	286,5b	228,37c	214,78c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	363,4a	339,12a	244,34b	203,35b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	270,78a	276,25a	289,25a	310,55a†
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	323,39a	329,14a	351,9a	364,03a†
Μ.Ο.	310a	278,63b	255,72c	240,59d

Επισημαίνεται ότι ο λιγότερο παραγωγικός βιότυπος στο επίπεδο καταπόνησης 2 ήταν ο Ασπρόσταρο Χανίων, ενώ στα επίπεδα καταπόνησης 3 και 4 ο Τζούλιο 138.

Το δεύτερο έτος στις δύο πρώτες μεταχειρίσεις στη κορυφή του πίνακα 3.31 β βρέθηκε ο Αθέρας Κέρκυρας 184 δίχως όμως να διαφέρει από τους πέντε παρακάτω βιότυπους, κάτι που δεν επαναλήφθηκε στις πιο ξηρικές μεταχειρίσεις όπου ο πρώτος βιότυπος Σκυλόπετρα Πτολεμαϊδας 182 διαχώρισε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό την απόδοση του με τον δεύτερο

πληθυσμό. Η τελευταία θέση κατελήφθη στα μεν επίπεδα καταπόνησης 2-4 από τον Τζούλιο 138, στα άλλα δύο επίπεδα δε, από διαφορετικό βιότυπο με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολη η διάκριση κάποιου γονότυπου ως προς τη συμπεριφορά του σε σχέση με το εξεταζόμενο χαρακτηριστικό.

Πίνακας 3.31. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την απόδοση σε καρπό, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1a	3ab	3abc	4b	139,09b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	2a	2ab	4bc	2b	137,96b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	3a	4ab	2ab	3b	136,32b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4ab	5ab	7bc	7b	121,8c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	5ab	7bc	8bc	8b	103,98c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	6ab	6abc	5bc	5b	117,85c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	7bc	8bc	6bc	6b	103,47
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	8cd	1a	1a	1a	173,37a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	9d	9c	10c	10b	76,97d
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	10d	10c	9bc	9b	80,395d

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	1a	1a	6bc	9d	287,55b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2a	4abc	9c	5cd	270,43bc
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	3ab	3abc	4bc	7d	270,31bc
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	4abc	2ab	1a	1a	342,11a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	5abc	5bcd	5bc	8d	264,08bcd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	6abc	7cde	10c	6d	252,36cde
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	7bcd	9de	8c	4cd	246,06de
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	8bcd	10e	7c	10d	235,57f
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	9cd	6bcde	2b	2b	286,708b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	10d	8cde	3bc	3bc	257,19cde

Γραμμικές παλινδρομήσεις με WPI

Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρατίθενται στον πίνακα 3.32α, το πρώτο έτος όλοι οι βιότυποι αντέδρασαν με πανομοιότυπο τρόπο στην έλλειψη νερού εκτός από τον Αθέρα Κέρκυρας 137 ο οποίος απέδωσε καλύτερα όσο αυξανόταν η ξηρασία στο έδαφος. Αντίστοιχα το δεύτερο έτος οι Αθέρας Κέρκυρας 137, 186 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 δεν φάνηκαν να επηρεάζονται από την υδατική καταπόνηση (πίνακας 3.32β). Από τους πλέον

ευαίσθητους βιότυπους ήταν ο Γκρινιάς 148 που και τα δύο έτη έδωσε από τις υψηλότερες τιμές συντελεστή συσχέτισης ενώ τονίζεται η αντιφατική συμπεριφορά του Αθέρα Κέρκυρας 186 ο οποίος το πρώτο έτος εμφανίστηκε ως ο πλέον επιρρεπής στην καταπόνηση βιότυπος, ενώ στο δεύτερο έτος βρέθηκε ανάμεσα σε εκείνους τους πληθυσμούς που δεν επηρεάστηκαν από την υδατική καταπόνηση.

Η εξέταση του b της γραμμικής παλινδρόμησης έδειξε μία έντονη παραλλακτικότητα των τιμών από βιότυπο σε βιότυπο, φανερώνοντας την ανωτερότητα των τιμών για τον Γκρινιά Ζακύνθου συμπεριλαμβανομένων των δύο ετών. Αντίθετα σημαντική υστέρηση παρουσίασαν οι Ασπρόσταρο Χανίων και Χάσικο Κρήτης ενώ τονίζονται οι αρνητικές τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης για τους Αθέρα Κέρκυρας 137 (και τα δύο έτη), Αθέρα Κέρκυρας 186 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 που υποδηλώνουν την θετική σχέση που διέπει τον δείκτη υδατικού δυναμικού με την απόδοση σε καρπό.

Πίνακας 3.32. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ απόδοσης σε καρπό και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a : τιμή αποκοπής, b : συντελεστής παλινδρόμησης, r : συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	587,67	250,18	0,767**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1239,72	616,05	0,742**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	936,77	404,97	0,772**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1335,38	585	0,928***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1225,97	518,11	0,798***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1545,37	742,61	0,79**
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	1020,02	444,56	0,905***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	1235,77	539,72	0,953***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-516,32	-457,5	-0,573*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	360,44	123,12	0,776**
F, r_w	14,62***	10,5***	0,82***

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	185,427	-49,2508	-0,087ns
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	857,427	413,767	0,873***
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	718,806	332,203	0,702**
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	918,379	452,487	0,901***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	1160,42	670,043	0,948***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1024,41	538,318	0,924***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1456,02	857,77	0,769**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	1227,06	645,695	0,839***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-19,361	-216,726	-0,265ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-35,758	-272,074	-0,452ns
F, r_w	8,4***	6,24***	

3.18 Συντελεστής συγκομιδής (Harvest index)

Βασιζόμενοι στα δεδομένα των πινάκων 3.33α και β και σε συνδυασμό με τη διενεργηθείσα ανάλυση διασποράς συμπεραίνουμε ότι υφίσταται μια μικρή, στατιστικώς σημαντική, παραλλακτικότητα των τιμών ανάμεσα στις μεταχειρίσεις άρδευσης η οποία αντικατοπτρίζεται στις λίγες σημαντικές αποκλίσεις των μέσων. Οπότε, είναι δυνατόν να διακρίνουμε τρεις ομάδες βιότυπων ως προς την συμπεριφορά τους στα τέσσερα υποτεμάχια:

α) εκείνους που δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές (το πρώτο έτος όλοι οι βιότυποι πλην των Χάσικο Κρήτης και Αθήρα Κέρκυρας 137, ενώ το δεύτερο έτος οι Τζούλιο 138, Ασπρόσταρο Χανίων, Γκρινιάς 148 και Γκρινιάς Ζακύνθου),

β) εκείνους που ο συντελεστής συγκομιδής αυξήθηκε με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης (Αθήρας Κέρκυρας 137 τόσο το πρώτο, όσο και το δεύτερο έτος, Χάσικο Κρήτης, Ζουλίτσα Αρκαδίας, Αθήρας Κέρκυρας 186 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, όλοι κατά το δεύτερο έτος) και

γ) εκείνους που ο συντελεστής συγκομιδής μειώθηκε με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης (το πρώτο έτος Χάσικο Κρήτης, το δεύτερο έτος Αθήρας Κέρκυρας 184).

Πίνακας 3.33. Οι μέσες τιμές του συντελεστή συγκομιδής στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος. Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,269a	0,259a	0,255a	0,249a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,331a	0,316a	0,280a	0,248b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,325a	0,314a	0,305a	0,303a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,318a	0,329a	0,285a	0,282a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,286a	0,275a	0,240a	0,215a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,384a	0,361a	0,31a	0,303a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΟΣ 182	0,307a	0,273a	0,243a	0,236a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,332a	0,314a	0,309a	0,287a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,158c	0,278b	0,369b	0,738a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,255a	0,248a	0,244a	0,236a
Μ.Ο.	0,296a	0,296a	0,284a	0,309a

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,11b	0,123ab	0,137ab	0,167a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,144a	0,133a	0,141a	0,135a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,179b	0,188b	0,22ab	0,258a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,192a	0,186a	0,159a	0,157a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,166a	0,161a	0,173a	0,141a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,249a	0,26a	0,326b	0,256a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,249a	0,227a	0,228a	0,215a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,237a	0,236a	0,179b	0,167b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,183b	0,21b	0,228b	0,272a
ΣΚΥΛ'ΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,186c	0,223bc	0,253ab	0,281a
Μ.Ο.	0,19a	0,195a	0,205a	0,205a

Ελέγχοντας τις διαφορές μεταξύ των βιότυπων, την πρώτο πειραματική περίοδο, κατέστη φανερή η έλλειψη στατιστικών διαφορών στα ενδιάμεσα επίπεδα καταπόνησης ενώ στα ακραία υποτεμάχια ήταν ξεκάθαρη η διαφοροποίηση του Αθέρα Κέρκυρας 137, ιδιαίτερα στη ξηρότερη μεταχείριση. Στο πρώτο επίπεδο εδαφικής υγρασίας, οι στατιστικές διαφορές ήταν περισσότερες ξεχωρίζοντας τον Γκρινιά Ζακύνθου στην πρώτη θέση της σχετικής κατάταξης των βιότυπων και τον Αθέρα Κέρκυρας 137 στην τελευταία, με διαφορά στη τιμή του συντελεστή συγκομιδής κατά 0,226. Η αντίστοιχη μέγιστη διαφορά στο επίπεδο καταπόνησης 4 παρατηρήθηκε μεταξύ των βιότυπων Αθέρας Κέρκυρας 137 και Ζουλίτσα Αρκαδίας κατά 0,52. Σημειώνεται η εντυπωσιακή άνοδος του Αθέρα Κέρκυρας 137 στο επίπεδο καταπόνησης 4 στην πρώτη θέση χωρίς να συμβούν άλλες αξιοσημείωτες ανακατατάξεις (πίνακας 3.34α). Μελετώντας προσεκτικά τη πορεία των γονότυπων στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης το επόμενο έτος φάνηκε ότι οι βιότυποι που κατελάμβαναν υψηλές θέσεις στα αρδευόμενα υποτεμάχια (1-2) άρχισαν να υποχωρούν στα ξηρικότερα και αντίστροφα. Η προηγούμενη διαπίστωση δεν ίσχυσε στην περίπτωση των Τζούλιο 138 και Γκρινιά 148 οι οποίοι παρέμειναν στις χαμηλότερες θέσεις. Επιπλέον, είναι ξεκάθαρη η έντονη διαφοροποίηση των τιμών του συντελεστή συγκομιδής μεταξύ των πληθυσμών και αυτό διασαφηνίζεται καλύτερα στη σύγκριση των περιθωριακών μέσων. Το μεγαλύτερο εύρος τιμών κυμάνθηκε στα τέσσερα υποτεμάχια από 0,137 έως 0,189 (πίνακας 3.34β).

Πίνακας 3.34. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς τον συντελεστή συγκομιδής, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1a	1a	3a	2b	0,339a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	2ab	3a	6a	6b	0,293
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	3ab	4a	2a	4b	0,31a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	4ab	2a	4a	3b	0,311a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	5ab	8a	9a	8b	0,264b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	6ab	5a	5a	5b	0,303ab
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	7b	6a	10a	10b	0,254b
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	8b	7a	7a	7b	0,257b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	9b	10a	8a	9b	0,245b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	10c	9a	1a	1a	0,385a

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	1a	1a	1a	4ab	0,273a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2a	3ab	3bc	5bc	0,23bc
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	3ab	2ab	6cde	6cd	0,205c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	4abc	7bcde	8de	8cd	0,174d
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	5abc	4abc	2b	1a	0,236b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	6bc	5abc	4bc	2ab	0,223bc
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	7bc	6bcd	5bcd	3ab	0,212bc
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	8cd	8cde	7cde	9d	0,16de
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	9cd	9de	9e	10d	0,139e
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	10d	10e	10e	7cd	0,134e

Γραμμική παλινδρόμηση με WPI

Οι γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού και συντελεστή συγκομιδής έδωσαν, στην πλειοψηφία των βιότυπων στατιστικά ασήμαντες τιμές του συντελεστή συσχέτισης (πίνακες 3.35α, β). Οι πληθυσμοί που φάνηκε να μειώνουν τον συντελεστή συγκομιδής τους στατιστικώς σημαντικά με την αύξηση της ξηρασίας, ήταν οι Ζουλίτσα Αρκαδίας, Γκρινιάς Ζακύνθου και Αθέρας Κέρκυρας 184, ενώ την ακριβώς αντίστροφη επίδραση είχε η έλλειψη νερού στους Αθέρα Κέρκυρας 137, 186, Χάσικο Κρήτης και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182.

Βασικό χαρακτηριστικό των συντελεστών παλινδρόμησης ήταν ότι διέφεραν στατιστικά ανάμεσα στους βιότυπους που έδωσαν σημαντικούς συντελεστές συσχέτισης, και τα δύο χρόνια. Τους υψηλότερους συντελεστές παλινδρόμησης, σε απόλυτες τιμές, έδωσαν οι Αθέρας

Κέρκυρας 137 τη πρώτη περίοδο του πειράματος και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 το επόμενο έτος. Αντίθετα, οι χαμηλότερες τιμές b παρατηρήθηκαν το μεν πρώτο έτος στον Χάσικο Κρήτης, το δε δεύτερο έτος στον Τζούλιο 138.

Άλλο χαρακτηριστικό των πινάκων 3.35 α και β είναι η ύπαρξη συντελεστών συσχέτισης και παλινδρόμησης με αρνητικό πρόσημο-ιδίως το δεύτερο έτος-γεγονός που υποδηλώνει την έντονη τάση των συγκεκριμένων βιότυπων για αύξηση της παραμέτρου σε συνθήκες ξηρασίας.

Πίνακας 3.35. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ συντελεστή συγκομιδής και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a : τιμή αποκοπής, b : συντελεστής παλινδρόμησης, r : συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,2	0,028	0,068ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,501	0,019	0,4ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,297	0,065	0,17ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,331	0,087	0,39ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,45	0,16a	0,554*
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,553	0,202a	0,57*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,424	0,148	0,43ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,3	0,069	0,26ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,2	-0,802b	-0,912***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,198	0,033	0,167ns
F, r_w	4,47***	12,93***	0,47ns

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,251	-0,264	-0,547ns
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,197	0,039	0,219ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-0,47	-0,479b	-0,629*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,423	0,169	0,506ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,35	0,141	0,387ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,115	-0,112	-0,214ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,502	0,196	0,299ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,653	0,308a	0,668*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-0,566	-0,559bc	-0,663*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-0,644	-0,633c	-0,572*
F, r_w	18,14***	4,7***	0,48ns

3.19 Αριθμός γόνιμων αδελφιών

Συγκρίνοντας τον αριθμό των γόνιμων αδελφιών ανάμεσα στις μεταχειρίσεις για κάθε βιότυπο (πίνακες 3.36α, β), παρατηρήθηκαν μη στατιστικά σημαντικές αλλαγές (πρώτο έτος) ή τάση μείωσης τους με την αύξηση της υδατικής καταπόνησης (δεύτερο έτος). Οι μέγιστες διαφορές αφορούσαν τόσο τα ακραία επίπεδα καταπόνησης, όσο και τα ενδιάμεσα, οπότε το πρώτο έτος το μεγαλύτερο εύρος εντοπίστηκε στον βιότυπο Αθήρα Κέρκυρας 184 μεταξύ τέταρτης και δεύτερης μεταχείρισης, ενώ η πιο μικρή διαφορά παρατηρήθηκε στους Ζουλίτσα Αρκαδίας, Γκρινιά 148 και Αθήρα Κέρκυρας 186. Αντίστοιχα τη δεύτερη περίοδο τη σοβαρότερη μείωση έδωσε ο Τζούλιο 138, ενώ από την άλλη πλευρά ο Αθήρας Κέρκυρας 137 εμφάνισε τάση για αύξηση της παραγωγής στη ξηρασία, δίχως αυτή να είναι δυνατόν να χαρακτηριστεί στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 3.36. Οι μέσες τιμές του αριθμού γόνιμων στελεχών στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος. Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	7,66a	9a	13,33a	6,66a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	10,66ab	6,66b	9,66ab	17,66a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	13,33a	7,33a	8,333	19,33a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	9,66a	11a	14a	13,33a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	5,33a	8a	6,33a	9,66a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4a	9,66a	7a	10,33a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	10,66a	7a	11,33a	12,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	12,33a	10,66a	12,66a	8,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	4,33b	7,33ab	10,66a	10a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7,33a	6a	9,33a	14a
Μ.Ο.	8,53b	8,26b	10,26ab	12,16a

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	13a	12,67a	13,33a	15a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	22,67a	20ab	19b	15,67c
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	19,33a	18,33a	17a	18a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	16,33a	14,67ab	14ab	13,33b
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	17,67a	17,33a	15,33a	15a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	16,33a	14,67a	14a	14a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	18,67a	16,67a	16,67a	18,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	16,33a	15,67a	16a	16,67a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	20,67a	18,33ab	17b	16b
ΣΚΥΛ'ΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	18,33a	17,33a	14b	13,33b
Μ.Ο.	17,93a	16,57b	15,63bc	15,53c

Οι συγκρίσεις μεταξύ των πληθυσμών έδειξαν δύο διαφορετικές τάσεις ανάμεσα στα πειραματικά έτη: το πρώτο δεν υπήρξε παραλλακτικότητα των τιμών στα τρία πρώτα επίπεδα καταπόνησης αλλά όταν αυξήθηκε σημαντικά η ξηρασία στο έδαφος (επίπεδο καταπόνησης 4) φάνηκε να διαφοροποιούνται κάπως οι Αθήρας Κέρκυρας 184 και Τζούλιο 138 σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς. Οι προαναφερθέντες βιότυποι παρουσίασαν αντιδιαμετρικές τιμές στο ξηρότερο υποτεμάχιο, με τη διαφορά τους να τιμάται 12,67. Το αντίστοιχο μέγιστο εύρος στο πλήρως αρδευόμενο υποτεμάχιο ήταν 3,66 και αφορούσε τους Αθήρα Κέρκυρας 184 και Γκρινιά Ζακύνθου (πίνακας 3.37α). Το επόμενο έτος ακολουθήθηκε σχεδόν το ίδιο πρότυπο στη διαμόρφωση του πίνακα κατάταξης 3.37β με διαφορά την ύπαρξη στατιστικών διαφορών ανάμεσα στους πληθυσμούς. Οπότε αναφέρονται ενδεικτικά οι Τζούλιο 138 ο οποίος βρέθηκε στη πέμπτη θέση στο επίπεδο καταπόνησης 4, από την κορυφή που κατελάμβανε στα υπόλοιπα τρία υποτεμάχια και στον αντίποδα ο Αθήρας Κέρκυρας 184 που σταδιακά ανέβηκε κατά έξι θέσεις από το υγρό στο πλέον καταπονημένο υποτεμάχιο. Τα μεγαλύτερα ανοίγματα προς τέσσερις επεμβάσεις άρδευσης βρέθηκαν στο διάστημα 5 έως 9,67 με τη μικρότερη τιμή να παρατηρείται στο επίπεδο καταπόνησης 4 και την υψηλότερη στο 1.

Πίνακας 3.37. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς τον αριθμό γονίμων αδελφιών, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	1a	7a	8a	1a	12,08a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	2a	2a	3a	9ab	11,00a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	3a	9a	6a	2ab	11,17a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	4a	8a	4a	3ab	10,33a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	5a	1a	1a	4ab	12,00a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	6a	4a	2a	10b	9,17a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7a	10a	7a	3ab	9,17a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	8a	5a	10a	8ab	7,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	9a	6a	5a	7ab	8,08a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	10a	3a	9a	6ab	7,75a

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	1a	1a	1a	5bc	19,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	2b	3ab	3b	4b	18ab
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	3bc	2ab	2b	2a	18,17ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4c	6bc	4b	1a	17,58bc
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	5c	4bc	7cd	9d	15,75de
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	6cd	5bc	6bc	6bcd	16,33cd
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	7d	8d	8cd	8cd	14,75def
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	8d	9d	9cd	10d	14,58ef
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	9d	7cd	5b	3ab	16,17cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	10e	10e	10d	7bcd	13,5f

Γραμμική παλινδρόμηση με WPI

Με βάση τις γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού και αριθμού γονίμων αδελφιών, είτε δεν βρέθηκε σημαντική εξάρτηση του τελευταίου χαρακτηριστικού από την υδατική καταπόνηση, είτε παρατηρήθηκε μεταβολή (αύξηση ή μείωση) στη παραγωγή των δευτερευόντων στελεχών. Οι βιότυποι που μείωσαν περισσότερο τα γόνιμα στελέχη τους εξαιτίας της υδατικής καταπόνησης ήταν οι Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 και Τζούλιο 138 (το δεύτερο έτος). Αντίθετα το πρώτο έτος παρατηρήθηκαν βιότυποι που αύξησαν τα γόνιμα αδέρφια τους με τη μείωση του δείκτη υδατικού δυναμικού σε στατιστικά σημαντικό βαθμό (Ασπρόσταρο Χανίων, Αθέρας Κέρκυρας 137 και Χάσικο Κρήτης).

Η συμπεριφορά των πληθυσμών σχετικά με τις τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης στις δύο περιόδους του πειράματος φάνηκε να είναι αντιφατική. Το πρώτο έτος δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών ενώ ταυτόχρονα οι περισσότεροι συντελεστές παλινδρόμησης ήταν αρνητικοί. Το επόμενο έτος οι βιότυποι διαφοροποίησαν τις τιμές του b με τον Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 να υπερέχει των υπολοίπων, ενώ τη μικρότερη θετική τιμή έδωσε ο Γκρινιάς Ζακύνθου. Επισημαίνεται ότι η πλειοψηφία των βιότυπων εμφανίστηκε να δίνει θετικά b με μόνες εξαιρέσεις τους Αθήρας Κέρκυρας 137 και 184.

Πίνακας 3.38. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ αριθμού γονίμων αδελφιών και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a : τιμή αποκοπής, b : συντελεστής παλινδρόμησης, r : συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	27,073	9,75	0,141ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-66,9144	-45,1063	-0,583*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-48,7	-32,22	-0,249ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-22,09	-18	-0,298ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-16,32	-12,33	-0,518ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-34,02	-23,1	-0,394ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-14,75	-13,5	-0,338ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	32,475	11,4	0,208ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-25,6	-19,1	-0,627*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-48,8	-31,51	-0,633*
F, r_w	1,76ns	0,73ns	0,64**

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,821	-8,7	-0,36ns
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	72,52	35,38a	0,732**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	27,45	6,526	0,183ns
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	36,67	15	0,514ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	38,82	16,81	0,465ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	29,36	10,37	0,526ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	20	1,748	0,039ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	14,55	-1,11	-0,066ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	49,53	22,33b	0,591*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	70,94	39,74a	0,858***
F, r_w	10,18***	2,71***	0,8***

3.20 Αριθμός καρπών ανά στάχυ

Οι πίνακες 3.39 α και β δείχνουν ότι ο αριθμός καρπών ανά ταξιανθία στα δύο έτη είτε διαφοροποιήθηκε ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης, είτε παρέμεινε σταθερός. Η διαφοροποίηση του χαρακτηριστικού αφορούσε τη μείωση των παραγόμενων καρπών με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης. Επιπλέον παρατηρήθηκαν βιότυποι που είχαν τάση να δώσουν περισσότερους καρπούς ανά στάχυ στο ξηρότερο υποτεμάχιο χωρίς όμως αυτή η τάση να επιβεβαιώνεται στατιστικά. Τη μεγαλύτερη μείωση του αριθμού σπόρων ανά στάχυ το πρώτο έτος παρουσίασε ο Γκρινιάς Ζακύνθου σε ποσοστό 40% από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 3. Αντίθετα, την σταθερότερη συμπεριφορά εμφάνισε ο Ζουλίτσα Αρκαδίας με μείωση μόλις κατά 11%. Το δεύτερο έτος τη δραματικότερη μείωση υπέστη ο Αθέρας Κέρκυρας 137 (42%) σε αντίθεση με τον Ασπρόσταρο Χανίων ο οποίος ουσιαστικά παρέμεινε το ίδιο παραγωγικός σε όλα τα υποτεμάχια (5%).

Πίνακας 3.39. Οι μέσες τιμές του αριθμού καρπών ανά στάχυ στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	22,33a	19,5ab	18b	18b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	37,66a	35,33a	27,66a	29a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	32,66a	26,5a	25,16a	26,66a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	33a	33,16a	30,33a	28,33a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	30,66a	28,33a	26,66a	27,33a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	36,5a	26,16b	22b	25b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	28,16a	25,33ab	24,66ab	21,16b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	37,16a	32,16a	28a	27,33a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	24,16a	29,16a	30,66a	33,16a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	30a	27,66a	24,5a	25,83a
Μ.Ο.	31,22a	29,42b	25,76c	26,18bc

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	31,16a	30,5a	22,66b	24,16b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	37,66a	30,16b	26bc	22c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	31,33a	30,5a	31a	28,33a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	24ab	25,33a	21,83ab	18,83b
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	29,5a	26,5ab	22bc	19,83c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	26,16a	20,66ab	18b	15,16b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	28,33a	25,83ab	24,5ab	21,66b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	26,16a	24,33a	21,66a	21,16a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	38,5a	32,5b	27,5bc	22c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	22a	24,5a	23a	20,83a
Μ.Ο.	29,48a	27,08b	23,82c	21,40d

Η στατιστική ανάλυση του πρώτου έτους μεταξύ των πληθυσμών ανά επίπεδο καταπόνησης έδειξε ότι στο πρώτο υποτεμάχιο υφίσταντο περισσότερες διαφορές, ενώ αυτές περιορίστηκαν στις ξηρότερες μεταχειρίσεις. Οπότε, η υψηλότερη διαφορά στο επίπεδο καταπόνησης 1 παρατηρήθηκε μεταξύ Χάσικου Κρήτης και Τζούλιο 138, ενώ το ίδιο μέγιστο άνοιγμα εμφανίστηκε στο ξηρότερο υποτεμάχιο αλλά μεταξύ των βιότυπων Αθήρας Κέρκυρας 137 και Τζούλιο 138. Όσον αφορά τη διατήρηση ή μη της θέσης των βιότυπων στις διάφορες μεταχειρίσεις, παρατηρήθηκε μια σχετική σταθερότητα αυτών δίχως να αποκλειστούν κάποιες εξαιρέσεις. Ιδιαίτερως, ο Αθήρας Κέρκυρας 137 βρέθηκε να αποδίδει περισσότερους σπόρους ανά στάχυ στο τέταρτο επίπεδο καταπόνησης συγκριτικά με τους υπόλοιπους βιότυπους, όταν στην υγρή μεταχείριση ήταν στην προτελευταία θέση του πίνακα ιεράρχησης. Εκ διαμέτρου αντίθετη συμπεριφορά είχε ο Γκρινιάς Ζακύνθου ο οποίος εντοπίστηκε να υποχωρεί κατά πέντε θέσεις από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4 (πίνακας 3.40α).

Παρά τις ανακατατάξεις που παρατηρήθηκαν το δεύτερο έτος (πίνακας 3.40β) δεν διακρίθηκε κάποια σημαντική μετάθεση που να χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Παρά ταύτα επισημαίνεται ότι η πρώτη θέση εναλλάχθηκε μεταξύ των βιότυπων Αθήρα Κέρκυρας 137 και Αθήρα Κέρκυρας 184 μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 1-2 και 3-4. Επιπλέον, η τελευταία θέση σε όλες τις μεταχειρίσεις, πλην της υγρής,

κατελήφθη από τον Γκρινιά Ζακύνθου ενώ στο πρώτο επίπεδο καταπόνησης στην ίδια θέση εντοπίστηκε ο Ασπρόσταρο Χανίων. Τα μέγιστα ανοίγματα τιμών υπολογίστηκαν ανάμεσα στο διάστημα 11,8 με 16,5 σπόρους/στάχυ με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στο πρώτο επίπεδο καταπόνησης και την χαμηλότερη στο δεύτερο. Επίσης, το αντίστοιχο εύρος για τους περιθωριακούς μέσους ήταν 10,3 και αφορούσε τους πληθυσμούς Αθέρα Κέρκυρας 184 και Γκρινιά Ζακύνθου.

Πίνακας 3.40. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς τον αριθμό καρπών ανά στάχυ, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1a	1a	4ab	2ab	32,41a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	2a	3ab	3ab	5ab	31,16ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	3ab	8ab	9ab	8bc	27,42bcd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	4abc	2ab	2a	3ab	31,21ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	5abc	7abc	6ab	6ab	30,25bcd
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	6bc	5abc	5ab	4ab	28,25bcd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7cd	6abc	8ab	7ab	27de
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	8cde	9bc	7ab	9bc	25,08e
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	9de	4ab	1a	1a	29,29abc
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	10e	10c	10b	10c	19,46f

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	1a	1a	2ab	4b	30,12a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	2a	4ab	3ab	3b	28,95a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	3b	3ab	1a	1a	30,29a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	4b	2ab	6b	2ab	27,12ab
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	5bc	5bc	7b	8bc	24,45bc
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	6bc	6bc	4bc	5b	25,08bc
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	7bc	10d	10c	10c	20d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	8bc	9cd	9bc	6b	23,33c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	9cd	7bc	8bc	9bc	22,5cd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	10d	8cd	5bc	7bc	22,58cd

Γραμμική παλινδρόμηση με W.P.I.

Η διερεύνηση των γραμμικών παλινδρομήσεων μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού και αριθμού καρπών ανά στάχυ κατέδειξε την ποικιλότροπη επίδραση της υδατικής καταπόνησης στο εξεταζόμενο χαρακτηριστικό. Το πρώτο έτος η στενότερη εξάρτηση παρατηρήθηκε στον βιότυπο Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδος 182 και ακολούθησαν οι Γκρινιάς 148 και Γκρινιάς Ζακύνθου. Αντίστοιχα την επόμενη περίοδο ο πλέον επηρεασμένος από τη μείωση του δείκτη υδατικού δυναμικού ήταν ο Χάσικο Κρήτης. Οι πληθυσμοί που φάνηκε να μην μεταβάλουν το χαρακτηριστικό αυτό εξαιτίας της μείωσης του παρεχόμενου νερού ήταν σταθερά και τα δύο έτη οι Αθέρας Κέρκυρας 186, Αθέρας Κέρκυρας 184 και Ασπρόσταρο Χανίων.

Επιπρόσθετα, η στατιστική ανάλυση για το b της εξίσωσης παλινδρόμησης αποκάλυψε στατιστική σημαντικότητα ανάμεσα στους πληθυσμούς. Τις υψηλότερες τιμές έδωσαν οι Γκρινιάς Ζακύνθου (το πρώτο έτος), (το πρώτο και δεύτερο έτος) και Αθέρας Κέρκυρας 137 (το δεύτερο έτος), ενώ υπογραμμίζεται η συμπεριφορά του Χάσικο Κρήτης ο οποίος έδωσε σταθερά και στις δύο περιόδους υψηλές τιμές. Τις χαμηλότερες τιμές έδωσαν οι Ζουλίτσα Αρκαδίας (πρώτο έτος) και Ασπρόσταρο Χανίων (δεύτερο έτος). Τονίζεται ότι ο Αθέρας Κέρκυρας 137 εμφάνισε αρνητικές τιμές του b το πρώτο έτος υποδηλώνοντας μία τάση αύξησης παραγωγής των σπόρων ανά στάχυ όσο εντεινόταν η υδατική καταπόνηση, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα στον συντελεστή συσχέτισης του.

Πίνακας 3.41. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ αριθμού καρπών ανά στάχυ και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου α: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	49,4576	16,33c	0,557*
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	103,89	41,28a	0,511*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	75,6897	25,4	0,414ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	74,0623	22,67bc	0,684**
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	51,6049	12,17	0,371ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	108,588	44,9a	0,624*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	76,1389	27,69b	0,751**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	104,066	39,01	0,479ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-20,854	-28,55	-0,423ns
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	55,3221	15,39	0,437ns
F, r_w	7,63***	2,38**	0,53*

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	86,076	39,22e	0,604*
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	163,49	94,54a	0,903***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	47,57	12,45	0,358ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	70,58	35,94d	0,585*
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	84,46	42,83de	0,774**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	97,58	56,13c	0,655*
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	90,72	46,48d	0,779**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	58,33	24,78	0,389ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	156,47	86,7b	0,738**
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	35,89	9,046	0,224ns
F, r_w	16,18***	3,21***	0,65*

3.21 Μέσο βάρος καρπών

Σύμφωνα με τα δεδομένα των πινάκων 3.42 α και β το μέσο βάρος καρπών είτε παρέμεινε ανεπηρέαστο, είτε μειώθηκε με τον περιορισμό του εδαφικού ύδατος. Το πρώτο έτος η μέγιστη μεταβολή στο χαρακτηριστικό παρατηρήθηκε στον βιότυπο Χάσικο Κρήτης, από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4 με μείωση κατά 26% και ακολούθησε ο Αθέρας Κέρκυρας 137 με πώση κοντά στο 18%. Τουναντίον, την πιο ελαφρά διαφοροποίηση στα διάφορα επίπεδα υδατικής καταπόνησης παρουσίασε ο Αθέρας Κέρκυρας 184 με μόλις 5% μείωση, ενώ υπογραμμίζεται η αρνητική αλλά στατιστικώς ασήμαντη, αύξηση του μέσου βάρους κατά 3 έως 4% για τους βιότυπους Γκρινιά 148 και Γκρινιά Ζακύνθου από το πρώτο στο τέταρτο υποτεμάχιο. Το δεύτερο έτος τη μεγαλύτερη μείωση βίωσε ο βιότυπος Ζουλίτσα Αρκαδίας με 24%, από το επίπεδο καταπόνησης 1 στο 4, ενώ ο Σκυλόπετρα Πτολεμαϊδας 182 μετέβαλε τη συγκεκριμένη συνιστώσα απόδοσης μόλις κατά 0,3%, ποσοστό που ήταν το χαμηλότερο που παρατηρήθηκε και τα δύο έτη. Επιπλέον επισημαίνεται η υψηλότερη τιμή που ελήφθη στον βιότυπο Αθέρα Κέρκυρας 186 στο τρίτο επίπεδο καταπόνησης σε σχέση με τα υπόλοιπα υποτεμάχια και μάλιστα με στατιστική διαφορά από τις υγρότερες μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.42. Οι μέσες τιμές του μέσου βάρους των καρπών (g) στις τέσσερις μεταχειρίσεις άρδευσης για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο πειραματικό έτος. Τιμές που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,038a	0,032a	0,035a	0,034a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,046a	0,043ab	0,039ab	0,034b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0426a	0,04a	0,0416a	0,04a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,043a	0,048a	0,044a	0,044a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,043a	0,044a	0,038a	0,04a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,048a	0,0476a	0,048a	0,0502a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,0507a	0,048ab	0,045bc	0,043c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,05a	0,042ab	0,039b	0,042ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,056a	0,048b	0,0452b	0,046b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0504a	0,044bc	0,0424c	0,0464b
Μ.Ο.	0,0467a	0,0436b	0,0417b	0,0419b

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,0322a	0,0302b	0,0287bc	0,0278c
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,0315a	0,0304ab	0,0295b	0,0290b
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0354ab	0,0356a	0,0337b	0,0338b
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0293a	0,029a	0,0284a	0,0279a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0274a	0,0266ab	0,0252bc	0,0243c
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,0296a	0,0283ab	0,0278b	0,0246c
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,032a	0,0322a	0,0312a	0,0324a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0268a	0,0269a	0,0256a	0,0262a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,0294bc	0,0286c	0,0321a	0,0307ab
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,0371a	0,0355a	0,0359a	0,0372a
Μ.Ο.	0,031a	0,03a	0,0298a	0,0294a

Διερευνώντας τις διαφορές μεταξύ των βιότυπων στις τέσσερις μεταχειρίσεις το πρώτο έτος (πίνακας 3.43α) διαφάνηκε μια έντονη παραλλακτικότητα στο υγρότερο υποτεμάχιο, η οποία μειώθηκε αμυδρά στα ξηρότερα επίπεδα καταπόνησης. Το μεγαλύτερο εύρος μεταξύ βιότυπων παρατηρήθηκε στο επίπεδο καταπόνησης 1 μεταξύ Αθέρα Κέρκυρας 137 και Τζούλιο 138 (0,018 g) ενώ στο ξηρότερο υποτεμάχιο η αντίστοιχη διαφορά ήταν 0,016 g και αφορούσε τους Γκρινιά Ζακύνθου και Τζούλιο 138. Επίσης, δίδεται έμφαση στη σταθερότητα του Τζούλιο 138 στην τελευταία θέση του πίνακα ιεράρχησης σε όλες τις μεταχειρίσεις αλλά και η εναλλαγή πληθυσμών στην πρώτη θέση μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 1-2 και 3-4.

Με μια πρώτη ματιά καταλαβαίνουμε ότι οι βιότυποι δεν άλλαξαν σημαντικά τη θέση τους στα διάφορα υποτεμάχια την επόμενη πειραματική περίοδο (πίνακας 3.43β). Μικρή παρέκκλιση από την ανωτέρω διαπίστωση παρατηρήθηκε στον βιότυπο Αθέρα Κέρκυρας 137 ο οποίος σταδιακά υποχωρούσε με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης, όπως και στον Αθέρα Κέρκυρας 186 όπου στα ξηρότερα υποτεμάχια βρέθηκε τρεις θέσεις πιο πάνω. Κατά μέσο όρο τον πιο βαρύ καρπό έδωσε ο Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 ο οποίος βρέθηκε σταθερά πρώτος, πλην του επιπέδου καταπόνησης 2, ενώ αντίστροφα ο Γκρινιάς 148 έδωσε τις χαμηλότερες τιμές της μεταβλητής. Οι μεγαλύτερες διαφορές σε καθένα από τα επίπεδα καταπόνησης εντοπίστηκαν στο

εύρος 0,009 έως 0,0129 g με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στο τέταρτο υποτεμάχιο και την χαμηλότερη στο δεύτερο.

Πίνακας 3.43. Η φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς το μέσο βάρος καρπών, κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τιμές με το ίδιο γράμμα μεταξύ των πληθυσμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (δοκιμασία κατά Duncan 95%).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	1a	1a	4ab	2ab	0,041f
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	2a	3ab	3ab	5ab	0,043de
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	3ab	8ab	9ab	8bc	0,048ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	4abc	2ab	2a	3ab	0,045cde
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	5abc	7abc	6ab	6ab	0,041f
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	6bc	5abc	5ab	4ab	0,041f
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	7cd	6abc	8ab	7ab	0,046bcd
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	8cde	9bc	7ab	9bc	0,047bcd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	9de	4ab	1a	1a	0,049a
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	10e	10c	10b	10c	0,035g

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΕΚ 1	ΕΚ 2	ΕΚ 3	ΕΚ 4	Μ.Ο.
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	1a	2a	1a	1a	0,0364a
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	2ab	1a	2ab	2ab	0,034ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	3abc	5ab	6abc	7bc	0,029cd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4abc	3ab	4abc	3abc	0,031bc
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	5abc	4ab	5abc	5abc	0,03bcd
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	6abc	8ab	8abc	9c	0,027cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	7abc	7ab	3abc	4abc	0,03bcd
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	8abc	6a	7abc	6bc	0,028cd
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	9bc	10b	10c	10c	0,025d
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	10c	9b	9bc	8bc	0,0264d

Γραμμική παλινδρόμηση με W.P.I.

Η εξέταση εάν οι παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης οφείλονται στην υδατική καταπόνηση καθώς και ο βαθμός επίδρασης αυτής στις τιμές της παραμέτρου πραγματοποιήθηκε μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης με τον δείκτη υδατικού δυναμικού. Η ισχυρότερη εξάρτηση διαπιστώθηκε στους βιότυπους Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 και Χάσικο Κρήτης οι οποίοι έδωσαν συντελεστές

συσχέτισης 0,8 και 0,732 αντίστοιχα. Ο Αθέρας Κέρκυρας 137 ήταν η μοναδική περίπτωση βιότυπου που και τα δύο πειραματικά έτη το μέσο βάρος καρπών του επηρεάστηκε από την υδατική καταπόνηση, βάσει την τιμή του συντελεστή συσχέτισης. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι πληθυσμοί είτε έδωσαν στατιστικά ασήμαντους συντελεστές συσχέτισης και τις δύο χρονιές (Τζούλιο 138, Αθέρας Κέρκυρας 184, Ασπρόσταρο Χανίων και Γκρινιάς Ζακύνθου), είτε μόνο σ' ένα πειραματικό έτος (Ζουλίτσα Αρκαδίας, Χάσικο Κρήτης, Αθέρας Κέρκυρας 186 Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 και Γκρινιάς 148).

Η ανάλυση διασποράς για το b έδειξαν ότι δεν υφίστατο σημαντική παραλλακτικότητα των τιμών τους και στις δύο περιόδους. Τις χαμηλότερες τιμές έδωσαν οι Γκρινιάς 148 και Γκρινιάς Ζακύνθου το πρώτο και δεύτερο έτος ενώ στην κορυφή βρέθηκαν οι Χάσικο Κρήτης και Αθέρας Κέρκυρας 137 αντίστοιχα. Τέλος επισημαίνεται η αρνητική τιμή του b για τους Γκρινιάς Ζακύνθου (πρώτο έτος), Αθέρα Κέρκυρας 186 και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 (δεύτερο έτος) η οποία υποδηλώνει τάση αύξησης του μέσου βάρους καρπών σε συνθήκες λειψυδρίας, χωρίς όμως να επιβεβαιώνεται στατιστικά.

Πίνακας 3.44. Οι τιμές των παραμέτρων της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μέσου βάρους καρπών και WPI κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος, όπου a : τιμή αποκοπής, b : συντελεστής παλινδρόμησης, r : συντελεστής συσχέτισης (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

(α)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,0598	0,0136	0,219ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,141	0,0582	0,732**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,056	0,008	0,155ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0532	0,0043	0,073ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,0738	0,0167	0,298ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,033	-0,008	-0,161ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	0,101	0,029	0,802**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,101	0,0308	0,516*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,108	0,0338	0,638*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,065	0,0108	0,309ns
F,r_w	10,29***	1,32ns	0,4ns

(β)

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,0715	0,0287	0,644**
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,0529	0,0151	0,231ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0648	0,0212	0,189ns
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0387	0,0068	0,121ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0463	0,0152	0,541*
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,0541	0,0189	0,568*
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,0363	0,0031	0,0498ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0408	0,0099	0,213ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,017	-0,0093	-0,261ns
ΣΚΥΛ'ΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	0,0228	-0,0098	-0,074ns
F, r_w	6,51**	0,32ns	0,31ns

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Οικοφυσιολογικά χαρακτηριστικά

4.1.1 Υδατική κατάσταση των πληθυσμών

Η αρδευτική τεχνική που εφαρμόστηκε στο πείραμα αποτέλεσε έναν αποτελεσματικό τρόπο διαφοροποίησης των μεταχειρίσεων άρδευσης, περιορίζοντας ταυτόχρονα την απαιτούμενη πειραματική έκταση και το κόστος ενός σύγχρονου αρδευτικού εξοπλισμού. Ο περιορισμός του μεγέθους των πειραματικών τεμαχίων στην περίπτωση μας, είχε τεράστια σημασία δεδομένης της μικρής ποσότητας διαθέσιμου γενετικού υλικού πληθυσμών. Η αποτελεσματικότητα του εφαρμοσθέντος συστήματος ήταν προφανής λαμβάνοντας υπόψη την αξιοσημείωτη διαφοροποίηση της υδατικής καταπόνησης, ανάμεσα ακόμη και σε γειτονικά πειραματικά τεμάχια μήκους μόλις 37,5 εκ..

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι καλλιεργητικές περιόδοι άσκησαν σημαντική επίδραση στα φυτά και τις παραμέτρους που εξετάστηκαν. Ο πίνακας 4.1 αποδίδει μια ακριβή περιγραφή κάθε περιόδου, σε σχέση με τις μετεωρολογικές μεταβλητές.

Πίνακας 4.1. Τα χρονικά ολοκληρώματα της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας ($\int T$), της σχετικής υγρασίας ($\int RH$) και της ηλιακής ακτινοβολίας σε συγκεκριμένες περιόδους (0-90 ημέρες, >91 ημέρες, ολόκληρη την περίοδο) και για τις τρεις πειραματικές χρονιές. Επίσης απεικονίζεται η συνολική βροχόπτωση (P) πριν (π.ε.) και μετά την εγκατάσταση (κ.ε.) του στεγάστρου.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	$\int T$ (°C)			$\int RH$ (%)			$\int PAR$ (W m ⁻²)			P (mm)	
	0-90	>91	Σύνολο	0-90	>91	Σύνολο	0-90	>91	Σύνολο	π.ε.	κ.ε.
2003-4	9,01	16,97	12,71	68,22	54,34	62,16	100,6	216,2	155,7	293	55
2004-5	8,95	15,86	12,71	72,01	58,2	64,53	86,86	213,7	156,1	277	55,4

Το υδατικό δυναμικό αποτελεί την κυριότερη και πλέον αξιόπιστη φυσιολογική παράμετρο για την εκτίμηση της υδατικής κατάστασης των φυτών σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Karamanos, 1981, Karamanos & Paratheohari, 1999). Οι γενική πορεία του Ψ τα δύο έτη είναι σε γενικές γραμμές αντιπροσωπευτική των επιμέρους καμπυλών που αποτυπώθηκαν για τους πληθυσμούς. Αναλύοντας προσεκτικά τα

δεδομένα που προέκυψαν τα δύο πειραματικά έτη διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Σ' όλες τις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε μείωση των τιμών με τη πάροδο του χρόνου, ακόμη και στη περίπτωση του επιπέδου καταπόνησης 1 όπου οι αρδεύσεις εφαρμόστηκαν ώστε το εδαφικό υπόστρωμα να διατηρείται πάντοτε σε υδατική επάρκεια. Η εικόνα του υδατικού δυναμικού όπως διαμορφώθηκε τα δύο πειραματικά έτη, δείχνει ότι καθοριστικός παράγων για τον προσδιορισμό της υδατικής κατάστασης σε συνθήκες αγρού είναι περισσότερο οι απαιτήσεις σε εξάτμιση παρά η εδαφική υγρασία (Karamanos, 1981). Άλλωστε από τον πίνακα 4.1 γίνεται αντιληπτή η μικρή διαφοροποίηση των τιμών της ηλιακής ακτινοβολίας και της σχετικής υγρασίας ανάμεσα στα δύο έτη, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στις ελαφρά χαμηλότερες τιμές του Ψ_1 τη δεύτερη περίοδο. Εξίσου σημαντικό ρόλο στην υδατική κατάσταση των σιτηρών διαδραματίζει το στάδιο ανάπτυξης δεδομένης της κρισιμότητας της άνθησης και της αυξανόμενης υδατοκατανάλωσης στα τελικά οντογενετικά στάδια (Salter & Goode, 1967).
- Το σημείο εκκίνησης τιμών του υδατικού δυναμικού και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους ήταν παρόμοιο, γεγονός που δικαιολογείται από την σχεδόν ίδια ποσότητα βροχής που έπεσε πριν την τοποθέτηση του στεγάστρου και τις παρόμοιες θερμοκρασίες που επικράτησαν την περίοδο της πρώτης ανάπτυξης των φυτών (0-90 ημέρες).
- Οι παρατηρούμενες παροδικές αυξητικές αιχμές των τιμών του υδατικού δυναμικού είναι αποτέλεσμα τόσο της υψηλής σχετικής υγρασίας που επικράτησε τη συγκεκριμένη περίοδο, όσο και της αντίδρασης των βιότυπων στην άρδευση (Hochman, 1982, Karamanos, *et al.*, 1983). Ο χρόνος απόκρισης φάνηκε να ποικίλει ανάλογα τον πληθυσμό και πιθανόν τις επικρατούσες συνθήκες ηλιοφάνειας, σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας αέρα (Angus & Moncur, 1977).
- Μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ιδιαίτερος μετά την εφαρμογή του αρδευτικού

προγράμματος επιβεβαιώνοντας τη διαφοροποίηση στην ανάπτυξη των υδατικών ελλειμμάτων σε συμφωνία με το υδατικό περιεχόμενο του εδάφους (Smit & Singels, 2006). Οι αποκλίσεις ήταν σαφέστερες μεταξύ των ακραίων υποτεμαχίων και σε χρονικά σημεία που το υδατικό δυναμικό παρουσίασε πτώση.

Συνέπεια των καταγραφών των τιμών που έλαβε το υδατικό δυναμικό στη διάρκεια των πειραμάτων, ήταν ο υπολογισμός του δείκτη υδατικού δυναμικού σύμφωνα με τη προτεινόμενη μέθοδο των Karamanos και Paratheohari (1999). Παρόλο που το υδατικό δυναμικό εκφράζει σε ικανοποιητικό βαθμό την υδατική κατάσταση των φυτών σε δεδομένο χρονικό σημείο, δεν θεωρείται βάσιμη η συσχέτισή του με την απόδοση ή άλλο χαρακτηριστικό εφόσον δεν είναι γνωστή η επίδραση της καταπόνησης που προηγήθηκε. Παρά ταύτα έχουν διεξαχθεί μελέτες όπου οι ημερήσιες τιμές του υδατικού δυναμικού στα κρίσιμα στάδια της διόγκωσης του κολεού και άνθησης του σιταριού απέδωσαν με επιτυχία τη σχέση του με αναπτυξιακά και αγρονομικά χαρακτηριστικά (Gurta *et al.*, 2001). Ο δείκτης υδατικού δυναμικού ουσιαστικά παρακάμπτει αυτούς τους χρονικούς περιορισμούς χωρίς όμως να αλλοιώνει την αξία του υδατικού δυναμικού ως φυσιολογική παράμετρο στην εκτίμηση της υδατικής ισορροπίας των φυτών. Συνάμα η χρήση του δείκτη υδατικού δυναμικού έχει αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο όταν μελετώνται μεγάλοι αριθμοί ποικιλιών ή πληθυσμών (Παπασταύρου, Λίβανος, 2004).

Κοινό γνώρισμα των τιμών του W.P.I. και τις δύο περιόδους ήταν οι έντονες γονοτυπικές διαφορές και η σαφής διαβάθμιση ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Επιπλέον μεταξύ των πληθυσμών δεν παρατηρήθηκαν σοβαρές ανακατατάξεις στην ιεραρχική σειρά ανά έτος αλλά δεν εντοπίστηκε σταθερότητα μεταξύ των ετών. Η εντός των πληθυσμών διαφοροποίηση αντικατοπτρίζει την αντίστοιχη γενετική παραλλακτικότητα που υποκρύπτουν και η οποία εκφράζεται με ποικίλους τρόπους φαινοτυπικά (Παπασταύρου, 2004). Χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη διαμόρφωση του υδατικού δυναμικού και επομένως του W.P.I. καθορίζοντας τις γονοτυπικές διαφορές είναι:

- Φυσιολογικές διαδικασίες στα φύλλα όπως η στοματική αγωγιμότητα ή η ικανότητα απορρόφησης νερού από τις ρίζες (Sibouncheuang *et al.*, 2006).
- Η ικανότητα μεταφοράς νερού από τις ρίζες ή το βλαστό προς τα φύλλα. Σύμφωνα με τους Turner *et al.* (1984) χαμηλή υδραυλική αγωγιμότητα των πρώτων οδηγεί σε μείωση του υδατικού δυναμικού.
- Το μέγεθος του φυτού είτε μέσω του μεγέθους του φυλλώματος, είτε μέσω του αριθμού δευτερευόντων στελεχών ή ακόμη μέσω του ύψους. Οπότε οι Boonjung και Fukai (1996) βρήκαν ότι γονότυποι με μεγάλη επιφάνεια φυλλώματος είχαν μικρότερη ικανότητα να διατηρούν νερό λόγω αυξημένων απαιτήσεων σε διαπνοή. Επιπλέον ο Pantuwan (2000) ανέφερε τις υψηλόσωμες ποικιλίες ρυζιού ως τις πλέον επιρρεπείς στη ξηρασία. Πάντως οι Jongdee *et al.* (1997) παραδεχόμενοι τη στενή σχέση του υδατικού δυναμικού με τη φυλλική επιφάνεια, προσέθεσαν ως παράγοντες επίδρασης διάφορα ανατομικά στοιχεία των φύλλων. Οι ενδείξεις προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση με βάση τα δεδομένα του ύψους συγκλίνουν προς την ανωτέρω διαπίστωση (π.χ. Χάσικο Κρήτης, Γκρινιάς 148 το πρώτο έτος) χωρίς όμως να αποκλείονται παρεκκλίσεις. Αυτή η συμπεριφορά πιθανόν να οφείλεται στην μεγάλη φαινοτυπική ανομοιομορφία των πληθυσμών σε συνδυασμό με τη περιορισμένη δειγματοληψία, στο πλαίσιο ενός πειράματος.

Η σχεδόν πλήρης διαφοροποίηση του W.P.I. μεταξύ των μεταχειρίσεων απέδειξε ότι οι πληθυσμοί κατά τη διάρκεια των πειραματικών διαδικασιών υπέστησαν διαφορετικής έντασης υδατική καταπόνηση στα τέσσερα υποτεμάχια (Παπασταύρου 2004). Η ξεκάθαρη εικόνα που έδωσαν οι τιμές του δείκτη επέτρεψαν την ευχερέστερη χρησιμοποίηση του στις γραμμικές παλινδρομήσεις με τα διάφορα χαρακτηριστικά, οπότε ήταν δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για το ποσοστό επίδρασης της έλλειψης νερού σ' αυτά. Ανάμεσα στο πρώτο και δεύτερο έτος παρατηρήθηκε απόκλιση των τιμών του δείκτη υδατικού δυναμικού, κατά 0,4 MPa περίπου (με βάση τις τιμές των περιθωριακών μέσων των πινάκων 3.2α και β). Αυτή η διαφορά αποδίδεται σε

κλιματικούς παράγοντες όπως η σχετική υγρασία και η ηλιακή ακτινοβολία που ήταν ανεβασμένη κατά 5% την δεύτερη περίοδο.

Η έλλειψη σταθερότητας στη συμπεριφορά των πληθυσμών στις τιμές του W.P.I. διαχρονικά οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην υφιστάμενη γονοτυπική παραλλακτικότητα η οποία δεν επιτρέπει την επιλογή φυτικών δειγμάτων που πιθανόν να έδιναν πιο ομοιόμορφες τιμές υδατικού δυναμικού. Άλλωστε η προηγούμενη διαπίστωση διαφάνηκε και από τα συχνά υψηλά τυπικά σφάλματα που υπολογίστηκαν ανά υποτεμάχιο προδίδοντας την ευρύτητα των τιμών σε μία μεταχείριση άρδευσης.

4.1.2 Μηχανισμοί αντιμετώπισης της ξηρασίας

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, οι κύριοι μηχανισμοί αντιμετώπισης της ξηρασίας που έχουν πρακτικό ενδιαφέρον για τη παρούσα μελέτη είναι η διαφυγή και η αποφυγή από τη ξηρασία. Όσον αφορά τον πρώτο μηχανισμό, στον πίνακα 4.2 διακρίνεται μια διαβάθμιση της πρωιμότητας άνθησης των πληθυσμών μαλακού σιταριού, βασισμένη σε στοιχεία που ελήφθησαν στην ίδια πειραματική τοποθεσία τα έτη 2003 και 2004. Η μέγιστη διαφορά ανάμεσα στους βιότυπους είναι 4,48 ημέρες μεταξύ των Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 και Ασπρόσταρο Χανίων. Οπότε μπορούμε να θεωρήσουμε τους πληθυσμούς Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182, Αθήρας Κέρκυρας 184 και Χάσικο Κρήτης ως πληθυσμούς με την εντονότερη τάση να αποφεύγουν τη ξηρασία. Πάντως πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η πρωιμότητα δεν αποτελεί ευνοϊκό χαρακτηριστικό για τις τελικές αποδόσεις αφού είναι δυνατόν να προκαλέσει μείωση της συνολικής ξηρής μάζας στην άνθηση και επομένως ατελές γέμισμα των καρπών (Fischer, 1979).

Πίνακας 4.2. Οι ημέρες που μεσολαμβάνουν από τη σπορά μέχρι την άνθηση, ως δείκτης πρωιμότητας των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού στην ίδια πειραματική τοποθεσία (Μπιζος, 2003, Σαρρή, 2004).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΗΜΕΡΕΣ ΩΣ ΤΗΝ ΑΝΘΗΣΗ
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	103,68
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	104,23
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	104,56
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	105
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	105,44
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	105,46
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	105,69
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	105,98
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	108,05
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	108,16

4.1.2.1 Ένταση υδατικής καταπόνησης

Οι περισσότεροι μηχανισμοί αποφυγής ή χρονικής μετάθεσης της ξηρασίας εξετάστηκαν στο πλαίσιο του πειράματος μας. Όπως αναφέρθηκε ο δείκτης υδατικού δυναμικού αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο έκφρασης της υδατικής καταπόνησης κάθε βιότυπου και οι διαφοροποιήσεις τόσο μεταξύ των πληθυσμών, όσο και μεταξύ των πειραματικών ετών είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων (βλέπε υποπαράγραφο 4.1.1). Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζεται μια ταξινόμηση των βιότυπων ως προς τις μέσες τιμές του δείκτη υδατικού δυναμικού, από όλες τις μεταχειρίσεις άρδευσης και τα δύο έτη. Διαχρονικά ο βιότυπος που είχε σταθερά τη λιγότερη αρνητική τιμή δείκτη υδατικού δυναμικού ήταν ο Γκρινιάς Ζακύνθου, ενώ την πιο αρνητική τιμή έδωσαν οι Αθήρας Κέρκυρας 184 και Τζούλιο 138. Η διατήρηση υψηλού υδατικού δυναμικού από ένα γονότυπο είναι πιθανή ένδειξη αποφυγής της ξηρασίας. Επιπλέον, οι χαμηλή τιμή του υδατικού δυναμικού καθιστά τα φυτά ικανά να διατηρήσουν ένα επίπεδο διαβάθμισης με το χαμηλότερο υδατικό δυναμικό του εδάφους ώστε να απορροφούν νερό σε έντονη ξηρασία. Ο Hsiao (1973) ανέφερε ότι το επίπεδο της κυτταρικής σπαργής είναι ο βασικός παράγων που καθορίζει την φυσιολογική δραστηριότητα. Οπότε είναι παρακινδυνευμένο να εξαγάγουμε

συμπεράσματα για την ανθεκτικότητα στη ξηρασία των βιότυπων του πειράματος μας, αποκλειστικά από τον πίνακα 4.3. Επιπλέον, παράγοντες που σχετίζονται με χημικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των ιστών, ο εφοδιασμός με νερό και οι απώλειες νερού είναι χρήσιμα εργαλεία για ασφαλέστερη εκτίμηση των μηχανισμών ανθεκτικότητας στη ξηρασία.

Πίνακας 4.3. Φθίνουσα ταξινόμηση των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού με βάση τις μέσες τιμές του δείκτη υδατικού δυναμικού που ελήφθησαν τα δύο πειραματικά έτη, από όλες τις μεταχειρίσεις. Τιμές με ίδιο γράμμα είναι στατιστικά μη σημαντικές ($\alpha=5\%$).

ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	WPI
χαμηλός	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,39a
	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-1,57b
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,6b
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-1,61b
	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-1,62b
	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,63bc
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-1,64bc
	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,66bc
υψηλός	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-1,67c
	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,67c

4.1.2.2 Ωσμωτική προσαρμογή

Εκτός από το υδατικό δυναμικό και τον παράγωγο δείκτη του άλλες παράμετροι ενδεικτικές της υδατικής κατάστασης των φυτών είναι οι συνιστώσες του: ωσμωτικό δυναμικό και ελαστικότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων. Η εκτίμηση του ωσμωτικού δυναμικού (ψ_s) στα σταθερά επίπεδα αναφοράς της πλήρους σπαργής ($\psi_{s,m}$) και αρχόμενης πλασμόλυσης ($\psi_{s,o}$) χρησιμεύει για την εκτίμηση του βαθμού ωσμωτικής προσαρμογής (Morgan, 1983, Karamanos, 1984).

Από τα γενικά διαγράμματα του $\psi_{s,m}$ που παρατηρήθηκαν και τις δύο περιόδους ήταν φανερή η ωσμωρυθμιστική τάση όσο αυξάνονταν τα υδατικά ελλείμματα. Οι διαφορές ήταν εντονότερες κυρίως μετά την άνθηση χωρίς να αποκλείονται εξαιρέσεις ενώ φάνηκε ικανοποιητική

ανταπόκριση στην εφαρμογή της άρδευσης, το χρονικό διάστημα της οποίας διέφερε από πληθυσμό σε πληθυσμό. Μια πιθανή αιτιολόγηση της άμβλυνσης των διαφορών στα τελευταία στάδια ανάπτυξης ορισμένων βιότυπων, είναι ότι κατά το γέμισμα των καρπών αυτοί δρουν ως κέντρα κατανάλωσης αποθηκευμένων μεταβολιτών οι οποίοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για ωσμωτική προσαρμογή (Turner, 1979).

Πιο ξεκάθαρα αποτελέσματα προέκυψαν από τον υπολογισμό του ολοκληρώματος της παραμέτρου με τρόπο ανάλογο εκείνου του W.P.I., του δείκτη ωσμωτικού δυναμικού (Osmotic Potential Index, O.P.I.) Διερευνώντας τα δεδομένα των δύο ετών για τον O.P.I. σε πλήρη σπαργή εξάγονται κάποια χρήσιμα συμπεράσματα για την ωσμωρυθμιστική ικανότητα των πληθυσμών:

- Στη πλειονότητα των βιότυπων παρατηρήθηκε στατιστική μείωση των τιμών του δείκτη ωσμωτικού δυναμικού με τη μείωση του παρεχόμενου νερού υποδεικνύοντας συσσώρευση ενεργά ωσμωτικών ουσιών σε σταδιακή ξήρανση του εδάφους (Karamanos, 1984)
- Υπήρξαν πληθυσμοί όπου η διαφοροποίηση αφορούσε τα ακραία υποτεμαχία ενώ στη κατηγορία αυτή υπάγεται ο Ζουλίτσα Αρκαδίας τη πρώτη χρονιά, με τη διαφορά ότι η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στο επίπεδο καταπόνησης 4. Αναλογιζόμενοι ότι ο συγκεκριμένος πληθυσμός έδωσε τις χαμηλότερες τιμές W.P.I. και το γεγονός της ανόδου στη πρώτη θέση του πίνακα κατάταξης του τέταρτου υποτεμαχίου, ίσως να φανερώνεται η αδυναμία ωσμωτικής προσαρμογής σε αυξημένα επίπεδα εδαφικής ξηρασίας. Πάντως κατά μέσο όρο ο Ζουλίτσα Αρκαδίας και τις δύο περιόδους έδωσε από τις χαμηλότερες τιμές του O.P.I. σε πλήρη σπαργή.
- Αξιοσημείωτη είναι η σταθερή συμπεριφορά του Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 ο οποίος μεταξύ των υποτεμαχίων δεν διαφοροποίησε τις τιμές του. Αντίθετα στις συγκρίσεις μεταξύ των βιότυπων έδωσε αντιφατικές τιμές βρισκόμενος τη πρώτη πειραματική περίοδο στη τελευταία θέση, ενώ την επόμενη χρονιά συγκαταλέχθηκε στους πρωτοπόρους βιότυπους. Η εξήγηση πιθανόν να εντοπίζεται στην ένταση της υδατικής καταπόνησης όπου η ενεργοποίηση του

μηχανισμού της ωσμωρύθμισης να πραγματοποιείται κάτω από μία κρίσιμη τιμή του υδατικού δυναμικού (Merah, 2001).

Η γενική πορεία του $\psi_{s,o}$ αποκάλυψε τις εμφανώς χαμηλότερες τιμές σε σχέση με εκείνες του $\psi_{s,m}$ ενώ ταυτόχρονα φάνηκε η τάση των βιότυπων να λαμβάνουν μικρότερες τιμές στο ξηρικό υποτεμάχιο. Χαρακτηριστικό αυτής της πορείας επίσης, είναι οι αυξομειώσεις στα αρχικά στάδια των παρατηρήσεων και η σταθεροποίηση της από ένα χρονικό σημείο και ύστερα. Βεβαίως εξετάζοντας ατομικά κάθε βιότυπο δεν δύναται να γενικευθεί η διαπίστωση αλλά εξάγονται συμπεράσματα για την ωσμωρυθμιστική ικανότητα τους. Συνοψίζοντας τα δεδομένα φαίνεται ότι για έκαστο πληθυσμό υπάρχει τουλάχιστο ένα χρονικό σημείο όπου η τιμή του ωσμωτικού δυναμικού πέφτει κατακόρυφα υποδηλώνοντας τη συσσώρευση στα κύτταρα ωσμωτικών ουσιών. Πάντως σύμφωνα με τον Karamanos (1984) το $\psi_{s,o}$ ενέχει το κίνδυνο να υποδεικνύει όχι μόνο ωσμωρυθμιστική τάση αλλά και μείωση του κυτταρικού όγκου λόγω αφυδάτωσης.

Εξετάζοντας τον O.P.I. σε αρχόμενη πλασμόλυση διαπιστώθηκε μια σχετική ανομοιομορφία των αποτελεσμάτων ανάμεσα στα δύο έτη. Ως πιο σταθερή συμπεριφορά μπορεί να χαρακτηριστεί εκείνη του Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 όπου τη μεν πρώτη χρονιά δεν διαφοροποίησε τις τιμές του μεταξύ των μεταχειρίσεων, τη δε δεύτερη περίοδο εμφάνισε τις λιγότερο έντονες αποκλίσεις. Αντίφαση διαπιστώθηκε σε σχέση με τη συμπεριφορά του ίδιου πληθυσμού ως προς τους υπόλοιπους βιότυπους. Οπότε το πρώτο έτος βρέθηκε κατά μέσο όρο να δίνει από τις πιο χαμηλές τιμές αλλά το δεύτερο έτος είχε μακράν την υψηλότερη τιμή. Όπως και στη περίπτωση του O.P.I. σε σπαργή τέτοιες καταστάσεις πιθανόν να ερμηνεύονται από το επίπεδο της υδατικής καταπόνησης που απαιτείται για να αναπτύξει ένα φυτό τον ωσμωρυθμιστικό μηχανισμό του (Merah, 2001), ενώ δεν πρέπει να παραγνωρίζεται η οντογενετική προέλευση των μεταβολών στη παράμετρο (Karamanos, 1984).

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, στον πίνακα 4.4 διακρίνεται η κατάταξη των βιότυπων ως προς την ένταση της ωσμωτικής προσαρμογής τους και τα δύο έτη. Αυτή η ταξινόμηση πραγματοποιήθηκε βάσει των

διαφορών των μέσων τιμών του χρονικού ολοκληρώματος του ψ_{sm} και του ψ_{so} στα υποτεμάχια 1 και 4. Φαίνεται ότι οι βιότυποι Τζούλιο 138 και Χάσικο Κρήτης έδωσαν την υψηλότερη ένταση ωσμωτικής προσαρμογής, ενώ οι Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182, Ζουλίτσα Αρκαδίας και Αθήρας Κέρκυρας 137 τη χαμηλότερη.

Τα δεδομένα του πίνακα 4.4 φανερώνουν ότι ορισμένοι πληθυσμοί που έδωσαν χαμηλές τιμές δείκτη υδατικού δυναμικού (πίνακας 4.3), επέδειξαν έντονη ωσμωτική προσαρμογή, όπως οι Τζούλιο 138, Αθήρας Κέρκυρας 184 και Ασπρόσταρο Χανίων. Αυτό σημαίνει ότι η μείωση του υδατικού δυναμικού για τους συγκεκριμένους πληθυσμούς, επετεύχθη κυρίως μέσω της ωσμωρύθμισης. Αντίστροφα, για τους βιότυπους Ζουλίτσα Αρκαδίας και Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 η παρατηρούμενη μείωση του υδατικού δυναμικού πιθανόν να είναι αποτέλεσμα παθητικής αφυδάτωσης, εφόσον έδειξαν χαμηλή τάση για ωσμωρύθμιση.

Πίνακας 4.4. Κατάταξη των πληθυσμών μαλακού σιταριού σύμφωνα με την ένταση της ωσμωτικής προσαρμογής τους, με βάση τις μέσες τιμές της διαφοράς των ψ_{sm} και ψ_{so} (MPa) μεταξύ των ακραίων μεταχειρίσεων, στις δύο καλλιεργητικές περιόδους.

ΕΝΤΑΣΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ψ_{sm}	ψ_{so}
μικρή ↓ μεγάλη	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,05	-0,204
	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	0,025	-0,116
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-0,119	-0,345
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,132	-0,272
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-0,133	-0,357
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-0,157	-0,269
	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-0,209	-0,267
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-0,215	-0,282
	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-0,216	-0,444
	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-0,217	-0,392

4.1.2.3 Ελαστικότητα κυτταρικών τοιχωμάτων

Οι παρατηρήσεις σχετικά με τον συντελεστή ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων επιβεβαίωσε πρότερες έρευνες στις οποίες η σημασία του είναι διφορούμενη (Karamanos, 1984, Nilsen & Orcutt, 1996). Από τις γενικές χρονικές πορείες δεν εντοπίστηκε κάποια

εμφανής τάση που να υποδηλώνει τελικά ποιο δρόμο ακολούθησαν οι περισσότεροι βιότυποι ώστε να αντεπεξέλθουν στις αντίξοες εδαφικές συνθήκες. Ειδικότερα την πρώτη χρονιά ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης παρατηρήθηκαν διαφορετικές αντιδράσεις: σε πρώιμα στάδια των φυτών υπήρξε μια τάση για μείωση της ελαστικότητας στα ξηρικά υποτεμάχια, ενώ σε πιο ώριμα οντογενετικά στάδια αυτή η συμπεριφορά αντιστράφηκε. Πάντως στις τελευταίες παρατηρήσεις ήταν φανερό η ουσιαστική έλλειψη διαφορών ανάμεσα στα υποτεμάχια, στις τιμές του ε . Το δεύτερο πειραματικό έτος φάνηκε ότι τα πλέον καταπονημένα φυτά διαχωρίστηκαν από εκείνα του πρώτου υποτεμαχίου δίνοντας συστηματικά υψηλότερες τιμές ε , χωρίς όμως να είναι πάντοτε στατιστικά σημαντικές.

Ο δείκτης ελαστικότητας αποκάλυψε επιπλέον πληροφορίες για την αντίδραση των πληθυσμών καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους. Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις άρδευσης δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις τόσο στη πρώτη, όσο και στη δεύτερη πειραματική περίοδο εξαιρουμένου του Ασπρόσταρο Χανίων όπου η τιμή του δείκτη ε ήταν συστηματικά μικρότερη στο υποτεμάχιο 4 και στις δύο περιόδους. Μεγαλύτερη ήταν η παρατηρηθείσα παραλλακτικότητα μεταξύ των βιότυπων στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης υποδηλώνοντας τη διαφορετική ικανότητα τους στην αντίδραση τους. Η αύξηση της έντασης της καταπόνησης δεν διατάραξε σημαντικά τη σχετική αντίδραση των πληθυσμών, ενώ διαχρονικές μεταβολές αποδίδονται στο βαθμό της υδατικής καταπόνησης που βίωσε έκαστος βιότυπος. Τα προκύπτοντα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε σαφής αλληλεπίδραση μεταξύ των πληθυσμών, των μεταχειρίσεων άρδευσης και των πειραματικών ετών.

4.1.2.4 Αντίσταση στοματίων

Η πορεία της ελάχιστης μέσης ημερήσιας στοματικής αντίστασης αποκάλυψε υψηλές τιμές κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, ακολούθησε μια πτώση και κατόπιν μέχρι την άνθηση ήταν σταδιακά αυξανόμενη. Η αρχική και τελική παρατηρούμενη αύξηση των τιμών της

παραμέτρου αποδίδεται τόσο στα αυξημένα υδατικά ελλείμματα, όσο και στο στάδιο ανάπτυξης (Karamanos, 1983, Gupta *et al.*, 2001). Το κλείσιμο των στοματιών με την αύξηση της εδαφικής ξηρασίας συνιστά ένδειξη για ανθεκτικότητα στη ξηρασία υποκινούμενο από τη δράση του αμπισοϊκού οξέος, σύμφωνα με τη θεωρία των αντλιών καλίου (Nilsen & Orcutt, 1996, Δροσόπουλος, 1998b). Οι Blum *et al.* (1997) θεώρησαν το κλείσιμο των στομάτων ως τη πρώτη αντίδραση των φυτών στη ξήρανση των ανώτερων ριζών ακολουθούμενο από διατήρηση της σπαργής. Η συγκεκριμένη ανταπόκριση είναι αποτέλεσμα της μετάδοσης σημάτων από τις ρίζες, τα οποία σχετίζονται με τη παραγωγή ABA. Οι μικρότερες τιμές της αντίστασης των στοματιών παρατηρήθηκαν κατά κανόνα στην άνθηση, δεδομένο που συμφωνεί με τα ευρήματα των Fischer (1973), Morgan (1977b) και Jones (1977).

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που έδειξαν οι βιότυποι ως προς την χρονική πορεία της στοματικής αντίστασης ήταν η διαφορετικότητα στη συμπεριφορά τους. Οπότε, παρατηρήθηκαν βιότυποι που παρουσίασαν σχετικά ομαλή εξέλιξη της παραμέτρου και μικρές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις (μικρή στοματική ευαισθησία) (π.χ. Γκρινιάς 148, Γκρινιάς Ζακύνθου, Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182), ενώ άλλοι βιότυποι είχαν μεγάλες εποχικές διακυμάνσεις και σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα υποτεμάχια (υψηλή στοματική ευαισθησία) (π.χ. Αθήρας Κερκυρας 137 και Τζούλιο 138).

Πιο λεπτομερής πληροφόρηση για τη συμπεριφοράς των στοματιών μπορεί να δοθεί από τις ημερήσιες πορείες για κάθε βιότυπο (διαγράμματα 3.21 και 3.22). Οι ημερήσιες μεταβολές είναι εκείνες που επηρεάζουν την αναλογία κατανάλωσης νερού και απορρόφησης CO₂ λόγω φωτοσύνθεσης. Ο πίνακας 4.5 συνοψίζει ποιοτικά τα κύρια ευρήματα που αποκαλύφθηκαν από τις ημερήσιες πορείες της στοματικής αντίστασης.

Πίνακας 4.5. Ποιοτική περίληψη διαφόρων χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς των στοματιών, για κάθε βιότυπο μαλακού σιταριού. Τα δεδομένα ελήφθησαν από τις ημερήσιες πορείες και των δύο πειραματικών περιόδων. Κάθε σταυρός αναφέρεται στην απόκριση των χαρακτηριστικών σε κάθε μία από τις τέσσερις ημέρες των ημερήσιων μετρήσεων.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ		ΜΕΣΗΜΒΡΙΝΟ ΚΛΕΙΣΙΜΟ	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΙΣ	ΑΝΑΜΕΣΑ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ
	ΥΨΗΛΗ	ΧΑΜΗΛΗ			
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	++++		++++	++++	
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ		++++			++++
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚ.	++++		+++	+++	
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148		++++	+++		+++
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤ.		++++	++++		+++
ΖΟΥΛΙΤΣΑ	++		++++	++	
ΑΘΕΡΑΣ 137	++++			++++	
ΑΘΕΡΑΣ 184			+++		++++
ΑΘΕΡΑΣ 186					++++
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ		++++			

Τα αποτελέσματα δείχνουν ξεκάθαρες διαφορές μεταξύ των βιοτύπων, οι οποίοι είναι δυνατόν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με την ικανότητα των στοματιών να ανταποκρίνονται στις μεταβολές των περιβαλλοντικών παραγόντων ως εξής (πίνακας 4.6):

- Οι πιο ευαίσθητοι, οι οποίοι δείχνουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και υψηλή παραλλακτικότητα στην ημερήσια πορεία των στοματικών τους αντιστάσεων, καθώς και τάση για μερικό κλείσιμο των στομάτων το μεσημέρι ή λίγο νωρίτερα.
- Στους ενδιάμεσα ευαίσθητους, που έχουν δύο από τα τρία χαρακτηριστικά του πίνακα 4.5.
- Σ' εκείνους που έδειξαν μόνο μερικό κλείσιμο των στοματιών τους, χωρίς να πληρούν κανένα από τα χαρακτηριστικά του πίνακα 4.5.
- Στους λιγότερο ευαίσθητους, οι οποίοι έδειξαν μικρή ημερήσια παραλλακτικότητα και μικρές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, καθώς και καθόλου μερικό κλείσιμο των στοματιών το μεσημέρι.

Πίνακας 4.6. Ταξινόμηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ανάλογα την ευαισθησία του στοματικού τους μηχανισμού στις μεταβολές των περιβαλλοντικών παραμέτρων. Ανάμεσα σε κάθε ομάδα οι πληθυσμοί κατατάχθηκαν με φθίνουσα σειρά από τον λιγότερο ευαίσθητο στον πιο ευαίσθητο. Για τα κριτήρια ομαδοποίησης βλέπε το κείμενο.

ΟΜΑΔΑ I (υψηλή ευαισθησία)	ΟΜΑΔΑ II (ευδιάμεση ευαισθησία)	ΟΜΑΔΑ III (μέτρια ευαισθησία)	ΟΜΑΔΑ IV (χαμηλή ευαισθησία)
Τζούλιο 138	Αθήρας 137	Σκυλόπετρα Π.	Ασπρόσταρο
Γκρινιάς Ζακ.		Αθήρας 184	Αθήρας 186
Ζουλίτσα		Γκρινιάς 148	Χάσικο Κρήτης

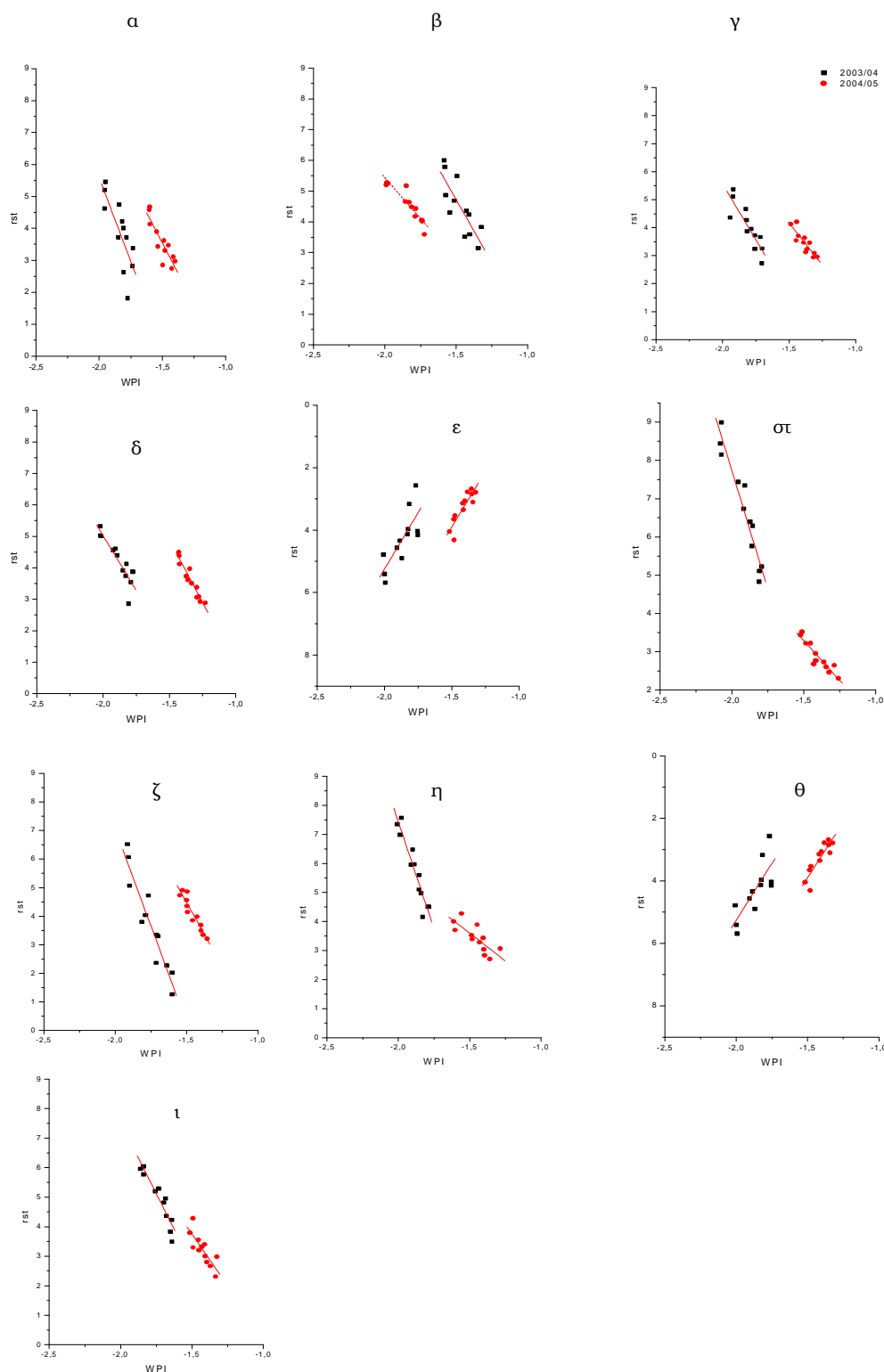
Από τα τρία κριτήρια του πίνακα 4.5, η διαφοροποίηση ανάμεσα στις μεταχειρίσεις άρδευσης είναι εκείνο που σχετίζεται άμεσα με την υδατική κατάσταση των φυτών. Στο διάγραμμα 4.1 φαίνονται οι γραμμικές παλινδρομήσεις του χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης στοματίων με τον δείκτη υδατικού δυναμικού, και τα δύο έτη. Είναι φανερό ότι στη μεγάλη πλειοψηφία των βιότυπων υπήρξε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση, ενώ δεν μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για τιμή κατωφλίου υδατικού δυναμικού για κλείσιμο στομάτων (Turner, 1974), εφόσον οι τιμές των δύο παραμέτρων ήταν ολοκληρώματα και όχι στιγμιαίες. Οι συσχετίσεις ανάμεσα στα δύο πειραματικά έτη ήταν διαφορετικές: το πρώτο έτος, όπου η υδατική καταπόνηση ήταν περισσότερο έντονη η γραμμή παλινδρόμησης μετατοπίστηκε, λίγο ή περισσότερο, ανάλογα το βιότυπο, σε αρνητικότερες τιμές του δείκτη υδατικού δυναμικού. Αυτά τα αποτελέσματα βρίσκονται σε συμφωνία με αποτελέσματα άλλων εργασιών που έδειξαν ότι το ιστορικό καταπόνησης των φυτών, στην περίπτωση μας η καλλιεργητική περίοδος, επηρεάζει την αντίδραση των στοματίων στο υδατικό δυναμικό (McCree, 1974, Brown *et al.*, 1976, Stout and Simpson, 1978, Ackerson *et al.*, 1980). Η προσαρμοστική αντίδραση του στοματικού μηχανισμού που έδειξαν οι βιότυποι τους επέτρεψε να διατηρούν χαμηλές τιμές αντίστασης στοματίων σε έντονη υδατική καταπόνηση. Η σχετική ευαισθησία του στοματικού μηχανισμού για κάθε βιότυπο, σε σχέση με την υδατική τους κατάσταση, εκτιμήθηκε από τους συντελεστές παλινδρόμησης των γραμμικών παλινδρομήσεων του

χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης στοματιών και του δείκτη υδατικού δυναμικού (πίνακας 4.7). Συστηματικά τα δύο έτη, υψηλές τιμές συντελεστή παλινδρόμησης παρατηρήθηκαν στους βιότυπους Χάσικο Κρήτης και Τζούλιο 138, ενώ τις χαμηλότερες τιμές ή συντελεστή συσχέτισης μη στατιστικά σημαντικό έδωσαν οι Ασπρόσταρο Χανίων (το πρώτο έτος) και Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 (το δεύτερο έτος) αντίστοιχα.

Πίνακας 4.7. Οι παράμετροι των γραμμικών παλινδρομήσεων μεταξύ του χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης των στοματιών και του δείκτη υδατικού δυναμικού για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού, σε κάθε περίοδο. a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης. (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	2003-04			2004-05		
	a	b	r	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-20,06	-13,55	-0,94***	-1,052	-0,098	-0,9***
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-15,34	-10,46	-0,78***	-7,85	-7,59	-0,87***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-9,25	-7,25	-0,78***	-1,05	-0,11	-0,88***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-10,4	-7,98	-0,86***	-0,93	-0,12	-0,87***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-22,08	-14,75	-0,94***	-0,9	-0,16	-0,78***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-8,96	-6,99	-0,89***	-0,92	-0,11	-0,95***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,11	-0,08	-0,81***	-5,16	-5,29	-0,9***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-16,95	-12,34	-0,95***	-0,81	-0,2	-0,9***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-10,71	-7,54	-0,78***	-1,48	0,06	0,47ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-11,68	-9,61	-0,92***	-6,77	-7,02	-0,8***
F	68,93***	2,96***	-.0,94***	38,77***	39,33***	-.0,99***

Η ημερήσια παραλλακτικότητα των στοματικών αντιστάσεων είναι δυνατό να αποδοθεί κατά ένα μέρος στην υδατική κατάσταση των φυτών, αλλά επίσης οφείλεται σε αλληλεπιδράσεις άλλων παραγόντων που είναι γνωστό ότι προκαλούν στοματικές κινήσεις (π.χ. ένταση φωτός, θερμοκρασία, έλλειμμα κορεσμού της ατμόσφαιρας, κτλ.). Το κλείσιμο των στοματιών το μεσημέρι αποδίδεται στην αύξηση του σημείου αντιστάθμισης CO₂ που προκλήθηκε από τις υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν τις μεσημβρινές ώρες (Heath & Orchard, 1957, Meidner & Mansfield, 1968), οπότε δεν φαίνεται να είχε καμία άμεση εμπλοκή η υδατική κατάσταση των φυτών σε αυτή την περίπτωση. Αυτή η υπόθεση



Διάγραμμα 4.1. Οι γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού (WPI) και του χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης στοματίων (rst) για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού και τις δύο πειραματικές χρονιές. α: Τζούλιο 138, β: Ασπρόσταρο κανίων, γ: Γκρινιάς Ζακύνθου, δ: Γκρινιάς 148, ε: Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, στ: Ζουλίτσα Αρκαδίας, ζ: Αθέρας Κέρκυρας 137, η: Αθέρας Κέρκυρας 184, θ: Αθέρας Κέρκυρας 186, ι: Χάσικο Κρήτης.

ενισχύεται από το γεγονός ότι το μεσημβρινό κλείσιμο εκφράστηκε ως προσωρινή αύξηση της στοματικής αντίστασης, χωρίς να εμφανίζονται σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων άρδευσης (διαγράμματα 3.18 και 3.19).

Ανεξάρτητα από την ενεργό συμμετοχή της υδατικής κατάστασης των φυτών στη στοματική συμπεριφορά, οι ημερήσιες μεταβολές της αντίστασης φανέρωσαν την επίδραση του στοματικού μηχανισμού στην ισορροπία νερού και φωτοσυνθετικής αφομοίωσης. Η διατήρηση χαμηλών τιμών r_s κατά τη διάρκεια της ημέρας έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλών ρυθμών διαπνοής και φωτοσύνθεσης, κατάσταση που επιτρέπει υψηλές αποδόσεις όταν το νερό δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Αντίστροφα, η τάση για αύξηση της αντίστασης των στοματιών έχει ορισμένες φορές, αποτέλεσμα την εξοικονόμηση νερού με ταυτόχρονη μείωση του φωτοσυνθετικού ρυθμού, η οποία όμως είναι μικρότερης έντασης συγκρινόμενη με τη μείωση της διαπνοής. Ο Raschke (1976) έχει δείξει ότι το μερικό κλείσιμο των στοματιών (μια αντίδραση που παρατηρήθηκε στις ημερήσιες πορείες των βιότυπων) μειώνει δραστικά τον ρυθμό διαπνοής με μικρές επιπτώσεις στην αφομοιωτική ικανότητα των φυτών. Επιπλέον το μερικό κλείσιμο των στοματιών δεν φαίνεται θεωρητικά, να συνοδεύεται με μεταβολική δαπάνη εξαιτίας της μείωσης της φωτοσύνθεσης.

4.1.2.5 Διαφορά θερμοκρασίας φύλλου-αέρα

Μια έμμεση ένδειξη για τη λειτουργία της διαπνοής είναι η θερμοκρασία του φύλλου γνωρίζοντας ότι η αύξηση της είναι κοινό φαινόμενο προκαλούμενο, σε ορισμένο βαθμό, από το κλείσιμο των στοματιών (Nilsen & Orcutt, 1996). Σε γενικές γραμμές η πορεία της ΔT τα δύο έτη ακολούθησε το κλασικό πρότυπο μεταβολών που έχουν ήδη παρατηρηθεί και σε προηγούμενες σχετικές εργασίες (Gupta *et al.*, 2001). Οι έντονες αυξομειώσεις χαρακτήρισαν τις καμπύλες όλων των βιότυπων υποδηλώνοντας την επίδραση ενός ή περισσότερων παραγόντων στη παράμετρο (Yuan *et al.*, 2004). Μεταξύ των μεταχειρίσεων άρδευσης παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στα ακραία υποτεμάχια ενώ οι

ενδιάμεσες μεταχειρίσεις συνήθως έδιναν αλληλοκαλυπτόμενες τιμές. Φαίνεται ότι η σταδιακή μείωση της εδαφικής υγρασίας δεν ήταν ικανή να προκαλέσει σημαντικές διαφορές αλλά μόνο σε περιπτώσεις που το υδατικό δυναμικό ξεπέρασε ένα δεδομένο όριο. Αυτή η επισήμανση αφορά παρατηρήσεις που ελήφθησαν σε συγκεκριμένο χρονικό σημείο διότι, όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, το ολοκλήρωμα της ΔT έδωσε σαφέστερες ενδείξεις. Παρότι εντοπίστηκε η τάση για αύξηση των τιμών με το στάδιο ανάπτυξης (Gupta *et al.*, 2001) ήταν έντονη η επίδραση των κλιματικών παραγόντων μη επιτρέποντας την εύκολη διάκριση. Παρόμοια είναι η σχέση που διέπει την ανάπτυξη των υδατικών ελλειμμάτων, το στάδιο ανάπτυξης και τις διαφορές μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης. Πρέπει να τονιστεί η σημασία διατήρησης δροσερού φυλλώματος σε κρίσιμα για την αναπαραγωγή στάδια ανάπτυξης ευαίσθητα στην υψηλή θερμοκρασία, ως μηχανισμός αποφυγής της θερμικής καταπόνησης (Lu *et al.*, 1994).

Στον πίνακα 4.8 απεικονίζονται οι μέσες τιμές του χρονικού ολοκληρώματος της ΔT και από τα δύο πειραματικά έτη. Οι τιμές είναι όμοιες με αυτές που έχουν παρουσιάσει κι άλλοι προγενέστεροι ερευνητές για το σιτάρι (Ehrler *et al.*, 1978). Προφανώς πιο αρνητικές τιμές ΔT είναι ένδειξη μεγαλύτερης τάσης ψύξης των φύλλων λόγω υψηλού ρυθμού διαπνοής και το αντίστροφο. Οπότε, στον πίνακα 4.8 οι πληθυσμοί που βρέθηκαν στις πρώτες θέσεις τείνουν να κλείνουν τα στομάτια τους πιο εύκολα, σε σχέση με τους πληθυσμούς που κατατάχθηκαν στις χαμηλότερες θέσεις.

Δεχόμενοι την έμμεση σχέση ΔT και r_{st} θα ήταν αναμενόμενη η ταύτιση των πορειών των δύο παραμέτρων κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου των βιότυπων. Η σύγκριση των γενικών πορειών δεν έδειξε πλήρη ταύτιση τους υπαγορεύοντας μερική ανεξαρτησία των δύο παραγόντων. Άλλωστε θα ήταν αναμενόμενη η σχετικότητα των πινάκων 4.6 και 4.8 εφόσον η ευαισθησία του στοματικού μηχανισμού συνδέεται με την ικανότητα ψύξης των φύλλων. Αυτό σημαίνει ότι οι βιότυποι που βρέθηκαν να είναι οι πιο ευαίσθητοι, ως προς το στοματικό τους μηχανισμό, θα κατατάσσονταν στις πρώτες θέσεις του πίνακα 4.8.

Κάτι τέτοιο όμως δεν παρατηρήθηκε με συνέπεια, εξαιρουμένων των Τζούλιο 138 και Χάσικο Κρήτης. Η εξήγηση αυτής της ασυμφωνίας πιθανόν να εδράζεται στο γεγονός ότι η στοματική ευαισθησία αναφέρεται στη συγκεκριμένη εργασία στην κάτω επιδερμίδα του φύλλου, ενώ η ψύξη των φύλλων είναι αποτέλεσμα διαπνοής τόσο της κάτω, όσο και της άνω επιφάνειας των φύλλων.

Πίνακας 4.8. Οι μέσες τιμές του χρονικού ολοκληρώματος της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ φύλλου και αέρα (°C) για κάθε βιότυπο, απ' όλες τις μεταχειρίσεις άρδευσης και από τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ενώ τιμές με το ίδιο γράμμα είναι στατιστικά ασήμαντες ($\alpha=95\%$).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΔT
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-2,43a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-2,46a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-2,49a
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-2,53a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-2,57a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-2,6a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-2,76a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-2,97ab
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-3,2b
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-3,35b

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό εξάρτησης της ψύξης των φύλλων από την υδατική κατάσταση των φυτών μπορούν να αντληθούν από τις γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ των χρονικών ολοκληρωμάτων της ΔT και της στοματικής αντίστασης, ανά έτος (πίνακας 4.9). Οι πληθυσμοί Τζούλιο 138, Αθήρας Κέρκυρας 137, Χάσικο Κρήτης και Γκρινιάς Ζακύνθου έδειξαν ισχυρή τάση εξάρτησης του χρονικού ολοκληρώματος της ΔT από εκείνο της αντίστασης στοματίων. Αντίθετα, μικρή ή καθόλου εξάρτηση έδειξαν οι Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 (το πρώτο έτος) και Ζουλίτσα Αρκαδίας (και στις δύο περιόδους). Η εξήγηση μιας τέτοιας συμπεριφοράς είναι η πιθανή εμπλοκή παραγόντων που τροποποιούν τη θερμοκρασία των φύλλων, μέσω της διαπνευστικής λειτουργίας, όπως για παράδειγμα η συστροφή των φύλλων. Στην πραγματικότητα, οι πληθυσμοί που παρουσιάστηκαν με μικρή εξάρτηση θερμοκρασίας-αντίστασης στομάτων επέδειξαν μεγαλύτερη ικανότητα στο τύλιγμα του φύλλου. Η αντίθετη αντίδραση

παρατηρήθηκε για τους πληθυσμούς με ισχυρή εξάρτηση (βλέπε πίνακα 4.11).

Πίνακας 4.9. Οι παράμετροι των γραμμικών παλινδρομήσεων του χρονικού ολοκληρώματος της αντίστασης στοματιών με το χρονικό ολοκλήρωμα της ΔΤ για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού, σε κάθε περίοδο. a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης. (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	2003-04			2004-05		
	a	b	r	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	6,14	1,26	0,67**	-6,05	0,68	0,89***
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	6,89	1,66	0,94***	7,22	1,2	0,63**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	5,47	0,59	0,64**	-5,04	0,45	0,58*
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	6,07	1,17	0,89***	-5,67	0,7	0,75**
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	8,38	1,38	0,8***	-5,54	0,65	0,66**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	4,85	0,33	0,46ns	-4,93	0,46	0,83***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-2,75	0,22	0,251ns	10,16	1,74	0,93***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	7,76	0,4	0,32ns	-4,87	0,51	0,33ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤ. 182	4,58	0,54	0,51ns	-3,54	-0,49	-0,59*
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	8,25	1,09	0,72**	6,64	1,01	0,71**

4.1.2.6 Γήρανση φυλλώματος

Η μορφή της καμπύλης γραμμής που χαρακτήρισε την εμφάνιση των κίτρινων φύλλων σε σχέση με το χρόνο δεν ξέφυγε από τα κλασικά πρότυπα προηγούμενων εργασιών (Sayed & Ghandorah, 1984, Παπασταύρου, Λίβανος, 2004). Η απότομη άνοδος των εμφανιζόμενων κίτρινων φύλλων αντικατοπτρίζει την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας σηματοδοτώντας το στάδιο της ωρίμανσης των καρπών (Paulsen, 1994). Οι διαδικασίες που σχετίζονται με την έναρξη του φαινομένου έχουν μελετηθεί νωρίτερα και τα περισσότερα δεδομένα συγκλίνουν προς την επίδραση του ABA ως προωθητικού παράγοντα (Lindoo & Nooden, 1978, Madhu *et al.*, 1999).

Οπότε, οι συνεχώς διερυνόμενες στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, με το πέρασμα των ημερών από τη σοπορά, αποδεικνύει τη

διαφορετική επίδραση της ποσότητας του εδαφικού νερού στην αντίδραση των φυτών (Foulkes *et al.*, 2001).

Το κιτρίνισμα και η πτώση των φύλλων έχει πολλαπλή σημασία για την τελική αποδοτικότητα των καλλιεργειών. Η μία πλευρά εστιάζεται στο περιορισμό της φυλλικής επιφάνειας και συνεπώς στη μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα που οδηγεί στη συσσώρευση λιγότερων φωτοσυνθετικών προϊόντων (Karamanos, 1984). Επιπλέον είναι αποδεδειγμένη η σπουδαιότητα της ελεγχόμενης γήρανσης από τα υδατικά ελλείμματα στην ανάπτυξη βαρύτερου καρπού μέσω της κατάλληλης διάρκειας γεμίσματος των καρπών (Yang & Zhang, 2005). Η αντίπερα όχθη περιλαμβάνει την άποψη της αποφυγής της ξηρασίας επιτρέποντας στα φυτά να επιβιώσουν, περιορίζοντας τις απώλειες ύδατος λόγω διαπνοής και να δώσουν έστω και μικρή παραγωγή καρπού (Nilsen & Orcutt, 1996). Πάντως ο Karamanos (1984) θεώρησε αυτό τον μηχανισμό χωρίς ιδιαίτερη σημασία για τα καλλιεργούμενα φυτά λόγω του μη αντιστρεπτού της αντίδρασης. Οι τιμές του ρυθμού γήρανσης μεταξύ των μεταχειρίσεων άρδευσης φανέρωσαν την καταλυτική επίδραση της έλλειψης νερού στην ταχύτητα της ανάπτυξης των βιότυπων. Σε κάθε περίπτωση παρατηρήθηκε επιτάχυνση του βιολογικού κύκλου των βιότυπων με σημαντικό επίπεδο εξάρτησης από την ένταση της υδατικής καταπόνησης. Παρόμοια συμπεριφορά επέδειξαν διάφορες ποικιλίες σκληρού και μαλακού σιταριού όταν υποβλήθηκαν σε διαφορετικές μεταχειρίσεις νερού από τους Fischer και Maurer (1978) οι οποίοι ανέφεραν τη δεδομένη αντίδραση ως ευεργετική για την απόδοση της καλλιέργειας. Η χρησιμότητα ενός τέτοιου προσαρμοστικού μηχανισμού εξαρτάται από την ισορροπία διαθέσιμου εδαφικού νερού και ικανότητας χρήσης νερού (Ali *et al.*, 1999).

Χαρακτηριστική είναι η τιμή του κοινού συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού και ρυθμού γήρανσης (πίνακας 3.12 α και β), ο οποίος έλαβε την ίδια τιμή και στις δύο πειραματικές περιόδους ($r=0,77$). Επίσης ο βιότυπος Γκρινιάς Ζακύνθου έδωσε τη χαμηλότερη τιμή του r από όλους τους υπόλοιπους πληθυσμούς και μάλιστα την πρώτη χρονιά φάνηκε η

στατιστικά ασήμαντη επίδραση της έλλειψης νερού. Η ομοιογένεια στο τρόπο αντίδρασης των πληθυσμών στην υδατική ανεπάρκεια, που εκδηλώθηκε με την επίσπευση του κύκλου ζωής των φυτών, έχει εξηγηθεί από τους Angus και Moncur (1977) ως ρυθμιστικός μηχανισμός μετατροπής της αναπτυξιακής αλληλουχίας με επίκεντρο την προσαρμογή. Αυτού του είδους η αντίδραση κυρίως αφορά μέτριες εντάσεις υδατικής καταπόνησης σε αλληλεπίδραση με την αυξημένη θερμοκρασία φυλλώματος (Slatyer, 1969). Τελικά το ισοζύγιο μεταξύ ωφελειών και απωλειών από τη γρήγορη γήρανση εξαρτάται από το περιβάλλον στο οποίο εκτίθενται τα φυτά και ο απολογισμός γίνεται με βάση την τελική απόδοση. Ο Blum (2005) ανέφερε ως μονόδρομο την εισαγωγή πρόωμης γήρανσης σε θερμό και υδατικά ελλειμματικό περιβάλλον εξαιτίας της ατελούς λειτουργίας της φωτοσύνθεσης ακόμα κι ενός φύλλου μη γηρασμένου, ώστε να συντελεστεί με επιτυχία το γέμισμα των καρπών. Η ισχυρή επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην ταχύτητα εμφάνισης των κίτρινων φύλλων ενός βιότυπου σε σχέση με τους υπόλοιπους, είναι δυνατόν να ερμηνευτεί κατά ένα μέρος από την υψηλή δυνητική ικανότητα του σε ευνοϊκές συνθήκες. Αυτή η κατάσταση μάλλον δίνει το περιθώριο για γρήγορες βιοχημικές μεταβολές στο φύλλο αλλά από τα δεδομένα του πειράματος δεν είναι δυνατόν να γενικευτεί η διαπίστωση.

Η ημερομηνία που εμφανίστηκε το πρώτο κίτρινο φύλλο αποτελεί μία πρώτη μακροσκοπική ένδειξη για την έναρξη των διαδικασιών της γήρανσης των φυτών. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν φάνηκε ότι οι πληθυσμοί διαφοροποίησαν σε μικρή κλίμακα τον χρόνο εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, με τις μεγαλύτερες διαφορές να παρατηρούνται στα ακραία υποτεμάχια. Δεχόμενοι την θεωρία του ορμονικού ελέγχου της γήρανσης (Lindoo & Nooden, 1978, Madhu *et al.*, 1999) είναι φανερό ότι το αμπισικό οξύ που ως γνωστόν συνδέεται με τις επιπτώσεις της υδατικής καταπόνησης, συσσωρεύεται στα κατώτερα φύλλα των πιο καταπονημένων φυτών προκαλώντας την έναρξη των σχετικών βιοχημικών μεταβολών (πρωτεόλυση, αποδόμηση χλωροφύλλης).

Το πρώτο πειραματικό έτος το αρχικά συμπτώματα γήρανσης παρουσιάστηκαν αναπτυξιακά νωρίτερα σε σχέση με το δεύτερο και σε αυτή τη περίπτωση το ABA πιθανόν να επέδρασε ευεργετικά για τον Αθέρα Κέρκυρας 137 (έδωσε τη μεγαλύτερη, κατά μέσο όρο απόδοση) λόγω προώθησης επανακινητοποίησης των αποθηκευμένων μεταβολιτών στα φύλλα προς τα αναπαραγωγικά όργανα (Yang *et al.*, 2003). Τη δεύτερη χρονιά η πρώτη παρατήρηση παρηκμασμένου φύλλου συνέπεσε με τον σχηματισμό του 3^{ου}-4^{ου} κόμβου γεγονός που ίσως να ενίσχυσε την αρνητική επίδραση του ABA στην απόδοση σε καρπό στα καταπονημένα φυτά. Ο ακριβής τρόπος επίδρασης σχετίζεται με την μεταφορά της συγκεντρωμένης ορμόνης στα φύλλα προς το υπό ανάπτυξη αναπαραγωγικό μερίστωμα με αποτέλεσμα την ατελή κυτταρική διαίρεση (Wang *et al.*, 2001, Westgate *et al.*, 1996). Η καθυστέρηση που παρατηρήθηκε κατά τη πρώτη περίοδο αποδίδεται στην διαφορά εφαρμογής των αρδευτικών μεταχειρίσεων. Οπότε, καθίσταται ξεκάθαρη η σημασία του χρόνου έναρξης της υδατικής καταπόνησης διότι με αυτόν τον τρόπο ρυθμίζεται η σχετική διάρκεια βλαστητικής και αναπαραγωγικής φάσης. Ειδικότερα, η υδατική καταπόνηση του πρώτου έτους μετατόπισε την έναρξη της γήρανσης προς την αναπαραγωγική φάση δίνοντας εντονότερες στατιστικές μεταβολές ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης. Έκθεση του σιταριού σε πιο πρόωμη καταπόνηση είναι δυνατόν να προκαλέσει είτε επιμήκυνση της βλαστητικής φάσης σε βάρος της ανάπτυξης του καρπού, είτε το αντίστροφο. Το είδος της αντίδρασης εξαρτάται από την ικανότητα των φυτών σε καλά αρδευόμενες συνθήκες (Brisson *et al.*, 2001). Η πρότερη διαπίστωση δεν φάνηκε να επιβεβαιώνεται πλήρως, εξαιτίας μάλλον των ισχνών στατιστικών διαφορών των βιότυπων. Είναι όμως γεγονός ότι οι βιότυποι που έδωσαν χαμηλή δυνητική ικανότητα (τιμή αποκοπής) ήταν εκείνοι που δεν επηρεάστηκαν από την ένταση της καταπόνησης, με χαρακτηριστικότερο εκπρόσωπο τον Γκρινιά Ζακύνθου και τα δύο έτη. Επιπλέον, η εξάρτηση του χρόνου εμφάνισης του πρώτου κίτρινου φύλλου από τον δείκτη υδατικού δυναμικού ήταν πολύ ισχυρότερη τη πρώτη περίοδο, ανταπόκριση που οφείλεται και στις υψηλότερες τιμές του.

Στον πίνακα 4.10 απεικονίζεται η σειρά κατάταξης των βιότυπων μαλακού σιταριού, ως προς την ευαισθησία του ρυθμού γήρανσης τους στην υδατική καταπόνηση, εκφρασμένη ως δείκτης υδατικού δυναμικού. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την κατάρτιση του πίνακα 4.10 βασίστηκαν στον αριθμό των περιόδων που παρουσιάστηκαν σημαντικές παλινδρομήσεις και στις τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης, στα έτη που ο συντελεστής συσχέτισης ήταν στατιστικά σημαντικός. Υψηλή τιμή του συντελεστή συσχέτισης υπονοεί εντονότερη εξάρτηση του ρυθμού γήρανσης από τον δείκτη υδατικού δυναμικού.

Πίνακας 4.10. Φθίνουσα κατάταξη των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία του ρυθμού γήρανσης στην υδατική καταπόνηση, εκφρασμένης ως δείκτης υδατικού δυναμικού. Βιότυποι που βρίσκονται στο ίδιο κελί έχουν την ίδια ευαισθησία.

ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ
υψηλός	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137
	ΤΖΟΥΛΙΟ 138
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186
	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ
χαμηλός	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ

Η σχέση μεταξύ πρωιμότητας (πίνακας 4.2) και ευαισθησίας του ρυθμού γήρανσης στην έλλειψη νερού ήταν διαφορετική ανά βιότυπο. Οπότε, παρουσιάστηκαν πρώιμοι βιότυποι με υψηλή ευαισθησία (Χάσικο Κρήτης, Τζούλιο 138, Αθέρας Κέρκυρας 184), όψιμοι βιότυποι με υψηλή ευαισθησία (Αθέρας Κέρκυρας 137) και όψιμοι βιότυποι με χαμηλή ευαισθησία (Ασπρόσταρο Χανίων, Ζουλίτσα Αρκαδίας). Η πρωιμότητα είναι δυνατόν να σχετίζεται είτε με την χαμηλή, είτε με την υψηλή ευαισθησία. Στη πρώτη περίπτωση τα φυτά αποφεύγουν την εντονότερη έλλειψη νερού, στη δεύτερη περίπτωση η αποφυγή είναι έμμεση δια της αύξησης του ρυθμού γήρανσης των φύλλων.

4.1.2.7 Συστροφή των φύλλων

Πιο αποδεκτός τρόπος περιορισμού των υδατικών απωλειών από διαπνοή είναι το τυλίγμα των φύλλων των αγρωστωδών ο οποίος επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο, με την απώλεια σπαργής των μηχανικών κυττάρων της άνω επιδερμίδας (Δροσόπουλος, 1998b, Hsiao *et al.*, 1984). Ως γενική θεώρηση των αποτελεσμάτων είναι αντιληπτή η γενική τάση για συστροφή του ελάσματος όσο αυξάνεται η ένταση της υδατικής καταπόνησης (Ο' Toole & Cruz, 1980). Στον πίνακα 4.11 παρουσιάζεται η κατάταξη των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ένταση συστροφής των φύλλων τους και τις δύο πειραματικές χρονιές. Οι βιότυποι με την μεγαλύτερη ικανότητα συστροφής ήταν οι Αθήρας Κέρκυρας 184 και 186, Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, ενώ οι Αθήρας Κέρκυρας 137 και Τζούλιο 138 έδειξαν σταθερά μικρότερη τάση τυλίγματος των φύλλων τους.

Πίνακας 4.11. Φθίνουσα κατάταξη των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ένταση συστροφής των φύλλων τους. Πληθυσμοί που βρίσκονται στο ίδιο κελί είχαν ίδια ένταση συστροφής.

ΕΝΤΑΣΗ ΣΥΣΤΡΟΦΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ
Υψηλή ↓ χαμηλή	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184
	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182 ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186
	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
	ΤΖΟΥΛΙΟ 138
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137

Σύμφωνα με τους Ο' Toole & Cruz (1980) και Karamanos (1984) ιδιαίτερη βαρύτητα δίδεται στην τιμή του υδατικού δυναμικού του φύλλου όπου συμβαίνει το δίπλωμα του ελάσματος των σιτηρών. Σε συνδυασμό με το μεγάλο πλήθος των εκτιμώμενων βιότυπων αποκτά ενδιαφέρον η σύνοψη των κρίσιμων τιμών του Ψ_1 σε σχέση με την ένταση της συστροφής. Οπότε με βάση τη γραμμική εξίσωση της παλινδρόμησης

του υδατικού δυναμικού και της αντίστοιχης τιμής εκτίμησης της συστροφής των φύλλων, στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης (πίνακας 4.12), υπολογίστηκαν τα αναμενόμενα Ψ_1 (πίνακας 4.13).

Γενικότερα, τα αποτελέσματα του πίνακα 4.12 φανέρωσαν ότι στις περισσότερες περιπτώσεις υπήρχε σημαντική αρνητική συσχέτιση του υδατικού δυναμικού και της έντασης συστροφής του φύλλου. Η μόνη περίπτωση που ο συντελεστής συσχέτισης παρατηρήθηκε στατιστικά μη σημαντικός αφορούσε στην περίπτωση του Ασπρόσταρο Χανίων, το δεύτερο έτος.

Πίνακας 4.12. Οι παράμετροι των γραμμικών παλινδρομήσεων μεταξύ της έντασης συστροφής των φύλλων και του δείκτη υδατικού δυναμικού για τους δέκα βιότυπους μαλακού σιταριού, σε κάθε περίοδο. a: τιμή αποκοπής, b: συντελεστής παλινδρόμησης, r: συντελεστής συσχέτισης. (οι αστερίσκοι *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 0,1, 0,05 και 0,001 αντίστοιχα ενώ ns=not significant).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	2003-04			2004-05		
	a	b	r	a	b	r
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-80,14	-55,87	-0,61**	-40,52	-30,77	-0,53***
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-47,22	-42,09	-0,38*	-42,94	-33,27	-0,5***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-119,83	-108,13	-0,84***	-110,26	-92,61	-0,78***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-58,85	-78,06	-0,75***	-87,46	-77,88	-0,49***
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-89,46	-95,53	-0,64***	-75,36	-66,67	-0,51***
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-85,64	-61,97	-0,51***	-37,95	-44,13	-0,35*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-61,42	-61,07	-0,4**	6,37	-7,03	-0,08ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-43,04	-67,78	-0,68***	-44,69	-38,76	-0,57***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	-61,42	-82,22	-0,71***	-90,53	-79,23	-0,66***
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-47,22	-42,09	-0,38*	-120,59	-105,2	-0,65***

Από τα δεδομένα του πίνακα 4.13 φαίνεται ότι οι βιότυποι διαφέρουν ως προς την ικανότητα τους να διατηρούν το έλασμα πλήρως εκδιπλωμένο στην υδατική καταπόνηση. Οι Αθήρας Κέρκυρας 137 Τζούλιο 138, Χάσικο Κρήτης, Ασπρόσταρο Χανίων και Γκρινιάς 148 είχαν πιο αρνητικές τιμές εκκίνησης του υδατικού δυναμικού για τύλιγμα των φύλλων δείχνοντας εξαρχής τη τάση για ανθεκτικότητα στη ξηρασία. Αυτή η κατάσταση δεν μεταβλήθηκε σημαντικά για την πιθανότητα τυλίγματος των φύλλων στο σύνολο των φυτών, με μόνη παρέκκλιση τον Χάσικο Κρήτης όπου η αντίστοιχη τιμή Ψ παρατηρήθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Οι Karamanos *et al.* (1983)

σε διερεύνηση των αντίστοιχων κρίσιμων τιμών του Ψ για δύο ποικιλίες σιταριού διατύπωσαν την άποψη ότι χαμηλές τιμές είναι ενδεικτικές για μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Η διατήρηση της σπαργής των ιστών σε πιο αρνητική τιμή του Ψ τους καθιστά ικανούς να ανθίστανται σε υδατική καταπόνηση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η παραλλακτικότητα των τιμών πιθανόν να είναι αποτέλεσμα δειγματοληψίας από φύλλα διαφορετικής ηλικίας, θέσης ή χρόνου έκθεσης σε υδατική καταπόνηση (O' Toole & Cruz, 1980).

Πίνακας 4.13. Οι αναμενόμενες τιμές του υδατικού δυναμικού (MPa) και τα αντίστοιχα ποσοστά των φύλλων (%) που δείχνουν σημάδια συστροφής. Οι τιμές προέρχονται και από τα δύο πειραματικά έτη.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	0	33	66	100
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-1,44	-1,64	-1,84	-2,05
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	-1,48	-1,66	-1,83	-2,01
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	-1,4	-1,55	-1,69	-1,84
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	-1,45	-1,64	-1,84	-2,04
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	-1,44	-1,62	-1,8	-1,98
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-1,23	-1,48	-1,73	-1,97
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	-1,21	-1,42	-1,64	-1,85
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	-1,34	-1,56	-1,77	-1,99
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	-1,25	-1,47	-1,69	-1,91
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	-1,24	-1,44	-1,63	-1,83

4.1.2.8 Ριζικό σύστημα

Το πρότυπο των στατιστικών μεταβολών του ριζικού συστήματος ανάμεσα στις μεταχειρίσεις άρδευσης δεν μεταβλήθηκε στις δύο περιόδους του πειράματος. Σε γενικές γραμμές η επιφάνεια του ριζικού συστήματος στο ανώτερο στρώμα του εδάφους μετατοπίστηκε προς μικρότερες τιμές με την αύξηση της έντασης της υδατικής καταπόνησης. Αντίστροφη πορεία ακολούθησαν οι τιμές της ριζικής επιφάνειας στα κατώτερα βάρη, ενώ δεν έλειψαν και οι περιπτώσεις όπου δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποτεμαχίων. Πιο συγκεκριμένα στη ζώνη της ρίζας έως τα 12,5 εκ. ο βιότυπος Χάσικο Κρήτης έδωσε σταθερά τις μικρότερες μεταβολές μεταξύ των επιπέδων

καταπόνησης και τα δύο έτη, ενώ δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχη συνέπεια των μέγιστων μεταβολών. Γενικότερα δεν στάθηκε δυνατή η περαιτέρω ταυτοποίηση πληθυσμών που να έχουν ανάλογα σταθερή συμπεριφορά, ακόμη και στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Για μία ακόμη φορά διαπιστώθηκε η ποικιλομορφία εντός των πληθυσμών η οποία στη προκειμένη περίπτωση την εξέφρασαν φαινοτυπικά με τη παραλλακτικότητα στις τιμές της ριζικής επιφάνειας. Αυτή η παραλλακτικότητα σε συνδυασμό με την διαχρονική ανομοιομορφία των υδατικών ελλειμμάτων ήταν ικανή να δώσει τέτοια ασταθή αποτελέσματα.

Η διττή ανταπόκριση των ριζών στα δύο βάθη είναι ένα φαινόμενο καλά τεκμηριωμένο από προγενέστερες μελέτες και σχετίζεται με τη προσαρμοστικότητα αλλά και την επίδραση της έλλειψης νερού στην αύξηση των ριζικών κυττάρων. Οι Adda *et al.* (2005) εξετάζοντας την επίδραση της έντασης της υδατικής καταπόνησης στο ριζικό σύστημα διαφόρων πληθυσμών και σειρών σκληρού σίτου διαπίστωσαν περιορισμό στην ανάπτυξη των ριζών για δύο λόγους:

- α) μείωση της επιμήκυνσης των κυττάρων που έχουν ήδη προέλθει από τη μεριστωματική ζώνη και ατελή διαφοροποίηση
- β) θάνατο των ακραίων μεριστωμάτων, ιδίως σε βαθύτερα στρώματα εδάφους.

Πάντως παρόλο που στη συγκεκριμένη μελέτη δεν φάνηκε αντίστοιχη με τα δεδομένα μας συμπεριφορά κάποιων χαρακτηριστικών της ρίζας στα μεγαλύτερα βάθη, οι συγγραφείς ανέφεραν άλλες σχετικές έρευνες (Benlaribi *et al.*, 1990, Ali *et al.*, 1999). Άλλωστε οι Huang και Gao (2000) μελετώντας φυσιολογικές δραστηριότητες της ρίζας διαφόρων ποικιλιών *Festuca arudinaceae* επιβεβαίωσαν παρόμοιες αντιδράσεις σχετίζοντας αυτές με ικανότητα προσαρμογής και καλύτερη απορρόφηση νερού. Η δυνατότητα επέκτασης του ριζικού συστήματος σε έντονα ξηρικές συνθήκες στα χαμηλότερα εδαφικά στρώματα είναι μία ένδειξη ικανότητας διατήρησης της σπαργής των φυτικών κυττάρων. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει δυνατότητα συνέχισης των διαδικασιών κυτταρικής ανάπτυξης αλλά και αυξημένη ωσμωρυθμιστική ικανότητα (Sharp & Davies, 1985, Ali *et al.*, 1999).

Από τις γραμμικές παλινδρομήσεις της παραμέτρου στο βάθος 0-12,5 εκ. με τον δείκτη υδατικού δυναμικού ξεχώρισε ο Αθέρας Κέρκυρας 186 ο οποίος φάνηκε να είναι ο λιγότερο επιρρεπής βιότυπος στις μεταβολές της υδατικής του κατάστασης. Είναι χαρακτηριστική η υψηλή δυνητική του ικανότητα στις επαρκώς αρδευόμενες συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων και των δύο ετών, και η ταυτόχρονη μικρή επιρρέπεια στην υδατική καταπόνηση. Λαμβάνοντας υπόψη τη μικρή τιμή b της δεύτερης περιόδου ο Αθέρας Κέρκυρας 186 συγκεντρώνει χαρακτηριστικά που θα τον τοποθετούσαν στη κατηγορία του ιδεότυπου με υψηλή προσαρμοστικότητα και υψηλή δυνητική ικανότητα, για τη δεδομένη παράμετρο (Karamanos & Paratheohari, 1999).

Οι ισχυρότερες επιδράσεις του δείκτη υδατικού δυναμικού στο ανώτερο ριζικό σύστημα τη δεύτερη χρονιά αποδίδονται στις υψηλότερες τιμές που λάβαμε, οπότε σύμφωνα με τη θεωρία των Laing και Fischer (1979) ήταν αναμενόμενη αυτή η αντίδραση. Οι διαφορές στις λαμβανόμενες τιμές του ριζικού συστήματος είναι δυνατόν να αποδοθούν σε γονοτυπικές διαφορές αλλά και στη διαφορετικότητα του χρόνου σποράς των δύο περιόδων (Winter & Musick, 1993).

Αντίστοιχα στο βάθος 12,5-25 εκ. όλοι οι βιότυποι ανταποκρίθηκαν στην επίδραση του υδατικού ελλείμματος με στατιστικά σημαντικό τρόπο. Η διαφορά με τις παλινδρομήσεις στην επιφανειακή ρίζα ήταν ότι η μείωση του W.P.I. επηρέασε τους βιότυπους να αναπτύξουν εκτεταμένο ριζικό σύστημα με αποτέλεσμα να λάβουμε αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης. Στη πλειοψηφία των βιότυπων διαπιστώθηκε μια ενιαία ανταπόκριση του ριζικού συστήματος υποδηλώνοντας ικανοποιητική απορροφητική ικανότητα σε ξηρές εδαφικές συνθήκες μέσω αύξησης της επιφάνειάς του. Ανάλογες μετρήσεις έχουν ληφθεί από τους Abbasi *et al.* (2003) οι οποίοι απέδωσαν αυτή τη συμπεριφορά στη μείωση του υπέργειου στελέχους εξαιτίας της υδατικής καταπόνησης.

Ο βαθμός ευαισθησίας του ριζικού συστήματος στην υδατική καταπόνηση, σε κάθε εξεταζόμενο βάθος εδάφους παρουσιάζεται στον πίνακα 4.14. Ο βιότυπος Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 ήταν σταθερά ο πιο ευαίσθητος στην υδατική καταπόνηση ως προς τη ριζική του

επιφάνεια και στα δύο βάθη, ενώ ανάλογη σταθερή ευαισθησία έδειξαν οι Γκρινιάς Ζακύνθου και Ζουλίτσα Αρκαδίας. Αντίθετα στους λιγότερο ευαίσθητους κατατάχθηκαν οι Ασπρόσταρο Χανίων, Γκρινιάς 148 και Αθέρας Κέρκυρας 184.

Μια πιο εποπτική εκτίμηση στα δεδομένα παρουσιάζεται στον πίνακα 4.15 όπου έχουν αθροιστεί οι μέσες τιμές της ριζικής επιφάνειας για όλα τα βάθη και πειραματικά έτη. Είναι φανερό ότι οι βιότυποι που βρέθηκαν στις υψηλότερες θέσεις του πίνακα είχαν μεγαλύτερη ικανότητα να απορροφούν νερό στα ανώτερα στρώματα του εδάφους.

Πίνακας 4.14. Φθίνουσα κατάταξη των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς τον βαθμό ευαισθησίας της πυκνότητας ριζικής τους επιφάνειας στην υδατική καταπόνηση εκφρασμένη από το δείκτη υδατικού δυναμικού. Το κριτήριο ήταν οι μέση τιμή των συντελεστών παλινδρόμησης των γραμμικών παλινδρομήσεων μεταξύ ριζικής επιφάνειας και δείκτη υδατικού δυναμικού.

ΒΑΘΜΟΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	0-12,5 εκ.	12,5-25 εκ.
υψηλός ↓ χαμηλός	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182
	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ΤΖΟΥΛΙΟ 138
	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184
	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137
	ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ

Πάντως από εκτίμηση μόνο της ριζικής επιφάνειας και ιδιαίτερα σε τόσο μικρό βάθος δεν εξάγονται πάντοτε ασφαλή συμπεράσματα δεδομένου ότι: α) τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ρίζας συμβάλλουν σε σημαντικό βαθμό στην ικανότητα άντλησης νερού από το έδαφος και μεταφοράς του στα ανώτερα όργανα (Steudle, 2000), και β) το σιτάρι χαρακτηρίζεται από πολύ βαθύτερο ριζικό σύστημα που μπορεί να φτάσει σε βάθος ως και δύο μέτρα (Καραμάνος, 1994).

Πίνακας 4.15. Οι μέσες τιμές της ριζικής επιφάνειας ανά μονάδα όγκου εδάφους ($\text{cm}^2 \text{ cm}^3$) για κάθε βιότυπο μαλακού σιταριού σε βάθος εδάφους 25 εκ. Οι βιότυποι ταξινομήθηκαν με φθίνουσα σειρά ενώ τιμές με το ίδιο γράμμα είναι στατιστικά μη σημαντικές.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	Επιφάνεια ριζικού συστήματος
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,097a
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	0,09b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,085c
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	0,082c
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	0,081c
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,0795cd
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,0795cd
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,0755d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,0755d
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,0525e

4.1.2.9 Ύψος φυτών

Ένα ακόμη μορφομετρικό χαρακτηριστικό με περισσή σημασία για την ανίχνευση ανθεκτικών στη ξηρασία γονότυπων είναι το τελικό ύψος των φυτών. Ως γενική παραδοχή το ύψος των υπό εξέταση βιότυπων κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα σχετικά με βελτιωμένες ποικιλίες επιβεβαιώνοντας δεδομένα προηγούμενης έρευνας (Παπασταύρου, 2004). Αυτή η διαφορά είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης των γονιδίων *Rht1* και *Rht2* που εδράζονται στα χρωμοσώματα 4B και 4D των χαμηλόσωμων βελτιωμένων ποικιλιών μειώνοντας την ευαισθησία στο γιββερελικό οξύ (GA) που ως γνωστόν είναι απαραίτητο για την επιμήκυνση του στελέχους (Flintham, 1997). Οι Pecetti και Annicchiarico (1998) διαπίστωσαν καθαρή στατιστική υπεροχή στο τελικό ύψος πληθυσμών σιταριού σε σχέση με γονότυπους που προήλθαν από διασταύρωση βελτιωμένου γενετικού υλικού.

Σχετικά με την αντίδραση των βιότυπων στις αρδευτικές μεταχειρίσεις ήταν φανερή η κλιμακούμενη ελάττωση του ύψους σε συνάρτηση με τη διαβάθμιση της εδαφικής υγρασίας. Αντίστοιχες αποκρίσεις είχαν οι βιότυποι σε προηγούμενη σχετική μελέτη (Παπασταύρου, Λίβανος, 2004), ενώ είναι καλά τεκμηριωμένη η επίδραση της ξηρασίας στη διαμόρφωση του τελικού ύψους των σιτηρών. Οπότε, οι Rizza *et al.*

(2004) διαπίστωσαν την αρνητική επίδραση της υδατικής έλλειψης στο ύψος φυτών κριθής σε μια προσπάθεια τους να εξεύρουν γονότυπους με προσαρμοστική ικανότητα στη ξηρασία. Επιπρόσθετα, οι Dencic *et al.* (2000) σε συγκριτική δοκιμασία ποικιλιών και πληθυσμών σιταριού προερχόμενων από την πρώην Γιουγκοσλαβία βρήκαν ότι οι δεύτεροι είναι λιγότερο ευαίσθητοι στη ξηρασία από τις ποικιλίες και απαιτείται μεγαλύτερη ένταση υδατικής καταπόνησης.

Μεταξύ των δύο ετών παρατηρήθηκε ποικιλομορφία στις τιμές του ύψους οδηγώντας σε σχετικά μεγάλο εύρος. Το φαινόμενο δεν είναι πρωτόγνωρο λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα άλλων εργασιών ταξινόμησης πληθυσμών σιταριού. Οι Poiarikona και Blum (1983) συστηματοποιώντας μια σειρά ειδών σιταριού προερχόμενων από το Ισραήλ (*Triticum durum*, *T. aestivum*, *T. compactum*) βρήκαν ευρύτητα τιμών στο ύψος που κυμάνθηκαν από 85 έως 130 εκ. (για το μαλακό σιτάρι). Αδημοσίευτα δεδομένα για τους υπό μελέτη πληθυσμούς αποδεικνύουν την μεγάλη διασπορά των τιμών του ύψους, ακόμη και στο ίδιο υποτεμάχιο. Βέβαια το γεγονός ότι τα μεγαλύτερα στελέχη παρατηρήθηκαν τη δεύτερη χρονιά συστηματικά, εισάγει τη πιθανότητα να επέδρασε και άλλος παράγων στη διαμόρφωση του ύψους. Αποκλείοντας τη σοβαρή επίδραση εναέριων κλιματικών παραγόντων (φως, θερμοκρασία), λόγω της μικρής απόκλισης μεταξύ των ετών, το πιο πιθανό είναι η ένταση της υδατικής καταπόνησης. Από τις τιμές του W.P.I. φάνηκε ότι τη δεύτερη χρονιά αναπτύχθηκαν μικρότερα υδατικά ελλείμματα με συνέπεια να ευνοηθούν οι κυτταρικές διαιρέσεις και η επιμήκυνση των κυττάρων (Boyer, 1968). Μία άλλη πιθανότητα σε κυτταρικό επίπεδο, είναι η παραγωγή φαινολικών συστατικών τα οποία παράγονται κατά τη διάρκεια της υδατικής καταπόνησης και επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη του βλαστού και των ριζών (Lyu & Blum, 1990, Blum *et al.*, 1991). Επιπλέον, η πρωιμότερη δεύτερη σπορά ίσως να έδωσε τη δυνατότητα στους βιότυπους να εκφράσουν φαινοτυπικά σε μεγαλύτερο βαθμό το δυνητικό γενετικό τους υπόβαθρο. Ουσιαστικά ο χρόνος σποράς παρέτεινε τη βλαστητική φάση, η διάρκεια της οποίας αποτελεί από μόνη της ταξινομικό χαρακτηριστικό για τους πληθυσμούς (Poiarikona &

Blum, 1983, Pecceti *et al.*, 1994). Τέλος, δεν αποκλείεται να έπαιξε κάποιο ρόλο και η πυκνότητα σε ορισμένα κύρια τεμάχια τη πρώτη χρονιά, όπου ήταν λίγο αραιότερα λόγω μικρότερης βλαστικότητας. Ως γνωστόν πυκνότερες φυτείες συνεπάγονται και υψηλότερα φυτά λόγω ανταγωνισμού. Πάντως αυτός ο παράγοντας δεν φάνηκε ικανός να δημιουργήσει αποκλειστικά τη παρατηρούμενη ποικιλομορφία μεταξύ των πειραμάτων εξαιτίας της μικρής έκτασης του φαινομένου.

Εξετάζοντας τη συνολική συμπεριφορά των πληθυσμών μαλακού σιταριού στις δύο πειραματικές περιόδους καταρτίστηκε ο πίνακας 4.16 όπου παρουσιάζεται η φθίνουσα κατάταξη αυτών ως προς το ύψος. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του πίνακα είναι η σταδιακή διαβάθμιση των τιμών του ύψους η οποία δεν επέτρεψε την εμφάνιση εντυπωσιακών στατιστικών διαφορών.

Πίνακας 4.16. Οι μέσες τιμές του ύψους (cm) για κάθε βιότυπο μαλακού σιταριού, από όλες τις μεταχειρίσεις άρδευσης, λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο περιόδους. Οι βιότυποι ταξινομήθηκαν με φθίνουσα σειρά ενώ τιμές με το ίδιο γράμμα είναι στατιστικά μη σημαντικές.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΥΨΟΣ (εκ)
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	139,49a
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	138,87a
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	138,38a
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	136,415ab
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	135,83ab
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	135,825ab
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	133,08b
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	128,16c
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	125,405cd
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	122,245d

Οι γραμμικές παλινδρομήσεις με τον δείκτη υδατικού δυναμικού είναι ενδεικτικές της συμπεριφοράς των βιότυπων στην υδατική καταπόνηση. Οπότε, με βάση τη τιμή b των δύο ετών καταρτίστηκε ο πίνακας 4.17 όπου παρουσιάζεται ο βαθμός ευαισθησίας των πληθυσμών σε φθίνουσα σειρά. Ο βιότυπος Χάσικο Κρήτης έδωσε την υψηλότερη τιμή b και τα δύο έτη, ως αποτέλεσμα της υψηλής δυνητικής

ικανότητας και μικρής προσαρμοστικότητας ενώ οι Γκρινιάς 148 και Αθέρας Κέρκυρας 186 είχαν τις χαμηλότερες τιμές. Σημειώνεται ότι λόγω της ανυπαρξίας στατιστικών διαφορών μεταξύ των συντελεστών παλινδρόμησης και στις δύο πειραματικές περιόδους, η κατάταξη του πίνακα 4.17 δεν ήταν δυνατό να περιλαμβάνει στατιστικές διαφορές.

Πίνακας 4.17. Φθίνουσα κατάταξη των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία του ύψους τους στην υδατική καταπόνηση εκφρασμένη με το δείκτη υδατικού δυναμικού. Το κριτήριο ήταν οι μέση τιμή των συντελεστών παλινδρόμησης των γραμμικών παλινδρομήσεων μεταξύ ύψους και δείκτη υδατικού δυναμικού.

ΒΑΘΜΟΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ
υψηλός  χαμηλός	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182 ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137 ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184 ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186 ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148

4.2 Συνιστώσες της απόδοσης και υδατική καταπόνηση

4.2.1 Απόδοση σε βιομάζα

Η διαβάθμιση της εδαφικής υγρασίας προκάλεσε αντίστοιχη πτωτική κλιμάκωση των τιμών της απόδοσης σε βιομάζα, ενώ δεν έλειψαν οι περιπτώσεις όπου οι στατιστικές διαφορές ήταν ασήμαντες (Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 και Ασπρόσταρο Χανίων το πρώτο έτος). Επιπλέον τονίζεται η συμπεριφορά του βιότυπου Ασπρόσταρο Χανίων ο οποίος και τις δύο περιόδους παρουσιάστηκε να δίνει τις μικρότερες μεταβολές ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης. Η αντίδραση των βιότυπων στον σταδιακό περιορισμό του νερού έχει εντοπιστεί και σε αντίστοιχες έρευνες με την υδατική καταπόνηση να μειώνει την βιολογική απόδοση του σιταριού. Σε συγκριτικά πειράματα παλαιών και νέων ημιάνων ποικιλιών φάνηκε ότι για δεδομένο επίπεδο έλλειψης νερού οι πρώτες μείωσαν σε σημαντικά μικρότερο βαθμό την συνολική τους βιομάζα, οπότε είναι δικαιολογημένη η απουσία ενδιαμέσων στατιστικών αποκλίσεων (Blum, 2005).

Ανιχνεύοντας τη βάση της ανάπτυξης της υπέργειας βιομάζας φαίνεται ότι η υδατική καταπόνηση επέδρασε στις δύο βασικές διαδικασίες σχηματισμού της: την φωτοσυνθετική επιφάνεια και τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα (Moragues *et al.*, 2006b). Οι προαναφερόμενοι παράγοντες καθρεπτίζουν στη πράξη διάφορες παραμέτρους αύξησης και ανάπτυξης της φυτείας. Οπότε, η φυλλική επιφάνεια (LAI), ο αριθμός των φύλλων, ο αριθμός των δευτερευόντων στελεχών και το ύψος είναι χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τελικά το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών. Σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές ο γρήγορος σχηματισμός ικανοποιητικού αριθμού φύλλων και αδελφιών αποτελεί το κλειδί για την επίτευξη καλών αποδόσεων σε ξηρικές συνθήκες (Cooper *et al.*, 1987, Siddique *et al.*, 1990, Van Oosterom & Acevedo, 1992a, b, Lopez Castaneda & Richards, 1994).

Οι πολλαπλές παλινδρομήσεις της απόδοσης σε βιομάζα με το ύψος και τον αριθμό των γόνιμων δευτερευόντων στελεχών φώτισαν ορισμένα βασικά σημεία (πίνακας 4.18):

Πίνακας 4.18. Οι πολλαπλές παλινδρομήσεις μεταξύ απόδοσης σε βιομάζα (εξαρτημένη μεταβλητή)-ύψους και αριθμού γόνιμων δευτερευόντων στελεχών (ανεξάρτητες μεταβλητές) για τα δύο πειραματικά έτη. Όπου r_1 , r_2 οι συντελεστές μερικής συσχέτισης του ύψους και αριθμού γόνιμων δευτερευόντων στελεχών αντίστοιχα. Τα *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 5, 1 και 0,1% αντίστοιχα, ενώ ns=not significant.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	1ο έτος		2ο έτος	
	r_1	r_2	r_1	r_2
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	**	ns	ns	*)
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ns	ns	ns	ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ns	ns	ns	*
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ns	ns	*	ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ns	ns	ns	ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ns	ns	ns	ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ns	ns	**	**
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	ns	ns	ns	ns
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ns	ns	*	**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	*	ns	**	ns

- Στις περισσότερες περιπτώσεις βιότυπων δεν φάνηκε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της απόδοσης σε βιομάζα με το ύψος και τον αριθμό των παραγωγικών δευτερευόντων στελεχών.
- Οι βιότυποι Αθέρας Κέρκυρας 137 (πρώτη περίοδος), Ασπρόσταρο Χανίων (δεύτερη περίοδος) και Χάσικο Κρήτης (πρώτη και δεύτερη περίοδος) έδωσαν στατιστικά σημαντικούς συντελεστές μερικής συσχέτισης του ύψους.
- Οι Αθέρας Κέρκυρας 137 και 186, κατά το δεύτερο έτος, εμφάνισαν στατιστικά σημαντικούς συντελεστές μερικής συσχέτισης του αριθμού γόνιμων αδελφιών.
- Το δεύτερο έτος, η απόδοση σε βιομάζα των βιότυπων Ζουλίτσα Αρκαδίας και Τζούλιο 138 επηρεάστηκε σημαντικά τόσο από το ύψος όσο και από τον αριθμό των γόνιμων αδελφιών.

Παρά το γεγονός ότι οι παραπάνω παλινδρομήσεις κρύβουν αδυναμίες λόγω παράλειψης και άλλων καθοριστικών για τη διαμόρφωση της βιομάζας παραμέτρων (ανάπτυξη φυλλώματος, συνολικός αριθμός αδελφιών), αποδίδεται σε ορισμένο βαθμό η συνδυασμένη επίδραση των δύο.

Στις συγκρίσεις της παραγωγής βιομάζας μεταξύ των πληθυσμών έγιναν ευδιάκριτα δύο γεγονότα:

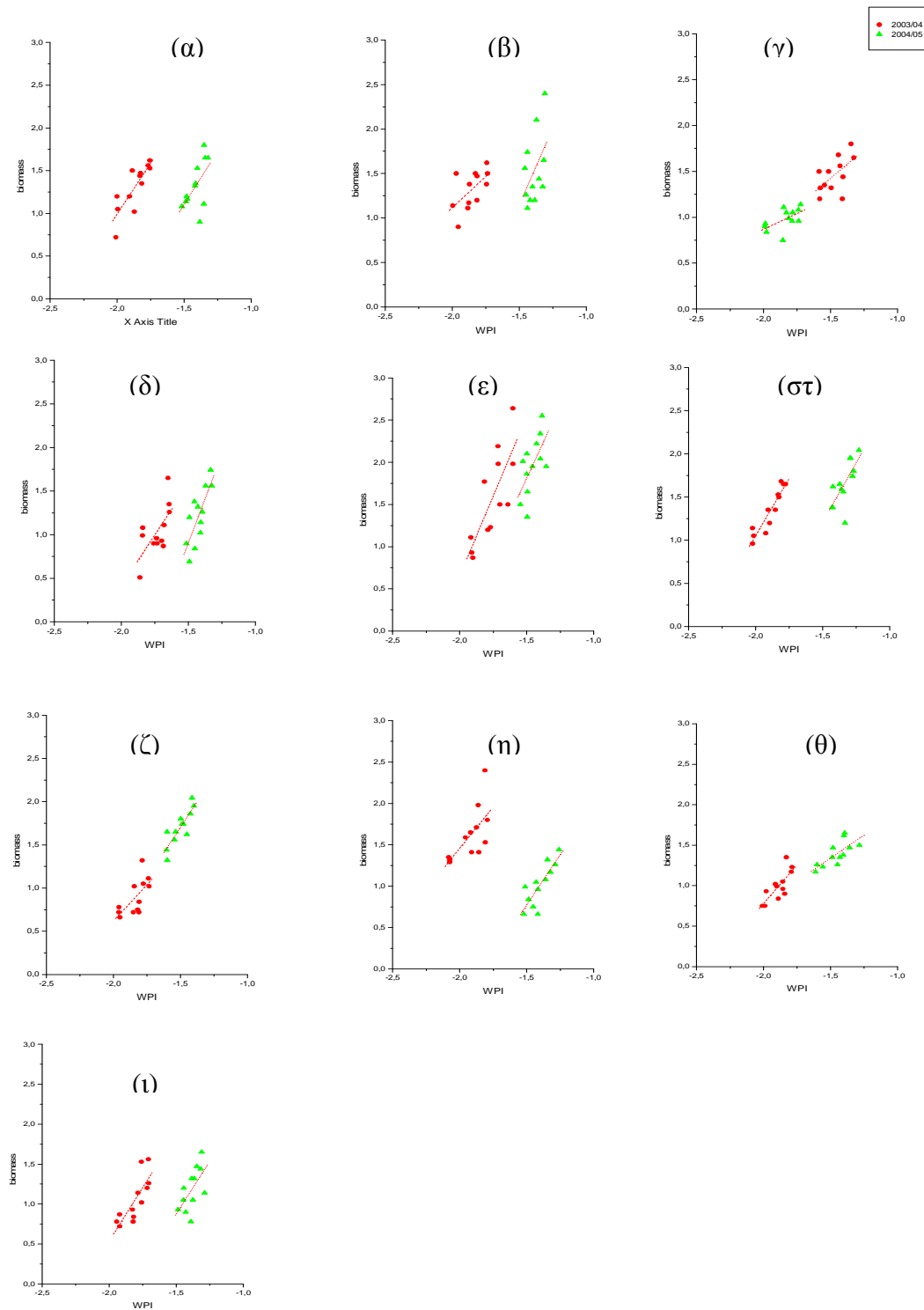
α) ο Αθέρας Κέρκυρας 137 επέδειξε τη πλέον σταθερή συμπεριφορά διαχρονικά δίνοντας την υψηλότερη απόδοση από όλους τους υπόλοιπους πληθυσμούς, εξαιρώντας τη πρώτη χρονιά στα επίπεδα καταπόνησης 3 και 4. Αντίθετα την επόμενη περίοδο η πρωτιά του βιότυπου διατηρήθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η πιο προβλέψιμη αντίδραση ήταν της πρώτης περιόδου εφόσον είναι γνωστό ότι υψηλές αποδόσεις σε ευνοϊκά περιβάλλοντα συνήθως οδηγούν σε δραματικές μειώσεις στα ξηρικά (Laing & Fischer, 1979, Karamanos & Paratheohari, 1999). Η διατήρηση στη κορυφή της ιεραρχίας της δεύτερης χρονιάς οφείλεται στις γενικά αυξημένες αποδόσεις, κάτι που είναι φανερό και από την αντιπαράθεση των γενικών μέσων τιμών των δύο πειραμάτων (πίνακες 3.27 α και β, 3.28 α και β).

β) στην αντίπερα όχθη βρέθηκαν οι Τζούλιο 138 και Ζουλίτσα Αρκαδίας που παρουσίασαν δύο διαφορετικά πρόσωπα έκαστος, ανά χρονιά. Ο μεν πρώτος παρήγαγε εντονότερα τη δεύτερη περίοδο σε σχέση με την πρώτη, ο δε δεύτερος ουσιαστικά δεν μετέβαλε τη παραγωγή βιομάζας. Όσον αφορά τον Ζουλίτσα Αρκαδίας φαίνεται μια σταθεροποιητική τάση η οποία όμως δεν αντανάκλαται απαραίτητα και σε προσαρμοστικότητα στη ξηρασία, δεδομένων των υψηλών συντελεστών συσχέτισης της γραμμικής παλινδρόμησης με τον δείκτη υδατικού δυναμικού. Ο Τζούλιο 138 ακολούθησε την αυξητική πορεία των περισσότερων βιότυπων του δεύτερου έτους σε υπέρμετρο βαθμό. Μία σοβαρή ένδειξη για την υπερπαραγωγή είναι η μειωμένη συνολική υδατική καταπόνηση που υπέστησαν οι πληθυσμοί το δεύτερο έτος, υπογραμμίζοντας ότι ο Τζούλιο 138 βρέθηκε στη τελευταία θέση του πίνακα κατάταξης του W.P.I. Με την ίδια άποψη συγκλίνουν τα γραφόμενα των Abayomi και Wright (1999) οι οποίοι τόνισαν τη σημασία του χρόνου εκδήλωσης της υδατικής έλλειψης. Οπότε τα κρίσιμα στάδια για την απόδοση σε βιομάζα δεν θεωρούνται τα αρχικά αλλά το τέλος της βλαστητικής περιόδου και το γέμισμα των καρπών.

Επιπλέον, στο διάγραμμα 4.2 απεικονίζονται οι γραμμικές παλινδρομήσεις της απόδοσης σε βιομάζα και του δείκτη υδατικού δυναμικού τις δύο καλλιεργητικές περιόδους, για κάθε βιότυπο. Όπως γίνεται αντιληπτό, η εποχιακή επίδραση ήταν αρκετά ισχυρή ώστε να επηρεάσει τη διαμόρφωση των τιμών αποκοπής και των συντελεστών παλινδρόμησης. Αυτό σημαίνει ότι, εκτός από την υδατική καταπόνηση, άλλοι παράγοντες επηρέασαν αρνητικά τη σχέση μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού και απόδοσης βιομάζας. Οπότε, οι συγκρίσεις ανάμεσα στους πληθυσμούς για την ευαισθησία τους στην ξηρασία πρέπει να πραγματοποιηθούν ξεχωριστά για κάθε περίοδο.

Οι παρατηρούμενες τιμές απόδοσης σε βιομάζα έχουν διαπιστωθεί και σε άλλα πειράματα ελεγχόμενης άρδευσης με στόχο την επιλογή σειρών μαλακού σιταριού προσαρμοσμένων στη ξηρασία (Kirigwi *et al.*, 2004), ενώ η εντός των πληθυσμών παραλλακτικότητα είναι δυνατόν να αποδοθεί στους εξής παράγοντες (Moragues *et al.*, 2006b):

- Στη πυκνότητα της φυτείας που στη περίπτωση μας είχε τις μικρότερες δυνατές αποκλίσεις.
- Σε διαφορές στον ρυθμό θνησιμότητας των σπορόφυτων και των αδελφιών που με τη σειρά τους επηρεάζονται από τη πυκνότητα της φυτείας λόγω ανταγωνιστικών φαινομένων για φυσικούς εναέριους και εδαφικούς πόρους.
- Στο γενετικό δυναμικό των βιότυπων το οποίο υπαγορεύεται σε μεγάλο βαθμό από τη γεωγραφική προέλευση τους.
- Στο ρυθμό ανάπτυξης των ριζών και την ικανότητα τους για καλύτερη εκμετάλλευση του νερού σε βαθύτερα στρώματα εδάφους (Richards, *et al.*, 2002).



Διάγραμμα 4.2. Οι γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ WPI και απόδοσης σε καρπό στις δύο καλλιεργητικές περιόδους για τους δέκα πληθυσμούς μαλακού σιταριού. α:Αθήρας 186, β:Σκυλοπειρα Πτολ.182, γ:Ασπρόσταρο X., δ: Χάσικο Κρήτης., ε:Αθήρας 137, στ:Γκρινιάς 148, ζ:Τζούλιο 138, η: Ζουλιτσα Αρκ, θ: Αθήρας 184., ι: Γκρινιάς Ζακ.

- Στους διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος των φυτών μεταξύ καλαμώματος και άνθησης.

Από τα παραπάνω, εξετάζοντας το γενετικό δυναμικό μέσω της τιμής αποκοπής που προέκυψε από τις γραμμικές παλινδρομήσεις W.P.I. και απόδοσης σε βιομάζα κατέστησαν προφανείς οι στατιστικές διαφορές ανάμεσα στους πληθυσμούς. Γενικά οι βιότυποι φάνηκαν να είναι επιρρεπείς στην υδατική καταπόνηση δίνοντας υψηλούς συντελεστές συσχέτισης, ενώ ακολουθήθηκε το πρότυπο της μεγάλης πτώσης της απόδοσης στους έχοντες υψηλή δυνητική απόδοση. Λιγότερο ευαίσθητος εμφανίστηκε ο Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182 ο οποίος το πρώτο έτος έδωσε οριακά στατιστικά σημαντικό r ως συνέπεια του σχετικά χαμηλού δυναμικού απόδοσης που ήταν μάλλον υπεύθυνο για το χαμηλό b (υψηλή προσαρμοστική ικανότητα). Το δεύτερο έτος ο συγκεκριμένος βιότυπος εμφάνισε στατιστικά ασήμαντο r χωρίς να εντοπίζονται παρόμοια χαρακτηριστικά της πρώτης περιόδου. Τα αίτια μπορούν να εδράζονται στην ένταση της υδατικής καταπόνησης που δεν φάνηκε ικανή να επηρεάσει την παραγωγικότητα του βιότυπου.

Στον πίνακα 4.19 παρουσιάζεται η φθίνουσα κατάταξη των πληθυσμών και η ομαδοποίηση αυτών ως προς την ευαισθησία της απόδοσης σε βιομάζα, σε σχέση με την υδατική καταπόνηση. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης και οι στατιστικές διαφορές ανάμεσα στους συντελεστές παλινδρόμησης που προήλθαν από τις γραμμικές παλινδρομήσεις των δύο χαρακτηριστικών, τα δύο καλλιεργητικά έτη.

Ο πιθανός ρόλος της ωσμωτικής προσαρμογής στη σταθερότητα της απόδοσης των καλλιεργειών έχει διερευνηθεί από πλήθος ερευνητών, ενώ η μέθοδος προσέγγισης εμφανίζει ποικιλομορφία στις εν λόγω μελέτες (πίνακας 4.20). Μία τεχνική με ικανοποιητικά αποτελέσματα είναι η συσχέτιση με το ωσμωτικό δυναμικό σε πλήρη σπαργή και αρχόμενη πλασμόλυση αναλογιζόμενοι ότι υπάρχει πολύ καλή συσχέτιση της ωσμωρύθμισης με το $\psi_{s,m}$ και το $\psi_{s,o}$ (Moinuddin *et al.*, 2005).

Πίνακας 4.19. Η φθίνουσα κατάταξη και ομαδοποίηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία της απόδοσης βιομάζας στην υδατική καταπόνηση. Οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με τις τιμές και τη σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων του WPI και της απόδοσης σε βιομάζα. Μέσα σε κάθε κελί οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα τη τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τις ομάδες βιότυπων με στατιστικές διαφορές στους συντελεστές παλινδρόμησης.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	2003-2004	2004-2005
+, p<0,05	ΑΘΕΡΑΣ 137	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΑΘΕΡΑΣ 137
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
	ΑΘΕΡΑΣ 186	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΑΘΕΡΑΣ 186
	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
	ΑΘΕΡΑΣ 184	ΤΖΟΥΛΙΟ 138
ns	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ
	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182	ΑΘΕΡΑΣ 184
-, p<0,05	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	
		ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182

Για καλύτερη προσαρμογή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ωσμωτικού δυναμικού όπου αντικατοπτρίζεται η γενική ωσμωρυθμιστική ικανότητα των βιότυπων και συσχετίστηκε με την απόδοση βιομάζας σε όλες τις μεταχειρίσεις άρδευσης (πίνακας 4.21). Με βάση τους συντελεστές συσχέτισης οι πληθυσμοί έδειξαν ότι στη πλειοψηφία τους η απόδοση σε βιομάζα έχει στενή θετική εξάρτηση με την ωσμωτική προσαρμογή. Βέβαια δεν έλειψαν οι περιπτώσεις όπου δεν παρατηρήθηκε στατιστική σχέση ανάμεσα στις δύο παραμέτρους, ενώ υπογραμμίζεται ο αρνητικός συντελεστής συσχέτισης του Ζουλίτσα Αρκαδίας.

Πίνακας 4.20. Μελέτες όπου γίνεται αναφορά για τη σχέση ωσμορύθμισης και απόδοσης σε καρπό ή βιομάζα υπό συνθήκες υδατικής έλλειψης (προσαρμογή από *Blum, 2005*).

Καλλιέργεια	Βιβλιογραφική αναφορά
Σιτάρι	Fischer & Wood (1979)
Σιτάρι	Johnson <i>et al.</i> (1984)
Σιτάρι	Morgan <i>et al.</i> (1986)
Σιτάρι	Morgan & Condon (1986)
Σιτάρι	Blum & Pnuel (1990)
Σιτάρι	Ali <i>et al.</i> (1999)
Σιτάρι	Blum <i>et al.</i> (1999)
Σιτάρι	Morgan (2000)
Βαμβάκι	Saranga <i>et al.</i> (2001)
Σόργο	Tangpremsri <i>et al.</i> (1995)
Σόργο	Santamaria <i>et al.</i> (1990)
Ηλιανθος	Chimenti <i>et al.</i> (2002)
Κριθάρι	Gonzalez <i>et al.</i> (1999)
Κριθάρι	Teulat <i>et al.</i> (1997)

Τα δεδομένα συμφωνούν σε εκτεταμένο βαθμό με προηγούμενες μελέτες οι οποίες υποδείκνυαν τη συμβολή της ωσμορύθμισης στη φυτική παραγωγή υπό προϋποθέσεις (Moinnedin *et al.*, 2005, Blum *et al.*, 1999). Τυχόν απουσία ουσιαστικής σχέσης της ωσμοτικής προσαρμογής με τη παραγωγή σε βιομάζα πιθανόν να υποδηλώνει διαδικασίες οι οποίες να ξεπερνούν τη σημασία του φαινομένου, όπως για παράδειγμα η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος που εξυπηρετεί την εξαγωγή νερού από βαθύτερα εδάφη (Blum *et al.*, 1999).

4.2.2 Απόδοση σε καρπό και οι συνιστώσες της

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο εισαγωγικό κεφάλαιο η αξιολόγηση της ανθεκτικότητας των καλλιεργειών στη ξηρασία, στη συντριπτική πλειοψηφία των μελετών έχει πραγματοποιηθεί με βάση την απόδοση σε καρπό. Άλλωστε η επιλογή ποικιλιών που θα εισαχθούν σ' ένα βελτιωτικό πρόγραμμα κατά κύριο λόγο επιτυγχάνεται με κριτήριο την απόδοση σε καρπό στους διάφορους βαθμούς υδατικής επάρκειας (Garcia del Moral *et al.*, 2003). Συνεπώς έχει καθοριστική σημασία ο προσδιορισμός της

απόδοσης για καλλιέργειες προοριζόμενες προς παραγωγή καρπού και η συνεκτίμηση όλων των φυσιολογικών ή άλλων παραμέτρων που οδήγησαν στο τελικό αποτέλεσμα.

Πίνακας 4.21. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ δείκτη ωσμωτικού δυναμικού σε πλήρη (ψ_{sm}) ή μηδενική σπαργή (ψ_{so}) και απόδοσης σε βιομάζα των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού για τα δύο πειραματικά έτη. Τα *,**,*** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 5,1 και 0,1% αντίστοιχα, ενώ ns=not significant.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	1ο έτος	2ο έτος
	ψ_{sm}/ψ_{so}	ψ_{sm}/ψ_{so}
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	0,73***/0,71***	0,81***/0,84***
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,46ns/0,55*	0,74***/0,76*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,67***/0,74***	0,64***/ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,8***/0,56*	ns/0,62**
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,57*/ns	ns/ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,7***/ns	ns/0,72***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΟΣ 182	ns/ns	ns/ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,64***/0,77***	0,53*/0,53*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ns/0,66**	0,8***/0,89***
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,66***/ns	ns/ns

Η έκφραση της απόδοσης σε καρπό του σίτου είναι τα συνδυασμένα αποτελέσματα, του αριθμού καρπών ανά στάχυ, του μέσου βάρους καρπών, του αριθμού των σταχυδίων ανά σταχύδιο και του αριθμού στάξεων ανά τετραγωνικό μέτρο (Garcia del Moral *et al.*, 2003). Όπως είναι φανερό στη παρούσα μελέτη παρατηρήθηκαν τα τρία πρώτα συστατικά, ενώ ελήφθησαν μετρήσεις στις μεταβολές του αριθμού των γόνιμων αδελφιών εφόσον είναι διαπιστωμένη η σχέση τους με την τελική απόδοση (Καραμάνος, 1994).

Η απόδοση σε καρπό ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης εμφάνισε δύο βασικές τάσεις και μία εξαίρεση:

- πληθυσμούς που μείωσαν την απόδοση τους όσο αυξανόταν η υδατική καταπόνηση (όλοι οι πληθυσμοί το πρώτο έτος, πλην του Αθέρα Κέρκυρας 137 και το δεύτερο έτος οι Τζούλιο 138, Χάσικο Κρήτης, Ασπρόσταρο Χανίων, Γκρινιάς 148, Ζουλίτσα Αρκαδίας, Γκρινιάς Ζακύνθου, Αθέρας Κέρκυρας 184).

- πληθυσμούς που διατήρησαν σταθερή την απόδοση στο εύρος των μεταχειρίσεων (το δεύτερο έτος οι βιότυποι Αθέρα Κέρκυρας 137, 186 και Σκυλόπειρα Πτολεμαΐδας 182).
- τον Αθέρα Κέρκυρας 137 το πρώτο έτος που απέδωσε στατιστικά καλύτερα στα ξηρότερα υποτεμάχια.

Οι σταθεροί βιότυποι εντοπίστηκαν κυρίως στην δεύτερη περίοδο (σε αυτούς συμπεριλαμβανόταν ο Αθέρας Κέρκυρας 137) και χαρακτηρίστηκαν από την ασθενή τάση να δίνουν υψηλότερες αποδόσεις με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας. Οι συντελεστές συσχέτισης που προέκυψαν από τις γραμμικές παλινδρομήσεις με τον δείκτη υδατικού δυναμικού επιβεβαίωσαν αυτή τη τάση.

Ο περιορισμός της απόδοσης με τη μείωση της διαθεσιμότητας του εδαφικού νερού αποτελεί τη χαρακτηριστικότερη αντίδραση των καλλιεργειών συμπεριλαμβανομένου και του σιταριού. Ενδεικτικά, σχετικές αναφορές γίνονται στις μελέτες των Brisson & Casals (2005) και Fischer & Maurer, (1978) όπου αναλύονται τα αίτια της μεταβολής της απόδοσης σε διαφορετικές μεταχειρίσεις. Επειδή η διαμόρφωση της απόδοσης σε καρπό στα σιτηρά είναι ένα φαινόμενο που οφείλεται σε σύνθετες διαδικασίες και πλειάδα παραγόντων τα αίτια της καταπονητικής επίδρασης είναι αντίστοιχα πολλά.

Σε κάθε περίπτωση, ουσιαστικό ρόλο διαδραματίζει η ένταση της υδατικής καταπόνησης και το στάδιο ανάπτυξης που εφαρμόζεται αυτή. Ο Καραμάνος (1994) προσδιόρισε τρία κρίσιμα στάδια για την απόδοση των σιτηρών: το καλάμωμα μέχρι την έναρξη διόγκωσης του κολεού του τελευταίου φύλλου, την άνθηση και το γέμισμα των καρπών τονίζοντας ότι τη μεγαλύτερη συμβολή στη τελική μείωση έχει η περίοδος πριν το ξεστάχυσμα. Επιπλέον αναφέρεται η παροδική σημασία του αδελφώματος στη διαμόρφωση της τελικής απόδοσης λόγω της γρήγορης αποκατάστασης του ρυθμού παραγωγής όταν τα φυτά εφοδιαστούν με νερό.

Η παρατηρούμενη σταθερότητα της απόδοσης ανάμεσα στις μεταχειρίσεις άρδευσης δεν είναι ένα φαινόμενο πρωτόγνωρο για τους πληθυσμούς. Οι Heinrich *et al.* (1983) απέδωσαν σε τέσσερις

μηχανισμούς τη σταθεροποιητική ικανότητα των γονότυπων σε δεδομένο εύρος περιβαλλόντων:

- α) στη γενετική ετερογένεια
- β) στην πολύπλοκη συμβολή των συστατικών της απόδοσης
- γ) στην ανεκτικότητα στις καταπονήσεις
- δ) στην ικανότητα γρήγορης αποκατάστασης μετά την έξοδο από την κατάσταση καταπόνησης.

Σ' ότι αφορά τη παραλλακτικότητα των τιμών εντός των βιότυπων στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης, δεν φάνηκε κάποια αξιοσημείωτη συνεπής συμπεριφορά. Ιδιαίτερος διαχρονικά, η εικόνα της ιεράρχησης των πληθυσμών ήταν αρκετά θολή μη επιτρέποντας την εξαγωγή συμπερασμάτων. Παρόμοια κατάσταση αντιμετώπισαν οι Tesemma *et al.* (1998) βρίσκοντας έντονη παραλλακτικότητα στην απόδοση πληθυσμών που αντικατοπτρίστηκε σε διαφορετική κατάταξη τους σε διαφορετικές τοποθεσίες. Οι ερευνητές απέδωσαν αυτή την αστάθεια στην ύπαρξη αλληλεπίδρασης γονότυπων \times περιβάλλον συμφωνώντας με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Περισσότερες αναφορές για τις αλληλεπιδράσεις και τη σημασία τους γίνεται στην επόμενη παράγραφο.

Η ικανότητα προσαρμογής των βιότυπων στη ξηρασία κατέστη πιο φανερή με τη βοήθεια των γραμμικών παλινδρομήσεων με τον δείκτη υδατικού δυναμικού. Όπως και στην περίπτωση των γραμμικών παλινδρομήσεων του δείκτη υδατικού δυναμικού με την απόδοση σε βιομάζα, η εποχιακή επίδραση ήταν πολύ ισχυρή, υποδηλώνοντας την επίδραση και άλλων παραγόντων στη διαμόρφωση των παραμέτρων των παλινδρομήσεων μεταξύ WPI και απόδοσης σε καρπό. Αυτή ακριβώς η συμπεριφορά υπαγόρευσε τη ξεχωριστή μελέτη των γραμμικών παλινδρομήσεων ανά χρονιά (διάγραμμα 4.3), ενώ η ομαδοποίηση και ταξινόμηση των πληθυσμών ανάλογα με την ευαισθησία της απόδοσης σε καρπό παρουσιάζεται στον πίνακα 4.22. Ο πιο ευαίσθητος βιότυπος ήταν ο Γκρινιάς Ζακύνθου και στις δύο περιόδους, ο Αθέρας Κέρκυρας 137 ήταν ο μοναδικός βιότυπος που έδωσε αρνητική σημαντική συσχέτιση της απόδοσης σε καρπό με τον δείκτη υδατικού δυναμικού, το πρώτο

έτος, ενώ την επόμενη περίοδο οι Σκυλόπειτρα Πτολεμαΐδας 182, Αθήρας Κέρκυρας 137 και 186 ήταν οι πιο σταθεροί βιότυποι.

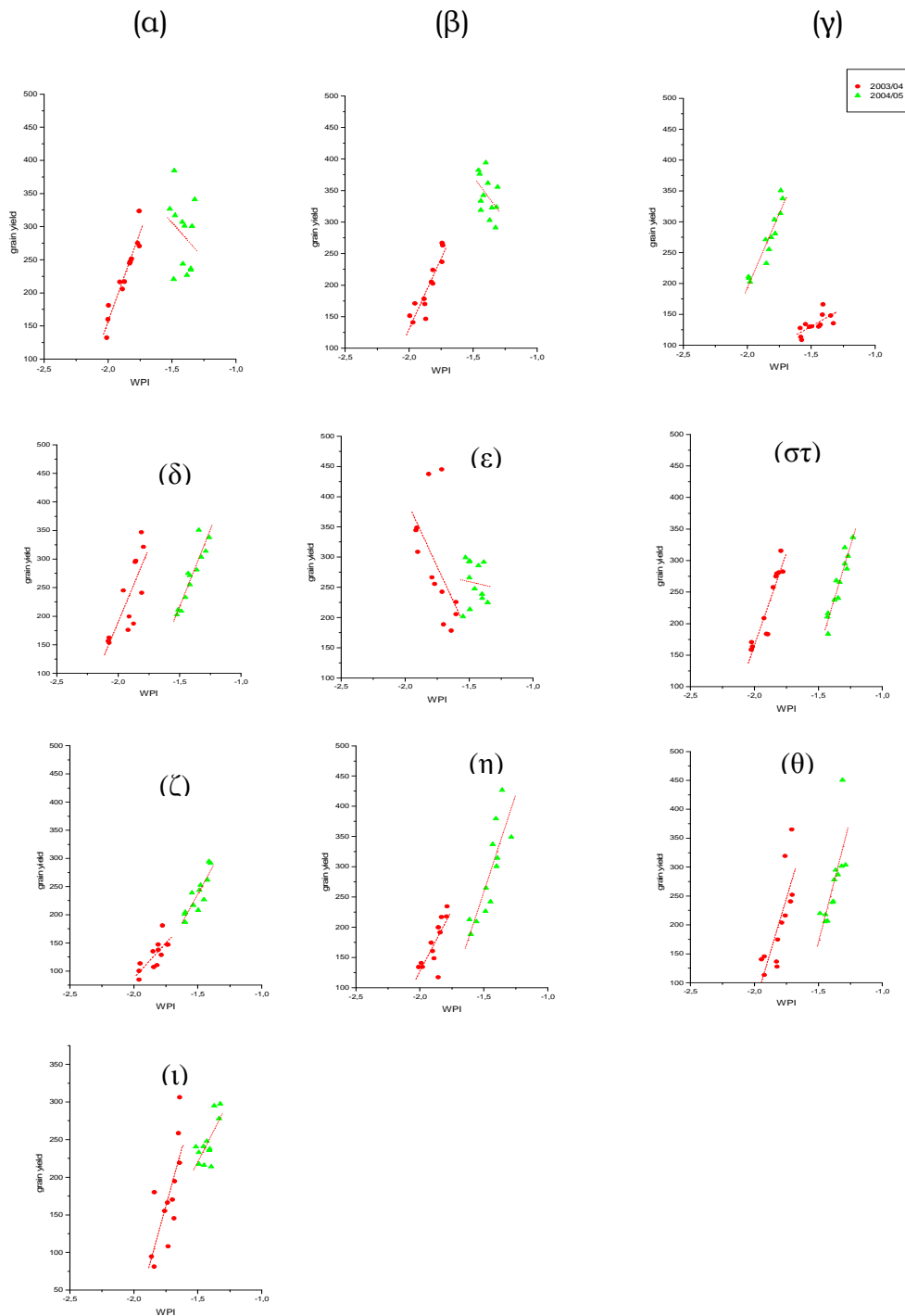
Μια επιπλέον ανάλυση της ευαισθησίας απόδοσης σε καρπό είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μέσω των αντιδράσεων των συστατικών απόδοσης στις διάφορες μεταχειρίσεις άρδευσης. Οπότε, όσον αφορά τον αριθμό καρπών ανά στάχυ, στον πίνακα 4.23 δίνεται η συνοπτική εικόνα του βαθμού ευαισθησίας κάθε βιότυπου. Οι βιότυποι Ασπρόσταρο Χανίων, Αθήρας Κέρκυρας 186 και 184 ήταν οι λιγότερο επιρρεπείς στις μεταβολές της υδατικής κατάστασης τους, ενώ οι Χάσικο Κρήτης, Γκρινιάς Ζακύνθου και Σκυλόπειτρα Πτολεμαΐδας 182 παρουσιάστηκαν ως πιο ευαίσθητοι. Ομοίως καταρτίστηκαν οι πίνακες 4.24, 4.25 οι οποίοι δείχνουν την ευαισθησία των βιότυπων στην υδατική καταπόνηση ως προς το μέσο βάρος καρπών και τον αριθμό παραγωγικών στελεχών ανά φυτό, αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις η τάση ήταν σταθεροποιητική, εκτός από τους Χάσικο Κρήτης και Αθήρα Κερκύρας 137 οι οποίοι έδειξαν υψηλή ευαισθησία στην υδατική καταπόνηση.

Ενισχυτικά των προηγουμένως διατυπωθέντων συμπερασμάτων πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ της απόδοσης σε καρπό και των συστατικών της ώστε να φανεί η τυχόν συμβολή του κάθε παράγοντα στη παραγωγικότητα των βιότυπων (πίνακας 4.26). Με βάση τους συντελεστές μερικής συσχέτισης προέκυψαν οι εξής διαπιστώσεις:

- α) ο αριθμός γόνιμων αδελφιών δεν επηρέασε τη διαμόρφωση της απόδοσης σε καμία περίπτωση
- β) ο αριθμός καρπών ανά στάχυ ήταν η συνιστώσα που επηρέασε στατιστικά σημαντικά την απόδοση των περισσότερων βιότυπων (Γκρινιάς Ζακύνθου, το πρώτο και δεύτερο έτος, Γκρινιάς 148 και Τζούλιο 138 το πρώτο έτος, Ζουλίτσα Αρκαδίας και Χάσικο Κρήτης το δεύτερο έτος)
- γ) οι βιότυποι Αθήρας Κέρκυρας 184 και 186, Ασπρόσταρο Χανίων και Σκυλόπειτρα Πτολεμαΐδας 182 έδωσαν, και στα δύο έτη, στατιστικά ασήμαντους συντελεστές μερικής συσχέτισης
- δ) οι Αθήρας Κέρκυρας 137 και Χάσικο Κρήτης, το πρώτο έτος, έδειξαν σημαντική εξάρτηση της απόδοσης σε καρπό από το μέσο βάρος καρπών

ε) το δεύτερο έτος, η απόδοση σε καρπό του Γκρινιά 148 ήταν αποτέλεσμα της επίδρασης τόσο του αριθμού καρπών ανά στάχυ, όσο και του μέσου βάρους καρπών.

Οι διαφορές στο τρόπο με τον οποίο διαμορφώθηκε η απόδοση αποδίδονται στο στάδιο ανάπτυξης που επέδρασε η υδατική έλλειψη, αλλά και στην έντασή της (Salter & Goode, 1967, Blum, 2005). Η πολύ στενή σχέση μεταξύ απόδοσης και αριθμού καρπών ανά στάχυ έχει τεκμηριωθεί από τους Simane *et al.* (1993), ενώ οι Sphirel και Blum (1986, 1991) πρότειναν τη δεύτερη παράμετρο ως σπουδαίο κριτήριο για την επιλογή γονότυπων αφού θεωρείται ως το πιο ευαίσθητο χαρακτηριστικό στη ξηρασία. Οι βιότυποι που έδειξαν σημαντικό r στις εν λόγω συσχετίσεις για τον αριθμό καρπών ανά στάχυ, είναι πιθανό να επηρεάστηκαν τη περίοδο μεταξύ διπλής πλευράς και άνθησης (Sphirel & Blum, 1986, 1991). Ανάλογα, οι πληθυσμοί με σημαντική συσχέτιση απόδοσης-μέσου βάρους καρπών επηρεάστηκαν περισσότερο από τη ξηρασία, τη περίοδο του γεμίσματος των καρπών (Sofield *et al.*, 1974). Η απουσία σημαντικής εξάρτησης στο πίνακα 4.26 ίσως να οφείλεται στην έλλειψη επιπλέον δεδομένων για άλλα στοιχεία απόδοσης ή/και στο επίπεδο υδατικής καταπόνησης που υπεβλήθησαν οι βιότυποι (Dencic *et al.*, 2000). Πάντως ειδικότερα για το μέσο βάρος των καρπών είναι δεδομένη η σταθερότητα του χαρακτηριστικού στη μεταβολή της εδαφικής υγρασίας, εφόσον τη περίοδο του γεμίσματος σημαντικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία (Καραμάνος, 1994). Οι Almeida *et al.* (2003) διαπίστωσαν τη μη συμβολή των γόνιμων αδελφιών στην απόδοση σε καρπό σε ποικιλίες βρώμης, σε αντίθεση με τους Annicchiarico και Peccei (1995) οι οποίοι ανέφεραν τη θετική σχέση απόδοσης και παραγωγής γόνιμων αδελφιών σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού.



Διάγραμμα 4.3. Οι γραμμικές παλινδρομήσεις μεταξύ WPI και απόδοσης σε καρπό στις δύο καλλιεργητικές περιόδους για τους δέκα πληθυσμούς μαλακού σιταριού. α:Αθήρας 186, β:Σκυλοπειρα Πτολ.182, γ:Ασπρόσταρο X., δ: Ζουλιτσα Αρκ., ε:Αθήρας 137, στ:Γκρινιάς 148, ζ:Τζούλιο 138, η:Αθήρας 184, θ:Γκρινιάς Ζακ., ι:Χάσικο Κρήτης

Πίνακας 4.22. Η φθίνουσα κατάταξη και ομαδοποίηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία της απόδοσης σε καρπό στην υδατική καταπόνηση. Οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με την ένδειξη και τη σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων του WPI με την απόδοση σε καρπό. Μέσα σε κάθε κελί οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα τη τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τις ομάδες βιότυπων με στατιστικές διαφορές στους συντελεστές παλινδρόμησης.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	2003-2004	2004-2005
,+, p<0,05	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΑΘΕΡΑΣ 186 ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182 ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΑΘΕΡΑΣ 184	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 ΑΘΕΡΑΣ 184 ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
	ns	ΑΘΕΡΑΣ 137 ΑΘΕΡΑΣ 186 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182
,-, p<0,05	ΑΘΕΡΑΣ 137	

Η υπεροχή στην απόδοση με τη μείωση στη διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού για τον Αθήρα Κέρκυρας 137, αλλά και η ισχυρή αντίστοιχη τάση των πληθυσμών Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182 και Αθήρα Κέρκυρας 186, παρατηρήθηκε και σε προηγούμενη μελέτη μαζί με άλλους βιότυπους μαλακού και σκληρού σιταριού (Παπασταύρου, Λίβανος, 2004). Η διερεύνηση των αιτιών για την ασυνήθιστη συμπεριφορά των πληθυσμών εστιάστηκε στην ανάπτυξη του αναπαραγωγικού μεριστώματος. Άλλες έρευνες (Βαχαμίδης, 2006) έδειξαν ότι οι βιότυποι που έδειξαν αύξηση της απόδοσης σε έντονη υδατική καταπόνηση είτε απέβαλαν τα άνθη τους σε μικρότερο βαθμό, είτε έδωσαν υψηλότερο βαθμό αναπλήρωσης των ανθέων. Γενικότερα αυτή η συμπεριφορά αποδόθηκε στην επικράτηση βιότυπων περισσότερο

προσαρμοσμένων στη ξηρασία, οι οποίοι επηρεάστηκαν αρνητικά σε επαρκέστερο εφοδιασμό με νερό.

Πίνακας 4.23. Η φθίνουσα κατάταξη και ομαδοποίηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία του αριθμού καρπών ανά στάχυ στην υδατική καταπόνηση. Οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με την ένδειξη και τη σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων του WPI με τον αριθμό καρπών ανά στάχυ. Μέσα σε κάθε κελί οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα τη τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τις ομάδες βιότυπων με στατιστικές διαφορές στους συντελεστές παλινδρόμησης.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	2003-2004	2004-2005
+, p<0,05	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ
	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΑΘΕΡΑΣ 137
	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182
	ΤΖΟΥΛΙΟ 138	ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
		ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
		ΤΖΟΥΛΙΟ 138
ns	ΑΘΕΡΑΣ 186	ΑΘΕΡΑΣ 186
	ΑΘΕΡΑΣ 184	ΑΘΕΡΑΣ 184
	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ
	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	
	ΑΘΕΡΑΣ 137	
-, p<0,05		

Από τις παλινδρομήσεις του πίνακα 4.26 η απρόσμενα υψηλή απόδοση του Αθέρα Κέρκυρας 137 κατά το πρώτο έτος, στα ξηρικά υποτεμάχια φάνηκε ότι οφείλεται στο αυξημένο μέσο βάρος των καρπών. Τέτοιας μορφής αντιδράσεις συνήθως υπονοούν μεγαλύτερη μετακίνηση φωτοσυνθετικών προϊόντων από τις πηγές στα κέντρα κατανάλωσης εξαιτίας επιτάχυνσης της διαδικασίας της γήρανσης (Yang & Zhang, 2005). Οι μηχανισμοί που διέπουν τη παραπάνω αντίδραση των μονοκαρπικών φυτών είναι υπό διερεύνηση με πιθανές κυριότερες αιτίες την ενζυμική και ορμονική δράση.

Πίνακας 4.24. Η φθίνουσα κατάταξη και ομαδοποίηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία του μέσου βάρους καρπών στην υδατική καταπόνηση. Οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με την ένδειξη και τη σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων του WPI με το μέσο βάρος καρπών. Μέσα σε κάθε κελί οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα τη τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τις ομάδες βιότυπων με στατιστικές διαφορές στους συντελεστές παλινδρόμησης.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	2003-2004	2004-2005
+, p<0,05	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΑΘΕΡΑΣ 137 ----- ΑΘΕΡΑΣ 186 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182	ΑΘΕΡΑΣ 137 ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148
ns	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΑΘΕΡΑΣ 184 ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΑΘΕΡΑΣ 184 ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΑΘΕΡΑΣ 186 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182
-, p<0,05		

Πίνακας 4.25. Η φθίνουσα κατάταξη και ομαδοποίηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία του αριθμού γόνιμων αδελφιών ανά φυτό στην υδατική καταπόνηση. Οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με την ένδειξη και τη σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων του WPI με τον αριθμό γόνιμων αδελφιών ανά φυτό. Μέσα σε κάθε κελί οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα τη τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τις ομάδες βιότυπων με στατιστικές διαφορές στους συντελεστές παλινδρόμησης.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	2003-2004	2004-2005
+, p<0,05	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΑΘΕΡΑΣ 137 ----- ΑΘΕΡΑΣ 186 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182	ΑΘΕΡΑΣ 137 ----- ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ----- ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 -----
ns	ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΑΘΕΡΑΣ 184 ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΑΘΕΡΑΣ 184 ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΨΑΝΙΩΝ ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΑΘΕΡΑΣ 186 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182
-, p<0,05		

Πίνακας 4.26. Οι συντελεστές μερικής συσχέτισης που προέκυψαν από την πολλαπλή παλινδρόμηση μεταξύ απόδοσης με τον αριθμό καρπών ανά στάχυ (r_1), το μέσο βάρος καρπών (r_2), και τον αριθμό γονίμων αδελφιών (r_3), για τα δύο πειραματικά έτη, στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης. Τα *, **, *** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 5, 1 και 0, 1% αντίστοιχα, ενώ ns=not significant.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	1ο έτος			2ο έτος		
	r_1	r_2	r_3	r_1	r_2	r_3
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	ns	**	ns	ns	ns	ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	***	ns	ns	**	**	ns
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	**	ns	ns	**	ns	ns
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ns	ns	ns	**	ns	ns
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 182	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	***	ns	ns	ns	ns	ns
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ns	*	ns	**	ns	ns

Στη περίπτωση του Αθέρα Κέρκυρας 137 συνηγόρησε η χαμηλότερης έντασης υδατική καταπόνηση, σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς, ενώ υπενθυμίζεται η θεαματική αύξηση του ρυθμού γήρανσης των φύλλων του στο επίπεδο καταπόνησης 4. Απώτερο αποτέλεσμα ήταν η επίτευξη αύξησης του ρυθμού γεμίσματος των καρπών, φαινόμενο που αποδείχθηκε από αδημοσίευτα δεδομένα παρατηρήσεων του ρυθμού ανάπτυξης στα τέσσερα επίπεδα καταπόνησης.

Η απόδοση σε καρπό εκτός από τις πιθανές σχέσεις με τα συστατικά της έχει αποτελέσει το βασικότερο χαρακτηριστικό συσχετισμού με διάφορες φυσιολογικές ή μορφολογικές παραμέτρους (El Jaafari, 2000). Η πιο συχνή παράμετρος που θεωρείται βασικό εργαλείο εντοπισμού ανθεκτικών στη ξηρασία φυτών είναι το ωσμωτικό δυναμικό αφού μέσω της ωσμωρύθμισης επιτρέπεται η ευχερέστερη λειτουργία των φυσιολογικών διεργασιών σε χαμηλά υδατικά δυναμικά.

Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ δείκτη ωσμωτικού δυναμικού και απόδοσης σε καρπό κατά βάση ήταν στατιστικά σημαντικοί, εκτός από τη

περίπτωση του Σκυλόπειτρα Πτολεμαΐδας 182 κατά το πρώτο έτος (πίνακας 4.27). Επιπλέον τα ζεύγη σημείων που προέκυψαν από όλους τους βιότυπους και σε όλες τις μεταχειρίσεις παρήγαγαν τη καμπύλη γραμμή του διαγράμματος 4.5. Από τη συνολική θεώρηση των δεδομένων είναι δυνατόν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- μεταξύ απόδοσης των βιότυπων και ωσμωρύθμισης υπήρξε στενή σχέση τη πρώτη πειραματική περίοδο, επιβεβαιώνοντας πρότερες επιστημονικές απόψεις περί τούτου (Blum *et al.*, 1999)
- οι ευεργετικές επιπτώσεις της ωσμωτικής προσαρμογής στην απόδοση παρατηρούνται όταν τα φυτά εκτεθούν σε συνθήκες εδαφικής ξηρασίας (Morgan, 1995, Blum *et al.*, 1999). Η απουσία σημαντικής σχέσης του δείκτη ωσμωτικού δυναμικού και της απόδοσης κατά το δεύτερο πειραματικό έτος απέδειξε ότι η ωσμωρύθμιση δεν παίζει κάποιο ουσιαστικό ρόλο στη διαμόρφωση της απόδοσης, αν δεν υφίσταται ένα δεδομένο επίπεδο υδατικού ελλείμματος στα φυτά. Θετικά επέδρασε η σταδιακή διαβάθμιση της υγρασίας στα υποτεμάχια επιτρέποντας να δημιουργηθεί μια σαφέστερη εικόνα για τη συνεισφορά της ωσμωρύθμισης (Turner & Jones, 1980).

Η έλλειψη σημαντικής σχέσης για τον Σκυλόπειτρα Πτολεμαΐδας 182 δεν σημαίνει απαραίτητα και μικρή ωσμωρυθμιστική ικανότητα, αλλά πιθανόν κάποιος άλλος μηχανισμός να ξεπέρασε την επίδρασή της στην απόδοση σε καρπό (Blum *et al.*, 1999). Τέλος, τα αρνητικά πρόσημα του πίνακα 4.27 είναι κυρίως αποτέλεσμα της τάσης για αυξημένες αποδόσεις στα ξηρικά υποτεμάχια, ενώ για τον Ζουλίτσα Αρκαδίας (πρώτο έτος) οφείλεται στις μικρότερες τιμές του O.P.I. με την αύξηση της εδαφικής υγρασίας. Και στις δύο περιπτώσεις η ωσμωρύθμιση συμβάλει προς τη κατεύθυνση αύξησης των αποδόσεων, σε βαθμό υψηλότερο από τον γενικώς παρατηρούμενο, για λόγους που μάλλον σχετίζονται με το επίπεδο υδατικής καταπόνησης που εκτέθηκαν.

Πίνακας 4.27. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ δείκτη ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή και σε αρχόμενη πλασμόλυση με την απόδοση σε καρπό των δέκα βιότυπων μαλακού σιταριού για τα δύο πειραματικά έτη. Τα *,**,*** συμβολίζουν σημαντικότητα σε επίπεδο 5,1 και 0,1% αντίστοιχα, ενώ ns=not significant.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	1 ^ο έτος	2 ^ο έτος
	Ψ_{sm}/Ψ_{so}	Ψ_{sm}/Ψ_{so}
ΓΖΟΥΛΙΟ 138	0,61**/0,74***	ns/0,65**
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	0,64**/0,58**	ns/0,56*
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 184	0,72**/0,77***	ns/0,6**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	0,86***/0,74***	ns/0,91***
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	-0,73***/ns	ns/0,67**
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	0,68**/0,51*	ns/0,73***
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ 182	ns/ns	ns/ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 186	0,87***/0,92***	ns/ns
ΑΘΕΡΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ 137	-0,67**/-0,6**	ns/ns
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	0,71***/0,73***	ns/0,61**

4.2.3 Συντελεστής συγκομιδής

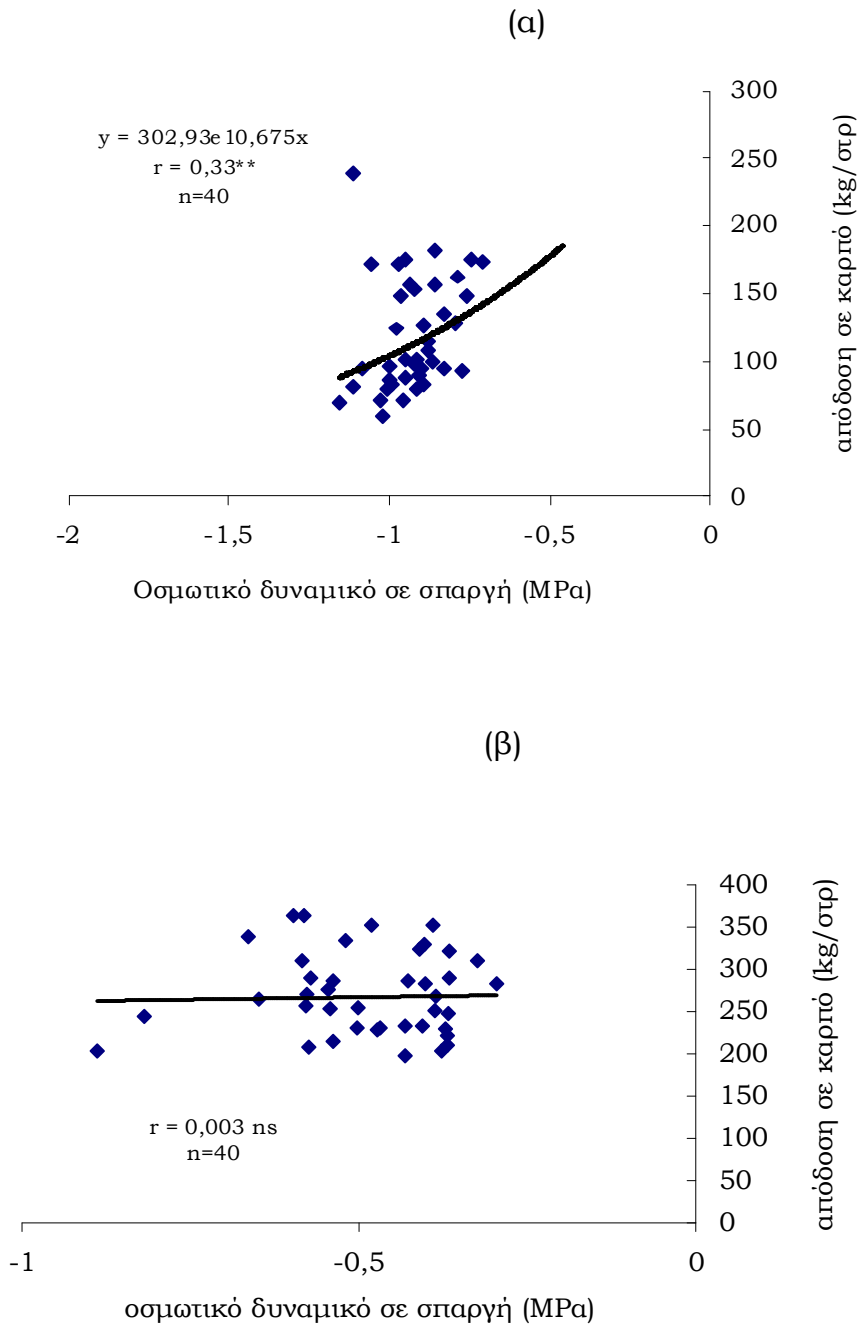
Ένας έμμεσος δείκτης αποδοτικότητας των φυτών είναι ο συντελεστής συγκομιδής που ορίζεται ως το κλάσμα της καλλιέργειας που είναι οικονομικά επιθυμητό (Boyer, 1996). Με άλλα λόγια ο συντελεστής συγκομιδής καθορίζει το ποσοστό των φωτοσυνθετικών προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν για τη παραγωγή καρπού και για το λόγο αυτό έχει σημασία στη προσπάθεια εκτίμησης της ανθεκτικότητας στη ξηρασία. Ο Liu (1997) σχέσηισε τον συντελεστή συγκομιδής με την ικανότητα χρήσης νερού (W.U.E.) ως παράμετρο επιλογής για βελτίωση του δεύτερου.

Ο συντελεστής συγκομιδής σε γενικές γραμμές παρέμεινε ανεπηρέαστος από την υδατική καταπόνηση επισφραγίζοντας αντίστοιχα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών (Παπασταύρου, 2004, Κυζεριδής, 1992). Η σταθερότητα των τιμών του συντελεστή συγκομιδής στο εύρος των μεταχειρίσεων καθρεπτίζει την ικανότητα της καλλιέργειας σιταριού να αντιδρά στη καταπόνηση αυξάνοντας τη μεταφορά φωτοσυνθετικών προϊόντων προς το καρπό (Bidinger *et al.*, 1977). Παρά ταύτα παρουσιάστηκαν περιπτώσεις βιότυπων που ξέφυγαν από τη γενική συμπεριφορά δίνοντας είτε αυξημένους συντελεστές με την αύξηση της

εδαφικής ξηρασίας, είτε το αντίστροφο. Η διαταραχή του συντελεστή συγκομιδής σε διαφορετικές μεταχειρίσεις άρδευσης επίσης έχει σχέση με τα αποθέματα μεταβολιτών στα στελέχη και τους κολεούς και το χρόνο γεμίσματος των καρπών (Palta *et al.*, 1994). Ο χρόνος εφαρμογής και η ένταση της καταπόνησης πολλές φορές καθορίζει τη πορεία που θα ακολουθήσουν οι τιμές του συντελεστή συγκομιδής. Οι Giunta *et al.* (1993) διαπίστωσαν μείωση της παραμέτρου μόνο σε υψηλής έντασης καταπόνηση, ενώ η αύξηση του συντελεστή συγκομιδής στη ξηρασία έχει πιστοποιηθεί από τους Brisson και Casals (2005) οι οποίοι τόνισαν τη συνεισφορά των συσσωρευμένων, μετά την άνθηση, φωτοσυνθετικών προϊόντων στη συνολική απορροφητική ικανότητα των φυτών.

Εκτός από την περιβαλλοντική επίδραση που υπόκειται, ο συντελεστής συγκομιδής είναι ένα γενετικά ελεγχόμενο χαρακτηριστικό (Κυζεριδής, 1992). Οι εντός των βιότυπων στατιστικές αποκλίσεις διαφοροποιήθηκαν ανάμεσα στα πειραματικά έτη εξαιτίας των διαφορετικών επιπέδων υδατικής καταπόνησης που παρατηρήθηκαν. Την πρώτη καλλιεργητική περίοδο (χαμηλότερες τιμές υδατικού δυναμικού) οι τιμές του συντελεστή συγκομιδής ήταν πιο ανεβασμένες συγκριτικά με τη δεύτερη για λόγους που συζητήθηκαν στη προηγούμενη παράγραφο. Αυτή η κατάσταση συμπίεσε το εύρος των διαφορών μεταξύ των βιότυπων υπονοώντας τάση για σταθεροποίηση του συντελεστή συγκομιδής και προσαρμοστική ικανότητα. Επιπρόσθετα, υπογραμμίζονται οι χαμηλές τιμές του συντελεστή σε σχέση με τις συνήθειες των βελτιωμένων ποικιλιών.

Η κυριότερες αιτίες εντοπίζονται στην πραγματικά μεγάλη διαφορά του τελικού ύψους ανάμεσα στις ποικιλίες και τους πληθυσμούς αλλά και στη διαφορετική παραγωγική ικανότητα σε καρπό (Κυζεριδής, 1992, Kirigwi *et al.*, 2004). Αντίστοιχα με τις αποδόσεις σε καρπό και βιομάζα, διεξήχθη ξεχωριστή ανάλυση για κάθε περίοδο των παλινδρομήσεων, μεταξύ δείκτη υδατικού δυναμικού και συντελεστή συγκομιδής. Οπότε οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν ως προς την ευαισθησία τους στην υδατική καταπόνηση χρησιμοποιώντας τα ίδια κριτήρια ταξινόμησης με τις αποδόσεις σε καρπό και βιομάζα (πίνακας 4.28).



Διάγραμμα 4.6. Η σχέση του ωσμωτικού δυναμικού σε σπαργή με την απόδοση σε καρπό όλων των βιότυπων μαλακού σιταριού κατά το πρώτο (α) και δεύτερο (β) πειραματικό έτος. Τα σημεία προέρχονται και από τα τέσσερα επίπεδα υδατικής καταπόνησης, ενώ οι γραμμές τάσης αντιπροσωπεύουν τη καλύτερη προσαρμογή των σημείων. Με ** συμβολίζεται η σημαντικότητα σε επίπεδο 1%, ενώ ns=not significant.

Πίνακας 4.28. Η φθίνουσα κατάταξη και ομαδοποίηση των βιότυπων μαλακού σιταριού ως προς την ευαισθησία του συντελεστή συγκομιδής στην υδατική καταπόνηση. Οι βιότυποι ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με την ένδειξη και τη σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης των γραμμικών παλινδρομήσεων του WPI και του συντελεστή συγκομιδής. Μέσα σε κάθε κελί οι βιότυποι κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά, ανάλογα τη τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης. Οι διακεκομμένες γραμμές διαχωρίζουν τις ομάδες βιότυπων με στατιστικές διαφορές στους συντελεστές παλινδρόμησης.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	2003-2004	2004-2005
+, p<0,05	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΑΘΕΡΑΣ 184
ns	ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ.182 ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 ΑΘΕΡΑΣ 186 ΑΘΕΡΑΣ 184 ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚ. ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148 ΤΖΟΥΛΙΟ 138 ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ ΑΘΕΡΑΣ 137
'-, p<0,05	ΑΘΕΡΑΣ 137	ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ ΑΘΕΡΑΣ 186 ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ. 182

4.3 Σταθερότητα της απόδοσης και μηχανισμοί ανθεκτικότητας στη ξηρασία

Η σχέση της σταθερότητας της απόδοσης με τις παραμέτρους ανθεκτικότητας στη ξηρασία που μελετήθηκαν, θα βοηθήσουν στην κατανόηση των πιθανών μηχανισμών που εμπλέκονται στη συμπεριφορά κάθε βιότυπου στη ξηρασία. Οι Karamanos (1984) και Turner (1986) προσπάθησαν να εκτιμήσουν τους μηχανισμούς προσαρμογής στη ξηρασία μέσω της επίδρασης αυτής στην παραγωγική διαδικασία. Από τους μηχανισμούς οι οποίοι εμπλέκονται στη διαφυγή ή αποφυγή από τη ξηρασία, η διατήρηση της απορρόφησης νερού, η ωσμωτική προσαρμογή και αύξηση της ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων θεωρούνται χαμηλού μεταβολικού κόστους διότι δεν επιδρούν στη φωτοσύνθεση,

στην ανάπτυξη και την απόδοση. Αντίθετα, η μείωση των απωλειών νερού μέσω της γήρανσης, της πτώσης των φύλλων και/ή του κλεισίματος των στοματιών θεωρούνται "δαπανηροί" μηχανισμοί κατανάλωσης ξηρής μάζας και μείωσης της συσσώρευσης μεταβολιτών φωτοσύνθεσης.

Στον πίνακα 4.29 συνοψίζεται η ένταση της έκφρασης των μηχανισμών ανθεκτικότητας στη ξηρασία που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη για κάθε βιότυπο. Ως ένταση ορίστηκε ο αριθμός κατάταξης των βιότυπων για κάθε μία από τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, εκτός από την ελαστικότητα, εξαιτίας της διφορούμενης σημασίας των μεταβολών της. Για την κατάρτιση του πίνακα 4.29 λήφθηκαν υπόψη δεδομένα προηγούμενης μελέτης (Παπασταύρου, 2004), που διεξήχθη στον ίδιο πειραματικό αγρό και υπό το ίδιο πειραματικό πρωτόκολλο. Η μέση απόδοση από τις τρεις χρονιές επίσης συμπεριλήφθηκε εφόσον είναι γνωστό ότι η σταθερότητα της απόδοσης σχετίζεται με υψηλά δυναμικά απόδοσης (Fischer & Maurer, 1978).

Κατά κανόνα, δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ υψηλών αποδόσεων και σταθερότητας απόδοσης όπως καθορίζεται από τον δείκτη υδατικού δυναμικού. Οι πιο αποδοτικοί πληθυσμοί έδειξαν είτε ενδιαμέση, είτε υψηλή ευαισθησία στην υδατική καταπόνηση. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της μελέτης έρχονται σε αντίθεση με τα ευρήματα των Fischer & Maurer (1978), ενώ πιο κοντά είναι εκείνα των Hurd (1968) και Clarke *et al.* (1981) που έδειξαν ισχυρή σχέση της υψηλής απόδοσης και της σταθερότητας της υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Αντίθετα, χαμηλής αποδοτικότητας πληθυσμοί, όπως Τζούλιο 138 και Ασπρόσταρο Χανίων εμφανίστηκαν λιγότερο ευαίσθητοι στην υδατική καταπόνηση (δηλ. υψηλής προσαρμοστικότητας).

Όπως προαναφέρθηκε, η ωσμωρύθμιση σχετίζεται με υψηλές αποδόσεις οι οποίες με τη σειρά τους συνδέονται με την ανάπτυξη πυκνού ριζικού συστήματος. Επιπλέον, η ωσμωρύθμιση διατηρεί το φωτοσυνθετικό ρυθμό σε ικανοποιητικά επίπεδα κατά την υδατική καταπόνηση, μέσω της διατήρησης των ανοικτών στοματιών (Turner *et al.*, 1978, Jones and Rawson, 1979, Ludlow *et al.*, 1985), προωθεί την φυλλική ανάπτυξη και επιμήκυνση (Morgan, 1983, Hsiao *et al.*, 1984),

και προάγει τη συστροφή των φύλλων σε χαμηλά υδατικά δυναμικά (Wright *et al.*, 1983). Από τα δεδομένα του πίνακα 4.29, υψηλής έντασης ωσμωτική προσαρμογή συνδέεται με μεγαλύτερη ριζική επιφάνεια στο επίπεδο 0-25 εκ. για τους πληθυσμούς Τζούλιο 138, Ασπρόσταρο Χανίων, ενώ με μικρότερη ριζική επιφάνεια οι Χάσιμο Κρήτης και Αθέρας Κέρκυρας 184. Η έλλειψη πληροφόρησης για βαθύτερα επίπεδα εδάφους καθιστά οποιοδήποτε συμπέρασμα σχετικό με το ριζικό σύστημα επισφαλές.

Πίνακας 4.29. Επισκόπηση της έντασης της έκφρασης διαφόρων μηχανισμών ανθεκτικότητας στη ξηρασία που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία, εκφραζόμενη με βαθμολογία (από 1 έως 10· 1 έως 4 για την στοματική ευαισθησία), για κάθε βιότυπο και χαρακτηριστικό. Τα αποτελέσματα προήλθαν από δεδομένα τριών ετών (2002-03, 2003-04, 2004-05), ενώ παρουσιάζεται και η μέση απόδοση των τριών ετών του επιπέδου καταπόνησης 1 συνοδευόμενη από βαθμολογία κατάταξης. Οι πληθυσμοί ταξινομήθηκαν σε φθίνουσα σειρά σε σχέση με την ευαισθησία της απόδοσης σε καρπό στην υδατική καταπόνηση.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	ΠΡΩΙΜΟΤΗΤΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ	ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ	ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ	ΨΥΧΗ ΦΥΛΛΩΝ	ΣΥΣΤΡΟΦΗ ΦΥΛΛΩΝ	ΡΥΘΜΟΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ ΦΥΛΛΩΝ	ΡΙΖΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΚΑΡΠΟ (t/ha)	ΚΑΤΑΤΑΞΗ
ΓΚΡΙΝΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	5	9	5	1	4	5	10	7	2,74	2
ΧΑΣΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ	3	6	1	4	2	4	1	9	2,52	5
ΑΘΕΡΑΣ 184	2	3	3	3	7	1	4	10	2,58	4
ΖΟΥΛΙΤΣΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	8	2	10	1	3	5	8	2	2,77	1
ΓΚΡΙΝΙΑΣ 148	7	10	6	3	9	8	7	8	2,38	8
ΣΚΥΛΟΠΕΤΡΑ ΠΤΟΛ. 182	1	4	9	3	1	2	6	6	2,72	3
ΑΘΕΡΑΣ 186	6	7	8	4	5	2	4	3	2,46	6
ΑΘΕΡΑΣ 137	9	8	7	2	6	10	2	5	2,39	7
ΤΖΟΥΛΙΟ 138	4	1	1	1	10	9	3	1	2,2	9
ΑΣΠΡΟΣΤΑΡΟ ΧΑΝΙΩΝ	10	5	4	4	8	7	9	4	2,04	10

Αντιφατικά αποτελέσματα έδωσαν και οι συσχετίσεις της ωσμωρύθμισης με την αντίσταση των στοματιών των πληθυσμών μαλακού σιταριού. Υψηλή τάση προς ωσμωρύθμιση σχετίζεται είτε με υψηλή (Τζούλιο 138), είτε με χαμηλή ευαισθησία του στοματικού μηχανισμού στην υδατική καταπόνηση (Χάσικο Κρήτης, Αθέρας Κέρκυρας 184, Ασπρόσταρο Χανίων). Επιπρόσθετα, η ωσμωτική προσαρμογή σχετίζεται: α) είτε με έντονη συστροφή ελάσματος (Χάσικο Κρήτης, Αθέρας Κέρκυρας 184), είτε με πιο ήπια (Τζούλιο 138, Ασπρόσταρο Χανίων), β) είτε με προώθηση της γήρανσης των φύλλων (Χάσικο Κρήτης, Αθέρας Κέρκυρας 184, Τζούλιο 138), είτε με καθυστέρηση στο μηχανισμό γήρανσης (Ασπρόσταρο Χανίων).

Από τον πίνακα 4.29 φαίνεται ότι οι βιότυποι που έδωσαν τις χαμηλότερες αποδόσεις έδειξαν μεγαλύτερη τάση για ωσμωτική προσαρμογή (Τζούλιο 138, Ασπρόσταρο Χανίων) και αντίστροφα (Ζουλίτσα Αρκαδίας, Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182), ενώ μόνο ο Αθέρας Κέρκυρας 184 παρουσιάστηκε να δίνει ταυτόχρονα υψηλή απόδοση καρπού και ωσμωρυθμιστική τάση.

Η ριζική επιφάνεια σε βάθος 0 έως 25 εκ. ήταν το χαρακτηριστικό που σχετίστηκε περισσότερο θετικά με την σταθερότητα στην απόδοση, σε σχέση με τα άλλα χαρακτηριστικά. Κατά κανόνα ίσχυσε ότι υψηλή ευαισθησία στην υδατική καταπόνηση οδήγησε σε λιγότερο πυκνό ριζικό σύστημα στο επιφανειακό στρώμα και αντιστρόφως.

Οι παράμετροι που συνδέονται με τον περιορισμό των απωλειών λόγω διαπνοής (αποτελεσματικότητα στοματικού ελέγχου, τύλιγμα φύλλων), δεν έδωσαν μια σαφή σχέση με τον βαθμό ευαισθησίας στην υδατική καταπόνηση. Κάποιοι ευαίσθητοι βιότυποι επέδειξαν επαρκή στοματικό έλεγχο (Γκρινιάς Ζακύνθου, Ζουλίτσα Αρκαδίας), ενώ άλλοι όχι (Χάσικο Κρήτης, Αθέρας Κέρκυρας 184). Αντίστροφα, ο Τζούλιο 138 που χαρακτηρίστηκε μικρής ευαισθησίας βιότυπος διέθετε επαρκή στοματικό έλεγχο, ενώ ο Ασπρόσταρο Χανίων παρουσίασε ανεπαρκή έλεγχο των στοματιών του. Η συστροφή των φύλλων φάνηκε να λειτουργεί ως εναλλακτικός μηχανισμός μείωσης των υδατικών απωλειών. Για παράδειγμα, υψηλή ένταση συστροφής συνδέεται με μικρή δυνατότητα

των πληθυσμών να ελέγχουν το στοματικό μηχανισμό (Αθήρας Κέρκυρας 184, Σκυλόπετρα Πτολεμαΐδας 182, Αθήρας Κέρκυρας 186, Χάσικο Κρήτης), ενώ οι πληθυσμοί με αποτελεσματικό στοματικό μηχανισμό παρουσίασαν μικρή ένταση συστροφής (Τζούλιο 138, Αθήρας Κέρκυρας 137). Τέλος, ο Ασπρόσταρο Χανίων έδωσε ταυτόχρονα μικρή ευαισθησία των στοματιών και μικρή τάση συστροφής.

Η σχέση μεταξύ ευαισθησίας απόδοσης καρπού και διαφοράς θερμοκρασίας φύλλου αέρα, σύμφωνα με τον πίνακα 4.29 δεν αποκάλυψε κάποια συστηματική συμπεριφορά των βιότυπων. Ευαίσθητοι βιότυποι είχαν την τάση να ψύχουν το φύλλωμα τους περισσότερο (Χάσικο Κρήτης, Γκρινιάς Ζακύνθου, Ζουλίτσα Αρκαδίας), ενώ οι Τζούλιο 138 και Ασπρόσταρο Χανίων ως λιγότερο ευαίσθητοι, έτειναν λιγότερο προς τη ψύξη των φύλλων τους.

Η επιτάχυνση της πτώσης των φύλλων λόγω αύξησης της υδατικής καταπόνησης δεν φάνηκε να σχετίζεται άμεσα με την ευαισθησία στην απόδοση. Παρ' όλα αυτά ορισμένοι βιότυποι που έχασαν πρωιμότερα τα φύλλα τους επηρεάστηκαν αρνητικά στην απόδοση τους, μέσω της μείωσης του μέσου βάρους καρπών (Χάσικο Κρήτης, Αθήρας Κέρκυρας 137, Αθήρας Κέρκυρας 186). Μια τέτοια αντίδραση μπορεί να ερμηνευτεί από τον περιορισμό της φωτοσύνθεσης και την ταυτόχρονη μείωση της διαθεσιμότητας των φωτοσυνθετικών προϊόντων κατά τη διάρκεια του γεμίσματος των καρπών.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbasi, M.K., Kazmi, R.H., and Khan, M.Q.,** (2003). Growth performance and stability analysis of some wheat genotypes subjected to water stress at Rawalakot Azad Jammu and Kashmir. *Archives of Agronomy and Soil Sci.* 49: 415-26.
- Abayomi, Y. and Wright, D.,** (1999). Effects of water stress on growth and yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Trop. Agric.* 76: 120-25.
- Ackerson, R.C., Krieg, D.R. and Sung, F.J.M.,** (1980). Leaf conductance and osmoregulation of field grown sorghum. *Crop Science* 20: 10-14.
- Adda, A., Sahnoune, M., Kaid-Harch, M., and Merah, O.,** (2005). Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal roots. *C.R. Biologies* 328: 918-27.
- Agorastos, A.G. and Goulas, C.K.,** (2005). Line selection for exploiting durum wheat (*T. turgidum* L. var durum) local landraces in modern variety development program. *Euphytica* 146: 117-24.
- Ali, M., Jensen, C.R., Mogensen, V.O., Andersen, M.N., and Henson, I.E.,** (1999). Root signaling and osmotic adjustment during intermittent soil drying sustain grain yield of field grown wheat. *Field Crops Research* 62: 35-52.
- Almeida, M. L, Sangoi L., Ender M. and Wamser A.F.,** (2003). Tillering does not interfere on white oat grain yield response to plant density. *Crop Sc.* 60.
- Angus, J.F. and Moncur, M.W.,** (1977). Water stress and phenology in wheat. *Aust. J. of Agr. Res.* 28: 177-81.
- Annicchiarico, P., and Pecetti, L.,** (1995). Morpho-physiological traits to complement grain yield selection under semi-arid Mediterranean conditions in each of the durum wheat types mediterraneum typicum and syriacum. *Euphytica* 86: 191-98.
- Anon,** (1969). Genetic dangers in the Green evolution. *Ceres* 2: 35-37.

- Asana, R.D.**, (1961). Analysis of drought resistance in wheat. In: "Plant-Water Relationships in Arid and Semiarid Conditions". *Arid Zone Research* pp. 183-90, UNESCO, Paris.
- Asseng, S. and van Herwaarden, A.F.**, (2003). Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. *Plant and Soil* 256: 217-29.
- Banga, O.**, (1944). Veredeling van tuinbouwgewassen. *Zwolle*, 211 pp.
- Bansal, K.C. and Sinha, S.K.**, (1991). Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species. Part I: total dry matter and grain yield stability. *Euphytica* 56: 7-14.
- Βαχαμίδης, Π.**, (2006). Ανάπτυξη του κορυφαίου μεριστώματος επιλεγμένων εγχώριων πληθυσμών σκληρού και μαλακού σιταριού σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης. *Μεταπτυχιακή μελέτη*, Γ.Π.Α.
- Bellon, M.R. and Brush, S.B.**, (1994). Keepers of maize in Chiapas. Mexico *Econ. Botany* 48: 196-209.
- Benlaribi, M., Monneveux, P., and Grignac, P.**, (1990). Etude des caracteres d'enracinement et de leur role dans l'adaptation au deficit hydrique chez le ble dur (*Triticum durum* Desf.). *Agronomie* 10 : 305-22.
- Bidinger, F., Musgrave, R.B. and Fischer, R.A.**, (1977). Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. *Nature* 270: 431-33.
- Bidinger FR, Mahalakshmi V. and Rao GDP**, (1987). Assessment of drought resistance in pearl millet [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]. I. Factors affecting yield under stress. *Aust. J. Agric. Res.* 38: 37-48
- Biezantz, A, Kyzeridis, N. and P. Limberg**, (1988). Conservation and evaluation of valuable gene material of *Triticum durum* in Greece, Syria and Turkey. *3rd International Symposium on "Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition"*, Braunschweig.
- Bingham, J.**, (1966). Varietal response in wheat to water supply in the field, and male sterility caused by a period of drought in a glasshouse experiment. *Annals of Applied Biology* 47: 365-77.

- Blum, A.**, (1979). Genetic improvement of drought resistance in crop plants: A case of sorghum. In: *H. Mussells and R.C. Staples (eds) "Stress Physiology of Crop Plants"*, NY, Academic Press.
- Blum, A.**, (2005). Drought resistance, water use efficiency, and yield potential- are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Aust. J. of Agr. Res.* 56: 1159-68.
- Blum A. and Pnuel, Y.**, (1990) Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 41, 799–810.
- for dehydration avoidance in wheat. *Field Crops Res.* 5: 137-46.
- Blum, A., Golan, S.G. and Mayer, J.**, (1989). Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under drought-stress. *Field Crops Research* 22: 289-96.
- Blum, A., Johnson, J.W., Ramseur, E.I. and Tollner, E.W.**, (1991). The effect of a drying top soil and a possible non-hydraulic root signal on a wheat growth and yield. *J. Exp. Bot.* 42: 1225-31.
- Blum, A., Sullivan, C.Y. and Nguyen, H.T.**, (1997). The effect of plant size on wheat response to agents of drought stress. II. Water deficit, heat and ABA. *Aust. J. of Plant Physiology* 24: 43-48.
- Blum, A., Zhang, J. and Nguyen, H.T.**, (1999). Consistent differences among wheat cultivars in osmotic adjustment and their relationship to plant production. *Field Crops Research* 64: 287-91.
- Boonjung, H. and Fukai, S.**, (1996). Effects of soil water deficit at different growth stage on rice and grain yield under upland conditions 2. Phenology, biomass production and yield. *Field Crops Res.* 48: 47-55.
- Bouslama, M. and Schapaugh, W.T.**, (1984). Stress tolerance in soybean. Part I: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Sci.* 24: 933-37.
- Boyer, J. S.**, (1968). Relationship of water potential to growth of leaves. *Plant Physiology* 43: 1056-62.
- Boyer, J.S.**, (1976). Photosynthesis at low water potentials. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 273: 501-12.

- Boyer, J.S.**, (1996). Advances in drought tolerance in plants. *Advances in Agronomy* 56: 187-218.
- Boyer, J.S., Johnson, R.R. and Saupe, S.G.** (1980). Afternoon water deficits and grain yields in old and new soybean cultivars. *Agron. J.* 72:981-986.
- Brisson, N., Guevara, E., Meira, S., Maturano, M., and Coca, G.**, (2001). Response of five wheat cultivars to early drought in the Pampas. *Agronomie* 21: 483-95.
- Brisson, N. and Cassals, M.-L.**, (2005). Leaf dynamics and crop water status throughout the growing cycle of durum wheat crops grown in two contrasted water budget conditions. *Agron. Sustain Dev.* 25: 151-58.
- Brown, A.H.D.**, (1978). Isozymes, plant populations genetics structure and genetic conservation. *Theor. Appl. Genet.* 52: 145-157.
- Brown, K.W., Jordan, W.R. and Thomas, J.C.**, (1976). Water stress induced alterations of the stomatal response to decreases in leaf water potential. *Physiologia Plantarum* 37: 1-5.
- Butler, J.D., Byrne, P.F., Mohammadi, V., Chapman, P.L. and Haley, S.**, (2005). Agronomic performance of Rht alleles in a spring wheat population across a range of moisture levels. *Crop Sci.* 45: 939-47.
- Byrne, P.F., Bolanos, J., Edmeades, G.O. and Eaton, D.L.**, (1995). Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. *Crop Sci.* 35: 63-69.
- Ceccarelli, S.**, (1987). Yield potential and drought tolerance of segregating population of barley in contrasting environments. *Euphytica* 40: 197-205.
- Ceccarelli, S. and Grandi, S.**, (1991). Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica* 57: 157-67.
- Chandrasekar, V., Sairam, R.K. and Srivastava, G.C.**, (2000). Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. *J. Agronomy & Crop Science* 185: 219-27.

- Chaves, M.M.**, (1991). Effects of water deficits on carbon assimilation. *J. of Exp. Botany* 42: 1-46.
- Chimenti, C.A., Pearson, J. and Hall, A.J.**, (2002). Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. *Field Crops Research* 75: 235-246.
- Clarke, J.M., De Pauw, R.M. and Townley-Smith, T.M.**, (1992). Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *Crop Sci.* 32: 728-32.
- Cooper, P.J.M., Gregory, P.J., Tully, D. and Harris, H.C.**, (1987). Improving water use efficiency of annual crops in rainfed farming systems of West Asia and North Africa. *Exp.Agric.* 23: 113-58.
- Cornic, G. and Massacci A.**, (1996). Leaf photosynthesis under drought stress. In Baker N.R., ed. Photosynthesis and the Environment. *The Netherlands*: Kluwer Academic Publishers.
- Croston, R.P., and Williams, J.T.**, (1981). A world survey of wheat genetic resources. *International Board for Plant Genetic Resources*, Rome.
- Davidson, D.J. and Chevalier, P.M.**, (1990). Preanthesis tiller mortality in spring wheat. *Crop Sci.* 30: 832-36.
- De Moulins, D.**, (1993). Les restes de plantes carbonisees de Cafer Hoyuk. *Cahiers de l' Euphrate* 7 : 191-234.
- Dencic, S., Kastori, R., Kobiljski, B. and Duggan, B.**, (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica* 113: 43-52.
- Dennis, J.V.**, (1987). Farmer management of rice variety diversity in northern Thailand. *PhD dissertation*. Cornell University, Michigan University Microfilms print, Ann Arbor.
- Dhanda S.S., Sethi, G.S. and Behl, R.K.**, (2004). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *J. Agronomy & Crop Science* 190: 6-12.
- Donald, C.M.**, (1968). The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17: 385-403.

- Δροσόπουλος, I.**, (1998α). Φυσιολογία Φυτών. Μέρος I. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Δροσόπουλος, I.**, (1998β). Φυσιολογία Φυτών. Μέρος II. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Eberhart, S.A. and Russell, W.A.**, (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40.
- Edhaie, B. and Waines, J.G.**, (1989). Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Euphytica* 41: 183-90.
- Efthimiadis, P., Zamanis, A. and Skorda, E.** (1985). Two rowed wild barley from four islands of Greece. *Sveriges Utsadesforenings Tidskrift* 95: 63-70.
- El-Hafid, L., Pham Ti, A.T., Zuily-Fodil, Y., and Vieira da Silva, J.**(1989). Enzymatic breakdown of polar lipids in cotton leaves under water stress. 1. Degradation of monogalactosyl-diacylglycerol. *Plant Physiology and Biochemistry* 27(4):495-502.
- El Hafid, R., Smith, D.H., Karrou, M. and K. Samir**, (1998). Morphological attributes associated with early-season drought tolerance in spring durum wheat in a mediterranean environment. *Euphytica* 101: 273-82.
- El Jaafari, S.**, (2000). Durum wheat breeding for abiotic stresses resistance : Defining physiological traits and criteria. *CIHEAM, Options Mediterraneennes*.
- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H. and Okursoy, H.**, (2006). Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 56: 206-16.
- Erhler, W.L., Idso, S.B., Jackson, R.D. and Reginato, R.J.**, (1978). Wheat canopy temperature: Relation to plant water potential. *Agronomy Journal* 70: 251-56.
- Evans, L.T.**, (1993). Crop evolution, adaptation and yield. *Cambridge: Cambridge University Press*.14: 742-54.

- Ferara, G., Mulitze, D., and Yau, S.K.,** (1991). Bread wheat breeding for tolerance to thermal stresses occurring in West Asia and North Africa. In: *“Improvement and Management of Winter Cereals under Temperature, Drought and Salinity Stresses”*, A. Acevedo, E. Fereres, G. Gimenez, and J.P. Srivastava (eds), INIA, Madrid, pp. 267-82.
- Fernandez, G.C.J.,** (1992). Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: C.G. Kuo (ed.). *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan.*
- Finlay, K.W. and Wilkinson G.N.,** (1963). The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research* 14: 742–754.
- Fischer, R.A.,** (1973). The effect of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. In: *“Plant response to climatic factors”*, pp. 233-41, UNESCO, Paris.
- Fischer, R.A.,** (1979). Growth and water limitations of dryland wheat yield in Australia in a physiological frame work. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 45: 83-89.
- Fischer, R.A. and Maurer, R.,** (1978). Drought resistance in Spring Wheat Cultivars. I Grain Yield Responses. *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 897-912.
- Fischer, R.A. and Wood, J.T.** (1979) Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield associations with morpho-physiological traits. *Australian Journal of Agricultural Research* 30, 1001–1011.
- Flintham, J.E., Borner, A., Worland, A.J., and Gale, M.D.,** (1997). Optimizing wheat grain yield: Effects of Rht gibberellin-insensitive dwarfing genes. *J. of Agric. Sci.* 128: 11-25.
- Foulkes, M.J., Scott, R.K., and Sylvester-Bradley, R.,** (2001). The ability of wheat cultivars to with stand drought in UK conditions: resource capture. *J. of Agric. Sci, Cambridge* 137: 1-16.
- Frankel, O.H. and Soile, M.E.,** (1981). Conservation and evolution. *Cambridge.*

- Fricke, W., Mc Donald, A.J.S. and Mattson-Djos, L.,** (1997). Why do leaves and leaf cells of N-limited barley elongate at reduced rates? *Planta* 202: 522-30.
- Fricke, W., and Flowers, T.J.,** (1998). Control of leaf cell elongation in barley. Generation rates of osmotic pressure and turgor, and growth associated water potential gradients. *Planta* 206: 53-65.
- Fricke, W.,** (2002). Biophysical limitation of cell elongation in cereal leaves. *Annals of Botany* 90: 157-67.
- Fruwirth, C. and Roemer, T.,** (1921). Einführung in die landwirtschaftlichen Pflanzenzuchtung. Berlin, 150 pp.
- Fruwirth, C.,** (1930). Allgemeine Zuchtungslehre der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, 478 pp.
- Garcia del Moral, L.F., Rharrabti, Y. and Royo, C.,** (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenetic approach. *Agron. J.* 95: 266-74.
- Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.I., and Borghi, B.,** (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter wheat. *Can. J. Plant Sci.* 77: 523-31.
- Giles, K.I., Cohen, D. and Beardsell, M.E.,** (1976). Effects of water stress on the ultrastructure of leaf cells in *Sorghum bicolor*. *Plant Physiology* 57: 11-14.
- Giunta, F., Motzo, R., and Deidda, M.,** (1993). Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 33: 399-409.
- Gonzalez, A., Martin, I. and Ayerbe L.,** (1999). Barley yield in water stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. *Field Crops Research* 62, 23-34.
- Griffiths, H. and Parry, A.J.,** (2002). Plant responses to water stress (Preface). *Annals of Botany* 89: 801-02.
- Gupta, N.K., Gupta, S. and Kumar, A.,** (2001). Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and

yield of wheat cultivars at different stages. *J. Agronomy & Crop Science* 186: 55-62.

Hanks, R.J., Keller, J., Rasmussen, V.P. and Wilson, G.D., (1976). Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. *Soil Science Society of America Proceedings* 40: 426-29.

Harlan, J.R., (1971). Agricultural origins: centers and noncenters. *Science* 174: 468-73.

Harlan, J.R., (1975a). Crops and Man. American Society of Agronomy, Inc Madison WI.

Harlan, J.R., (1975b). Our vanishing genetic recourses. *Science* 188: 618-21.

Harper, J.L., (1977). Population biology of plants. Academic Press, London.

Hawkes, J.G., (1983). The diversity of crop plants. Cambridge, London.

Heath, O.V.S. and Orchard, B., (1957). Temperature effects on the minimum intercellular space carbon dioxide concentration. *Nature* 180: 180-181.

Heinrich, G.M., Francis, C.A. and Eastin, J.D., (1983). Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Sci.* 23: 209-12.

Hillman, G.C. and Davies, M.S., (1990). Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archaeological implications. *Journal of World Prehistory* 4: 157-222.

Hillman, G.C., (1978). On the origins of domestic rye-*Secale cereale*: the finds from Aceramic Can Hasan III in Turkey. *Anatolian Studies* 28: 157-174.

Hochman, Z., (1982). Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment. *Field Crops Research* 5: 55-67.

- Holbrook, N.M., and Sinclair, T.R.,** (1992). Water balance in the arborescent palm. Sabal palmetto II. Transpiration and stem water storage. *Plant Cell & Environment* 15: 401-09.
- Hossain, A.B.S., Sears, A.G., Cox, T.S. and Paulsen, G.M.,** (1990). Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Sci.* 30: 622-27.
- Hsiao, T.C.,** (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 519-70.
- Hsiao, T.C., O' Toole, J.C., Yambao, E.B., and Turner, N.C.,** (1984). Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiology* 75: 338-41.
- Huang, B. and Gao, H.,** (2000). Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. *Crop Science* 40: 196-203.
- Hubac, C., Guerrier, D., Ferran, J. and Tremolieres, A.,** (1989). Changes of leaf lipid composition during water stress in two genotypes of *Lupinus albus* resistant or susceptible to drought. *Plant Physiol. Biochem.* 27: 739-44.
- Hurd, E.A.,** (1968). Growth of roots of seven varieties of spring wheat at high and low moisture levels. *Agronomy Journal* 60: 201-205.
- Jackson, R., Idso, S.B., Reginato, R., and Pinter, P.J.,** (1981). Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Res. Res.* 17: 1133-38.
- Jacobs, T.,** (1992). Control of the cell cycle. *Developmental biology* 153: 1-15.
- Jaradat, A.A.,** (1991). Levels of phenotypic variation for developmental traits in landrace genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *Turgidum* L. conv. *Durum* (Desf.) MK.) from Jordan. *Euphytica* 51: 265-271.
- Johnson R.C., Nguyen H.T. and Croy, L.I.,** (1984) Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science* 24, 957-962.

- Jones, H.G., (1977).** Aspects of water relations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to induced drought. *Journal of Agricultural Science* 88: 268-82.
- Jones, M.M. and Rawson, H.M., (1979).** Influence of the rate of development of leaf water deficits upon photosynthesis, leaf conductance, water use efficiency, and osmotic potential in sorghum. *Physiologia Plantarum* 45: 103-111.
- Jones, M. and Turner, N.C., (1978).** Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficits. *Plant Physiology* 61: 122-26.
- Jongdee, B., Fukai, S. and Cooper, M., (1997).** Genotypic variation for water relations and growth during the vegetative stage among six rice lines contrasting in maintenance of high leaf water potential. *In: Breeding Strategies of Rainfed Lowland Rice in Drought Prone Environments, Proc. for an International Workshop held at Ubon Ratchatani, Thailand, 5-8 November 1996.* ACIAR, Canberra.
- Idso, S.B., Reginato, R., Reicosky, D., and Hatfield, J., (1981a).** Determinating soil-induced plant water potential depressions in alfalfa by means of infrared thermometry. *Agronomy Journal* 73: 826-30.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J., Reginato, R.J., and Hatfield, J.L., (1981b).** Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorology* 24: 45-55.
- Izzo, N.F., Quartacci, M.F. and Izzo, R., (1989).** Lipid changes in maize seedlings in response to field water deficit. *J. Exp. Botany*, 40: 675-80.
- Izzo, N.F., Milone, M.T.A., Quartacci, M.F. and Pinzino, C., (1993).** Metabolic changes in wheat plants subjected to a water deficit stress programme. *Plant Science* 92: 151-57.
- Καλτσικης, Π., (1989).** Βελτίωση Φυτών. *Εκδόσεις Σταμούλη.*
- Karamanos, A.J., (1978).** Understanding the origin of the response of plants to water stress by means of an equilibrium model. *Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών* 53: 308-41.

Karamanos, A.J., (1981). The development of water deficits in plants. *In: Water Stress on Plants (ed. G.M. Simpson)*, pp. 34- 88, Praeger, N. York.

Karamanos, A.J., Drossopoulos, J.B. and Niavis, C.A. (1983). Free proline accumulation during development of two wheat cultivars with water stress. *J. Agric. Sci. Camb* 100: 429-39.

Karamanos, A.J., (1984). Ways of detecting adaptive responses of cultivated plants to drought. An agronomic approach. *Being Alive on Land. Tasks for Vegetation Science*, Vol. 13, ed. By N.S. Margaris, M. Arianoustou-Fargitaki and W.C. Oechet. Dr W. Junk Publishers. The Hague.

Καραμάνος, Α.Ι., (1994). Τα σιτηρά των ευκράτων κλιμάτων. *Ελληνική Λιθογραφία*.

Karamanos, A.J., and Papatheohari, A.Y., (1999). Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index. *Crop Science* 39: 1792-97.

Kiessling, H., (1912). Die zuchterische Bearbeitung der Landsorten in Bayern. *Beitrage zur Pflanzenzucht* 2: 74-96.

Kirigwi, F.M., van Ginkel, M., Trethowan, R., Sears, R.G., Rajaram, S. and Paulsen, G.M., (2004). Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. *Euphytica* 135: 361-71.

Klepper, B., Rickman, R.W., Waldman, S. and Chevalier, P., (1998). The physiological life cycle of wheat: Its use in breeding and crop management. *Euphytica* 100: 341-47.

Kuckuk, H., (1939). Pflanzenzuchtung. *Berlin*, 125 pp.

Κυζεριδης, Ν.Ι., (1992). Η επίδραση της υγρασίας του εδάφους στην απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκληρού σιταριού. *In "Drought – Soil Productivity", Proceedings of Hellenic Society of Soil Science*.

Laing, D.R., and Fischer, R.A., (1979). Adaptation of semidwarf wheat cultivars to rainfed conditions. *Euphytica* 26: 129-39.

- Large, E.C.**, (1954). Growth stages in cereals, illustration of the Feekes' scale. *Plant Pathology* 3: 128-29.
- Lawlor, D.W.**, (1995). The effects of water deficit on photosynthesis. In Smirnoff N., ed. *Environment and Plant Metabolism. Flexibility and acclimation*. Oxford: BIOS Scientific Publisher.
- Levitt, J.**, (1972). *Responses of plants to environmental stresses*. Academic Press, London.
- Λιβανος, Γ.**, (2004). Εκτίμηση της αντοχής στη ξηρασία είκοσι πληθυσμών σκληρού σιταριού *Triticum turgidum var durum*.. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γ.Π.Α.
- Lin, C.S., and Binns, M.R.**, (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar \times location data. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 193-98.
- Lindoo, S.J. and Nooden, L.D.**, (1978). Correlations of cytokinins and abscisic acid with monocarpic senescence in soybean. *Plant Cell Physiology* 19: 997-1006.
- Liu, M.Y.**, (1997). Effects of sink-source relation on water use efficiency of wheat.. *Eco-Agricultural Res.* 5(3): 33-36.
- Lockhart, J.**, (1965). An analysis of irreversible plant cell elongation. *J. of Theoretical Biology* 8:264-75.
- Lopez-Castaneda, C. and Richards, R.A.**, (1994). Variation in temperate cereals in rainfed environments. Grain yield, biomass and agronomic characteristics. *Field Crops Res.* 37: 51-62.
- Lu, Z.-M., Radin, J.W., Turcotte, E.I., Percy, R., and Zeiger, E.**, (1994). High yields in advanced lines of Pima cotton are associated with higher stomatal conductance, reduced leaf area and lower leaf temperature. *Physiologia Plantarum* 92: 266-72.
- Ludlow, M.M. and Muchow, R.C.**, (1990). A critical evaluation of the traits for improving crop yield in water limited environments. *Adv. Agron.* 43: 107-53.
- Ludlow, M.M., Fisher, M.J. and Wilson, J.R.**, (1985). Stomatal adjustment to water deficits in three tropical grasses and a tropical

legume grown in controlled conditions and in the field. *Australian Journal of Plant Physiology* 12: 131-149.

Ludlow, M.M., Santamaria, J.M. and Fukai, S., (1990). Contribution of osmotic adjustment to grain yield in *Sorghum bicolor* (L.) Moench under water-limited conditions II. Water stress after anthesis. *Aust. J. Agric. Res.* 41: 67-78.

Lupton, F.G.H., Oliver, R.H., Ellis, F.B., Branes, B.T., Howse, K.R., Welbank, P.J. and Taylor, P.J., (1974). Root and shoot growth of semidwarf and taller winter wheat. *Annals of Applied Biology* 77: 129-44.

Lyu, S.W. and Blum, U., (1990). *Effect of ferullic acid and allelopathic compounds on N,P,K and water use uptake by the cucumber seedlings in a split root system.* *J. Chem. Ecol.* 16: 2424-34.

Madhu, A., Thomas, G., and Edward, N., (1999). The roles of abscisic acid and ethylene in the abscission and senescence of cocoa flowers. *Plant Growth Regulation* 27: 149-55.

Μανέτας, Ι., (2002). Φυσιολογία Φυτών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Mansholt, U.J., (1909). Van Pesch Plantenteelt, beknopte handleiding tot de kennis van den Nederlandschen landbouw. 3rd revised edition, pt 2. Plantenteelt. Zwolle. 228 pp.

Mantzavinou, A., Bebeli, P.J. and Kaltsikes, P.J., (2005). Estimating genetic diversity in Greek durum wheat landraces with RAPD markers. *Aust. J. of Agr. Res.* 56: 1355-64.

Martin, B. A.; Schoper, J. B. and Rinne, R. W. (1986), Changes in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) glycerolipids in response to water stress. *Plant Physiol.* 81:798-801.

Martre, P., Bogeat-Triboulot, M.B., and Durand, J.L., (1999). Measurement of a growth induced water potential gradient in tall fescue leaves. *New Phytologist* 142: 435-39.

Mayr, E., (1934). Die Bedeutung der alpinen Getreidelandsorten für die Pflanzenzucht und Stammesforschung mit besonderer

Beschreibung der Landsorten in Nordtirol und Vorarlberg. *Zeitsch fZuchtung A: Pflanzenzuchtung* 19: 195-228.

Mayr, E., (1937). Alpine Landsorten in ihrer Bedeutung für die praktische Zuchtung. *Forschungsdienst* 4: 162-66.

McCree, K.J. (1974). Changes in the stomatal response characteristics of grain sorghum produced by water stress during growth. *Crop Sci.* 14 : 273-278.

Mc Cue, K.F. and Hanson, A.D., (1990). Drought and salt tolerance: towards understanding and application. *Tibtech* 8: 358-62.

McMaster, G.S., and Wilhelm, W.W., (2003). Simulating wheat and barley phenological responses to water and temperature stress. *J. of Agr. Science, Cambridge* 141: 129-47.

Meidner, H. and Mansfield, T.A. (1968). *The Physiology of Stomata*, McGraw-Hill, London.

Merah, O., (2001). Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. *J. of Agr. Sci., Cambridge* 137: 139-45.

Meshcheryakov, A., Steudle, E., and Komor, E., (1992). Gradients of turgor, osmotic pressure, and water potential in the cortex of the hypocotyl of growing *Ricinus* seedlings. *Plant Physiology* 98: 840-52.

Miralles, D.J., Richards, R.A. and Slafer, G.A., (2000). Duration of the stem elongation period influences the number of fertile florets in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 931-40.

Moghaddam, M., Edhaie, B., and Waine, J.C., (1997). Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. *Euphytica* 96:361-69.

Mohr, H., and Schopfer, P., (1995). *Plant physiology*. Springer-Verlag, Berlin.

Moinuddin, Fischer, R.A., Sayre, K.D. and Reynolds, M.P., (2005). Osmotic adjustment in wheat in relation to grain yield under water deficit environments. *Agronomy Journal* 97: 1062-71.

Moragues, M., Garcia del Moral, L.F., Moralejo, M., and Royo, C. (2006a). Yield formation strategies of durum wheat landraces with

distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin I: Yield Components. *Field Crops Research* 95: 194-205.

Moragues, M., Garcia del Moral, L.F., Moralejo, M., and Royo, C. (2006b). Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin II. Biomass production and allocation. *Field Crops Research* 95: 182-93.

Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y., and Vidal, A., (1994). Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index. *Remote Sensing of Environment* 46: 246-63.

Morgan, J.M., (1977). Differences in osmoregulation between wheat genotypes. *Nature* (London) 270: 234-35.

Morgan, J.M., (1983). Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. *Aust. J. of Agric. Res.* 34: 607-44.

Morgan, J.M., (1984). Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 35: 299-319.

Morgan, J.M., (2000). Increases in grain yield of wheat by breeding for an osmoregulation gene: relationship to water supply and evaporative demand. *Australian Journal of Agricultural Research* 51, 971-978.

Morgan, J.M. and Condon, A.G., (1986). Water use, grain yield, and osmoregulation in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 523-32.

Morgan J.M., Hare R.A. and Fletcher, R.J. (1986) Genetic variation in osmoregulation in bread and durum wheats and its relationship to grain yield in a range of field environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 37, 449-457

Morgan. J.M., Rodriguez-Maribona and Knights, E.J., (1991). Adaptation to water deficit in chickpea breeding lines by osmoregulation, relationship to grain yields in the fields. *Field Crops Res.* 27: 61-70.

Morgan. J.M., (1995). Growth and yield of wheat lines with differing osmoregulative capacity at high soil water deficit in seasons of varying evaporative demand. *Field Crops Research* 40: 143-52.

- Μπαλούτσος, Γ., Μπουρλέτσικας, Α., Γκούμα, Β.,** (2006). Η ξηρασία: Ένα επικίνδυνο ακραίο κλιματικό φαινόμενο με ιδιαιτερότητες στη διαχείριση του. *ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.*: 9-13.
- Μπίζος, Δ.,** (2003). Μελέτη της φαινολογικής παραλλακτικότητας πληθυσμών σκληρού σιταριού. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Munns, R., Brady, C.J. and Barlow, E.W.R.,** (1979). Solute accumulation in the apex and leaves of wheat during water stress. *Aust. J. of Plant Physiology* 6: 379-89.
- Nachit, M.M., Ketata, H. and Yau, S.K.,** (1988). Breeding durum wheat for stress environments of the Mediterranean region. In Wittmer, G. (ed.), *Proceedings of 3th International Symposium on Durum Wheat, "The Future of Cereals for Human Feeding and Development of Biotechnological Research"*. p. 297-304. Chamber of Foggia, Italy.
- Nasir Ud-Din, Carver, B.F. and Clutte, A.C.,** (1992). Genetic analysis and selection for wheat yield in drought-stressed and irrigation environments. *Euphytica* 62: 89-96.
- Nass, H.G., and Reiser, B.,** (1975). Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Can. J. of Plant Sci.* 55: 673-78.
- Nesbitt, M.,** (2001). Wheat evolution: integrating archaeological and biological evidence. Pp. 39-57 in *Wheat taxonomy: the legacy of John Percival*, edited by P.D.S. Caligari & P.E. Brandham. London: Linnean Society, Linnean Special Issue 3.
- Νιαβής, Κ.,** (1981). Βασικές αρχές χημικής σύστασης των φυτών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Nielsen, D.C. and Anderson, R.L.,** (1989). Infrared thermometry to measure single leaf temperatures for quantification of water stress in sunflower. *Agron. J.* 81: 840-42.
- Nilsen, E.T. and Orcutt, D.M.,** (1996). *The physiology of plants under stress*. John Wiley and sons.
- Nilsen, E.T., Sharifi, M.R., and Rundel, P.W.,** (1984). Comparative water relations of phreatophytes in the Sonoran desert of California. *Ecology* 65: 767-78.

- Nooden, L.D. and Leopold, A.C.**, (1988). Senescence and aging in plants. Academic Press, San Diego.
- O' Toole, J.C. and Chang, T.T.**, (1979). Drought resistance in cereals-rice: a case study. *In: H. Mussell and R.C. Staples (eds) "Stress physiology of crop plants"*. John Wiley & Sons, NY.
- O' Toole, J.C. and Cruz, R.T.**, (1980). Response of leaf water potential, stomatal resistance, and leaf rolling to water stress. *Plant Physiology* 65: 428-32.
- Palta, JA, Kobata, T, Turner, NC and Fillery, IR**, (1994). Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficits. *Crop Sci.* 34: 118-24.
- Papadakis, J.S.**, (1929). Formes grecques de ble. Ινστιτούτο Καλλιεργούμενων Φυτών, Θεσσαλονίκη.
- Pantuwan, G.**, (2000). Yield responses of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to water deficit in rainfed lowlands. Ph.D. Thesis. The University of Queensland.
- Παπασταύρου, Α.**, (2004). Εκτίμηση της αντοχής στη ξηρασία δέκα πληθυσμών μαλακού σιταριού *Triticum aestivum* L. Em Thell. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γ.Π.Α.
- Παπασταύρου Α., Λίβανος, Γ., Οικονόμου, Γ, και Καραμάνος, Α.**, (2004). Εκτίμηση της αντοχής στη ξηρασία είκοσι βιότυπων σκληρού σιταριού. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Αθήνα.
- Παπασταύρου Α., Λίβανος Γ., Οικονόμου Γ., Αυγουλάς Χ., και Καραμάνος Α.**, (2006). Προσαρμοστικότητα εγχώριων πληθυσμών μαλακού και σκληρού σιταριού σε υδατικά ελλείμματα. 11^ο Συνέδριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Ορεστιάδα.
- Parker, J.**, (1968). Drought resistance mechanisms. *In: Kozlowski T.T. ed. "Water Deficits and Plant Growth"*, vol. I, pp. 195-234, NY, Academic Press.
- Passioura J.B.** (1972). The effect of root geometry on the yield of wheat growing on stored water. *Australian Journal of Agricultural Research* 23:745-752.

- Paulsen, G.M.**, (1994). High temperature of crop plants. *In: K.J. Boote et al. (ed) "Physiology and determination of crop yield "*, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
- Pecetti, L., Boggini, G., and Gorham, J.**, (1994). Performance of durum wheat landraces in a Mediterranean environment (eastern sicily). *Euphytica* 80: 191-99.
- Pecetti, L. and Annicchiarico, P.**, (1998). Agronomic value and plant type of Italian durum wheat cultivars from different eras of breeding. *Euphytica* 99: 9-15.
- Pettigrew, W.T.**, (2004). Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. *Crop Sci.* 44: 1265-72.
- Plaut, Z., Buttow, B.J., Blumenthal,, C.s. and Wrigley, C.W.**, (2004). Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crops Research* 86: 185-98.
- Poiarkova, H., and Blum, A.**, (1983). Land-races of wheat from the northern Negev in Israel. *Euphytica* 32: 257-71.
- Porporato, A., Laio, F., Ridolfi, L., and Rodriguez-Iturbe, I.**, (2001). Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress III. Vegetation water stress. *Advances in Water Resources* 24: 725-44.
- Powles, S.B.**, (1984). Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. *Annual Review of Plant Physiology* 35: 15-44.
- Quartacci, MF; Pinzino, C; Sgherri, CLM; Navari-Izzo, F.**, (1995). Lipid composition and protein dynamics in thylakoids of two wheat cultivars differently sensitive to drought. *Plant Physiol.* 108:191-197.
- Rascio A., Cedola M. C., Toponi M. , Flagella Z., Wittmer, G.**, (1990). Leaf morphology and water status changes in *Triticum durum* under water stress. *Physiologia Plantarum* 78(3): 462-7.
- Rajaram, S. and van Ginkel, M.**, (2001). Mexico, 50 years of international wheat breeding. *In: A.P. Bonjean, W.J. Angus, (eds.) "The world wheat book: A history of wheat breeding"*. Lavoisier, Publishing, Paris, France.

- Raschke, K.**, (1976). How stomata solve the dilemma of opposing priorities. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 273: 551-560.
- Rathjen, A.J.**, (1994). The biological basis of genotype×environment interaction: its definition and management. *In: Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia*, Adelaide, Australia.
- Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A., and Mustafa, T.**, (1999). Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *J. of Agron. & Crop Science* 182: 231-37.
- Reynolds, M.P., Acevedo, E., Sayre, K.D. and Fischer, R.A.** (1994). Yield potential in modern wheat varieties: its association with a less competitive ideotype. *Field Crops Research* 37: 149-60.
- Rhodes, D. and Samaras, Y.**, (1994). Genetic control of osmoregulation in plants. *In: K. Strange (ed) "Cellular and molecular physiology of cell volume regulation*. Boca Raton: CRC Press, 347-67.
- Richards, R.A.**, (1992). The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments I. Agronomic characteristics. *Aust. J. of Agric. Res.* 43: 517-23.
- Richards, R.A.**, (1996). Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation* 20: 157-66.
- Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Condon, A.G. and van Herwaarden, A.F.**, (2002). Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci.* 42: 111-21.
- Richardson, S.G. and Mc Cree, K.J.**, (1985). Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. *Plant Physiology* 79, 1015-20.
- Rickman, R.W. and Klepper, E.L.**, (1991). Predicting crop phenology. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ritchie, J.T. and Nesmith, D.S.**, (1991). Temperature and crop development. *In: (J. Hanks and J.T. Ritchie, eds) Modelling Plant and Soil Systems*, pp. 5-29, American Society of Agronomists, Madison, Wisc.

- Rizza, F., Badeck, F.W., Cattivele, L., Lidestri, O., Di Fonzo, N., and Stanca, A.M.**, (2004). Use of water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop Sci.* 44: 2127-37.
- Salter, P.J. and Goode, J.E.**, (1967). Crop responses to water at different stages of growth. Commonw. *Bur. Hort. Plant Crops Res. Review* No 2.
- Sanchez-Diaz, M.F., and Kramer, P.J.**, (1971). Behaviour of corn and sorghum under water stress and during recovery. *Plant Physiology* 48: 613-16.
- Sanchez-Diaz, M.F., and Kramer, P.J.**, (1973). Turgor differences and water stress in maize and sorghum leaves during drought and recovery. *J. of Exp. Botany* 24: 511-15.
- Santamaria, J.M., Ludlow, M.M. and Fukai, S.**, (1990). Contribution of osmotic adjustment to grain yield in *Sorghum bicolor* (L.) Moench under water-limited conditions. 1. Water stress before anthesis. *Australian Journal of Agricultural Research* 41: 51-65.
- Saranga Y., Menz, M., Jiang, C.X., Wright, R.J., Yakir, D. and Paterson, A.H.**, (2001). Genomic dissection of genotype X environment interactions conferring adaptation of cotton to arid conditions. *Genome Research* 11:1988-1995.
- Σαππή, Α.**, (2003). Μελέτη της φαινολογικής παραλλακτικότητας πληθυσμών μαλακού σιταριού. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Sayed, H.I. and Ghandorah, M.O.**, (1984). Association of grain filling characteristics with grain weight and senescence in wheat under warm dry conditions. *Field Crops Research* 9: 323-32.
- Sharp, R. E and Davies, W. J.**, (1985). Root growth and water uptake by maize plants in drying soil. *J. exp. Bot.* 36: 1441-1456.
- Sharp, R. and Davies, M.**, (1989). Regulation of growth and development of plants growing with a restricted supply of water. In: *HG, Jones, TL Flowers, MB Jones (eds) "k"*, Cambridge.

- Sharp, R. and LeNoble, M.E.**, (2003). ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. *Journal of Experimental Botany*.
- Scholander, P. F.; Hammel, H. T.; Hemmingsen, E. A. and Bradstreet, E. D.** (1964), Hydrostatic pressure and osmotic potential in leaves of mangroves and some other plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 52, 119-125.
- Sibounheuang, V., Basnayake, J., and Fukai, S.**, (2006). Genotypic consistency in the expression of leaf water potential in rice (*Oryza sativa* L.). *Field Crops Research* 97: 142-54.
- Siddique, K.H.M., Tennant, D., Perry, M.W. and Belford, R.K.**, (1990). Water-use and water-use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Aust. J. Agric. Res.* 41: 431-37.
- Simane, B., Struck, P.C., Nachit, M.M. and Peacock, J.M.**, (1993). Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica* 71: 211-19.
- Simpson, G.M.**, (1968). Association between grain yield per plant and photosynthetic area above the flag-leaf node in wheat. *Can. J. of Plant Sci.* 48: 253-60.
- Shroyer, J.P. and Cox, T.S.**, (1993). Productivity and adaptive capacity of winter wheat landraces and modern cultivars grown under low fertility conditions. *Euphytica* 70: 27-33.
- Slatyer, R.O.**, (1969). Internal water relations. In "Physiological Aspects of Crop Yield", ed. Eastin, P.J. Haskins, F.A., Sullivan, C.Y., and Van Bavel, C.H.M., pp 53-85.
- Slatyer, R.O. and Taylor, S.A.**, (1960). Terminology in plant-soil water relations. *Nature* 187: 922-4.
- Smit, M.A., and Singels, A.**, (2006). The response of sugarcane canopy development to water stress. *Field Crops Research* 98: 91-97.
- Sofield, I., Evans, L.T., and Wordlaw, I.F.**, (1974). The effects of temperature and light on grain filling in wheat. *R. Soc. NZ, Bull.* 12: 909-15.

- Sphirel, L. and Blum, A.**, (1986). Differential relations of wheat cultivars to hot environments. *Euphytica* 35: 483-92.
- Sphirel, L. and Blum, A.**, (1991). Heat tolerance to yield and its components to different wheat cultivars. 51: 257-63.
- Steudle, E.**, (2000). Water uptake by roots: effects of water deficit. *J. of Exp. Bot.* 51: 1531-42.
- Stout D.G. and Simpson, G.M.**, (1978). Drought resistance to Sorghum bicolor : drought avoidance mechanisms related to leaf water status. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 213-24.
- Tang, A.C., Kawamitsa, Y., Kanechi, M., and Boyer J.S.**, (2002). Photosynthetic oxygen evolution at low water potential in leaf discs lacking an epidermis. *Annals of Botany* 89: 861-70.
- Tangpremsri, T., Fukai, S. and Fischer K.S.**, (1995) Growth and yield of sorghum lines extracted from a population for differences in osmotic adjustment. *Australian Journal of Agricultural Research* 46: 61-74.
- Tangpremsri, T., Fukai, S., Fischer, K.S. and Henzell, R.G.**, (1991). Genotypic variation in osmotic adjustment in grain sorghum II. Relation with some growth attributes. *Australian Journal of Agricultural Research* 42: 759-67.
- Tesemma, TS, Tsegaye, G., Belay, G., Bechere, E. and Mitiku, D.**, (1998). Stability of performance of tetraploid wheat landraces in the Ethiopian highland. *Euphytica* 102: 301-308.
- Teulat, B., Rekika, D., Nachit, M.M. and Monneveux, P.**, (1997). Comparative osmotic adjustments in barley and tetraploid wheats. *Plant Breeding* 116, 519-523.
- Thorntwaite, C.W.**, (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38: 55-94.
- Trehane, P.**, (1995). International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Wimborne. 174 pp.
- Tschermak, E.**, (1912). Zur Entstehung der Landsorten. *Deutsche Landwirtschaftsclne Presse* 39 (40): 470.

- Turner, N.C.**, (1974). Stomatal behavior and water status of maize, sorghum and tobacco under field conditions II. At low soil water conditions. *Plant Physiology* 53: 360-65.
- Turner, N.C.**, (1979). Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plant. In: *H. Mussels & R.C. Staples (Eds). "Stress Physiology in Crop Plants"*, John Wiley & Sons, NY, USA.
- Turner, N.C.**, (1986). Adaptation to water deficits: a changing perspective. *Aust. J. of Plant Physiology* 13: 175-89.
- Turner, N.C. and Jones, M.M.**, (1980). Turgor maintenance by osmotic adjustment. A review and evaluation. In: *N.C. Turner and P.K. Kramer (eds) "Adaptation of plants to water and high temperature stress"*. John Wiley & Sons, NY.
- Turner, N.C., Begg, J.E. and Tonnet, M.L.**, (1978). Osmotic adjustment of sorghum and sunflower crops in response to water deficits and its influence on the water potential at which stomata close. *Australian Journal of Plant Physiology* 5: 597-608.
- Turner, N.C., Schulze, E.D., and Gollan, T.**, (1984). The responses of stomata gas exchange to vapour pressure deficits and soil water content. I. Species comparison at high soil water contents. *Oecologia* 63: 338-42.
- Tyree, M.T. and Hammel, H.T.**, (1972). The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure bomb technique. *Journal of Experimental Botany* 23: 267-282.
- Tyree, M.T., Christy, L.A. and Ferrier, J.M.**, (1974). A Simpler Iterative Steady State Solution of Münch Pressure-Flow Systems Applied to Long and Short Translocation Paths. *Plant Physiology* 54:589-600.
- Tyree M.T. and Jarvis P.G.**, (1982). Water in tissues and cells. *Encyclopedia of Plant Physiology* 12B: 35-77.
- Van Ginkel, M., Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Tianyu, C., Lara, R.P., Trethowan, R.M., Sayre, K., Crossa, J., and Rajaram, S.**, (1998). Plant traits related to yield of wheat in early, late or continuous drought conditions. *Euphytica* 100: 109-21.

- Van Oosterom, E.J. and Acevedo, E.,** (1992a). Adaptation of barley (*Hordeum vulgare* L.) to harsh Mediterranean environments I. Morphological traits. *Euphytica* 62: 1-14.
- Van Oosterom, E.J. and Acevedo, E.,** (1992b). Adaptation of barley (*Hordeum vulgare* L.) to harsh Mediterranean environments III. Plant ideotype and grain yield. *Euphytica* 62: 29-38.
- Van Zeist, W.,** (1976). On macroscopic traces of food plants in southeastern Asia (with some reference to pollen data). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 275: 27-41.
- Vieira da Silva, J., Naylor, A.W. and Kramer, P.J.,** (1974). Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 71: 3243-47.
- Von Rumker, K.,** (1908). Die systematische Einteilung und Benennung der Getreidesorten für praktische Zwecke. *Jahrbuch der Deutschen landwirtschafts-Gesellschaft* 23: 137-167.
- Wang, Z., Cao, W., Dai, T., and Zhou, Q.,** (2001). Effects of endogenous hormones on floret development and grain in wheat. *Plant Regulation* 35: 225-31.
- Waring, R.H. and Cleary, B.D.,** (1967). Plant moisture stress: evaluation by pressure bomb. *Science* 155:1248-54.
- Westgate, M.E., Passioura, J.B. and Munns, R.,** (1996). Water status and ABA content of floral organs in drought-stressed wheat. *Aust. J. of Plant Physiol.* 23: 763-72.
- Willcox, G.H.,** (1992). Archaeobotanical significance of growing Near Eastern progenitors of domestic plants at Jales (France). In Anderson PC (ed.) *Prehistoire de l'agriculture*. Paris, Editions du CNRS, 159-177.
- Winter, S.R. and Musick, J.T.,** (1993). Wheat planting date effects on soil water extraction and grain yield. *Agron. J.* 85: 912-16.
- Wright, G.C., Smith, R.C.G. and Morgan, J.M.,** (1983). Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. 3. Physiological responses. *Australian Journal of Agric. Res.* 34: 637-51.

- Xiping, D., Lun, S. and Shinobu, I.,** (2002). Assessments on the water conservation practices and wheat adaptations to the semiarid and eroded environments. 12th ISCO Conference, Beijing.
- Xue, Q., Zhu, Z., Musick, J.T., Stewart, B.A., and Dusek, D.A.,** (2003). Root growth and water uptake in winter wheat under deficit irrigation. *Plant and Soil* 257: 151-61.
- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Liu, L.,** (2001). Water deficit-induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. *Agron. J.* 93: 196-206.
- Yang, J.C., Zhang, J.H., Wang, Z.Q., and Zhu, Q.S.,** (2003). Hormones in the grains in relation to sink strength and postanthesis development of spikelets in rice. *Plant Growth Regulation* 41: 185-95.
- Yang, J. and Zhang, J.,** (2005). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist* 169: 223-36.
- Yuan, G., Luo Yi, Xiaomin Sun, Tang, D,** (2004). Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management* 64: 29-40.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F.,** (1974). A decimal code for the growth stages cereals. *Weed Research* 14: 415-21.
- Zeven, A.C. and Zhukovsky, P.M.,** (1975). Dictionary of cultivated plants and their centers of diversity. Centre of Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Zeven, A.C.,** (1998). Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica* 104: 127-139.
- Zhang, J., Nguyen, H.T. and A. Blum,** (1999). Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 50, No 332: 291-302.