ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ - Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Δ.Μ.Π.Σ. "ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ"

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΧΟΡΤΟΔΟΤΙΚΩΝ ΨΥΧΑΝΘΩΝ *Trifolium resupinatum* ΚΑΙ *Hedysarum coronarium* ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Καθ. Σωτήρης Σ. Κανδρέλης

Μεταπτυχιακή διατριβή

Αποστόλου Δ. Ευθυμίου

Γεωπόνου Φ.Π.

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2009

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ - Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΧΟΡΤΟΔΟΤΙΚΩΝ ΨΥΧΑΝΘΩΝ *Trifolium resupinatum* ΚΑΙ *Hedysarum coronarium* ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. **Σωτήρης Σ. Κανδρέλης, Καθηγητής**
2. **Παναγιώτα Παπαστυλιανού, Αναπλ. Καθηγήτρια**
3. **Δημήτρης Παπαβασιλείου, Αναπλ. Καθηγητής**

Μεταπτυχιακή διατριβή

Αποστόλου Δ. Ευθυμίου

Γεωπόνου Φ.Π.

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες

Έχοντας ολοκληρώσει τη συγγραφή της παρούσας μελέτης, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για κάποιους ανθρώπους που συνέβαλαν τόσο στην διεκπεραίωση του πειραματικού μέρους όσο και στην ορθότερη σύσταση της εν λόγω εργασίας. Αρχικά επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Κανδρέλη Σωτήριο για τη βοήθεια, την καθοδήγηση, τις συμβουλές και τις διευκρινίσεις που μου παρείχε για την ολοκλήρωση της εργασίας μου. Επίσης, την καθηγήτρια κ. Παπαστυλιανού Παναγιώτα για τις πολύτιμες συστάσεις της, τις παρατηρήσεις, αλλά και για τα βοηθητικά σχόλια που μου έκανε. Τους γεωπόνους κ. Γάτσιο Παναγιώτη και Ζινδριλή Χριστόδουλο για την πολύτιμη βοήθειά τους στον αγρό αλλά και στο εργαστήριο, όπως και τον φοιτητή Αντωνόπουλο Φώτιο για την βοήθεια καθ'όλη την διάρκεια του πειράματος, τόσο στον αγρό όσο και στο εργαστήριο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κτηνοτροφία στην Ελλάδα αποτελεί το σημαντικότερο κομμάτι της πρωτογενούς παραγωγής. Η Ελλάδα, με κτηνοτροφικό κεφάλαιο 7.000.000 αιγοπροβάτων (25,8% του συνόλου στην Ευρώπη) και παραγωγή 700.000 τόνων γάλακτος (24,4% της συνολικής παραγωγής στην Ευρώπη) και 130.000 τόνων τυριού (35,5% της συνολικής παραγωγής στην Ευρώπη) είναι, μαζί με την Ιταλία, οι δύο σημαντικότερες χώρες στην παραγωγή γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων από αιγοπρόβατα στην Ευρώπη (FAO 2005).

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η κτηνοτροφία αποτελεί τη «βαριά» βιομηχανία της χώρας μας, με τεράστια οικονομικά μεγέθη. Ένα από τα βασικότερα ζητήματα των κτηνοτροφικών επιχειρήσεων είναι η διατροφή των ζώων. Αυτή αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι, αν αναλογιστούμε ότι περίπου το 10% των καλλιεργούμενων εκτάσεων στη χώρα μας καταλαμβάνεται από κτηνοτροφικά φυτά. Συνεπώς, η έρευνα πάνω στα φυτά αυτά λογίζεται ως άκρως απαραίτητη, ώστε να εντοπιστούν είδη και ποικιλίες βελτιωμένα (ες), σε ότι αφορά την παραγωγή, αλλά και τη διατροφική τους αξία, να ελέγχεται δε και η καταλληλότητα για την εγκατάσταση τους σε μια περιοχή, ανάλογα με τις υφιστάμενες εδαφικές και κλιματικές συνθήκες. Αυτό μπορεί επίσης, να βοηθήσει στην μείωση του κόστους παραγωγής, είτε λόγω της μείωσης του κόστους διατροφής των αγροτικών ζώων, είτε λόγω της αύξησης της παραγωγής.

Το αντικείμενο αυτό αποτελεί και το θέμα της παρούσας εργασίας, αφού αυτή ασχολείται με την ανάπτυξη και τις αποδόσεις δύο κτηνοτροφικών φυτών, του περσικού τριφυλιού (*Trifolium resupinatum L.*) και του ηδύσαρου ή σούλα (*Hedysarum coronarium L.*). Το τελευταίο είναι ένα νέο φυτό για τον Ελληνικό χώρο και γίνονται προσπάθειες να εισαχθεί στα καλλιεργούμενα κτηνοτροφικά φυτά στη χώρα μας, αφού σε γειτονικές χώρες έχει άριστα αποτελέσματα. Στην Ιταλία μάλιστα, το ηδύσαρο είναι από τα σημαντικότερα κτηνοτροφικά φυτά και οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με ηδύσαρο φτάνουν τα 150.00 εκτάρια.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Γενικά

Τα κτηνοτροφικά φυτά στην χώρα μας καλλιεργούνται σε έκταση που καταλαμβάνει το 8 έως 10% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Τα τελευταία έτη όμως, παρατηρείται μια τάση μείωσης των καλλιεργούμενων εκτάσεων, με άμεσο αποτέλεσμα να έχει μειωθεί επικίνδυνα η χορήγηση χοντροειδών ζωοτροφών (Κανδρέλης 1996). Είναι εξάλλου γεγονός ότι η χώρα μας δεν μπορεί να αποκτήσει τους φυσικούς λειμώνες, που υπάρχουν σε άλλες χώρες, λόγω των υφιστάμενων εδαφικών και κλιματικών συνθηκών (Δαλιάνης 1983).

Σε αρκετές περιοχές τα αγροτικά ζώα είναι δυνατόν να ικανοποιήσουν πλήρως τις διατροφικές τους ανάγκες, βόσκοντας σε όλη τη διάρκεια του έτους μέσα στα λιβάδια, με την κατάλληλη ρύθμιση της βόσκησης κατά χρόνο, χώρο και αριθμό ζώων.

Σε άλλες πάλι περιοχές, οι ιδιαίτερες εδαφοπονικές συνθήκες που επικρατούν, είναι δυνατόν να επιβάλλουν τη βόσκηση για ορισμένους μόνο μήνες του έτους, ως οικονομικά αποτελεσματικότερη για την πλήρη ικανοποίηση των αναγκών των ζώων από τα λιβάδια, ενώ τον υπόλοιπο χρόνο, τα αγροτικά ζώα δέχονται πλήρες σιτηρέσιο από συμπυκνωμένες τροφές και σανό.

Συνήθης είναι εξάλλου η περίπτωση κατά την οποία τα αγροτικά ζώα παραμένουν βόσκοντας καθ' όλο το έτος στα λιβάδια, δεχόμενα συμπληρωματική τροφή κατά την περίοδο χαμηλής θρεπτικότητας των φυσικά αναπτυσσόμενων φυτών του λειμώνα.

Κατά ένα μέρος λοιπόν, η κτηνοτροφική παραγωγή εξαρτάται από την παραγωγή των φυσικών ή τεχνητών λειμώνων και γενικώς από τα γεωργικά προϊόντα (Κανδρέλης 1996). Η εξέλιξη συνεπώς ενός συστήματος καλλιέργειας που θα μας επιτρέψει να περάσουμε από τους λειμώνες στην παραγωγή σανού για τα σταβλισμένα ζώα, απαιτεί να αναζητήσουμε καλλιεργούμενα χορτοδοτικά είδη που θα παρουσιάζουν ταχεία ανάπτυξη στα τέλη του χειμώνα έτσι ώστε, να εξασφαλίσουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο κάλυψης των αναγκών σε χόρτο (Martiniello and Ciola 1993).

2.2. Ψυχανθή

Τα ψυχανθή αποτελούν μια μεγάλη οικογένεια φυτών με περίπου δέκα χιλιάδες είδη, και ανήκουν στην τάξη των *Fabales*. Είναι φυτά δικοτυλήδονα, ετήσια, διετή ή πολυετή, και παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Κανδρέλης 1996):

- Τα φύλλα τους είναι σύνθετα
- Τα σπέρματα ωριμάζουν μέσα σε λοβούς
- Τα άνθη τους μοιάζουν με ψυχές (οι πεταλούδες των λεπιδοπτέρων)
- Τα φυτά έχουν την ιδιότητα να αναπτύσσουν συμβιωτικές σχέσεις με τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*, τα καλούμενα και ως αζωτοβακτήρια.

Τα καλλιεργούμενα ψυχανθή, ανάλογα με το είδος ή τις οικολογικές τους απαιτήσεις, καλλιεργούνται για διάφορους σκοπούς. Μερικά από αυτά, όπως η μηδική ή τα τριφύλια, καλλιεργούνται αποκλειστικά για το χόρτο τους, το οποίο χρησιμοποιείται στη διατροφή των ζώων υπό διάφορες μορφές (Κανδρέλης 1996).

Είναι κοινά αποδεκτό άλλωστε, ότι η θρεπτική αξία των ψυχανθών είναι ανώτερη από αυτή των αγροστωδών και ότι οι τεχνητοί λειμώνες με ψυχανθή που προσφέρονται για βόσκηση μπορούν να καλύψουν πλήρως τις διατροφικές ανάγκες των μηρυκαστικών, σε συστήματα εντατικής εκτροφής. Η καλλιέργεια ψυχανθών είναι πολλά υποσχόμενη, καθώς τα ψυχανθή είναι πλουσιότερα σε πρωτεΐνες με υψηλή βιολογική αξία απ' ό,τι οι λιπαρές τροφές και επίσης, περιέχουν μέτριες ποσότητες συμπυκνωμένων ταννινών και φλαβονοειδών (Rochon *et al.* 2003).

2.2.1. Τριφύλια

Με το όνομα τριφύλι είναι γνωστά περίπου 250 είδη φυτών του γένους *Trifolium*, που είναι ένα από τα σημαντικότερα είδη της οικογένειας των ψυχανθών. Από αυτά, 25 περίπου είδη παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη διατροφή των ζώων που βόσκουν σε βοσκοτόπους (Δαλιάνης 1983).

Το κέντρο καταγωγής των τριφυλιών είναι η νοτιοδυτική Μικρά Ασία και η Ν.Α. Ευρώπη. Δεν υπάρχουν στοιχεία ότι κάποιο φυτό ταυτίζεται με το τριφύλι στην Αρχαία Ελλάδα, ενώ σήμερα απαντώνται αυτοφυή 60 περίπου είδη (Κανδρέλης 1996).

Τα τριφύλια είναι πολυετείς, διετείς ή μονοετείς, πόες. Τα άνθη τους έχουν χρώμα πορφυροειδές, κόκκινο ή ρόδινο, λευκό ή κίτρινο, και φέρονται σε σφαιρικές ή ωοειδείς κεφαλές. Ο αριθμός των ανθέων σε κάθε κεφαλή κυμαίνεται από 5 μέχρι 275 και ο κάλυκάς τους είναι χοανοειδής ή κωδωνοειδής, με 5 ισομήκη ή άνισα δόντια. Τα πέταλα είναι συμφυή στη βάση τους, εκτός από τον πέτασο, και οι πτέρυγες είναι μικρότερες από την τρόπιδα. Οι 10 στήμονες είναι διάδελφοι. Μερικά είδη τριφυλιών είναι αυτογόνιμα και, είτε αυτογονιμοποιούνται, είτε χρειάζονται την βοήθεια εντόμων για να γίνει η επικονίαση, ενώ άλλα είδη είναι αυτόστειρα και χρειάζεται να γίνει σταυρογονιμοποίηση (Κανδρέλης 1996).

Ο αριθμός των σπόρων σε κάθε λοβό διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα είδη και αυτός κυμαίνεται από 1 έως 8 σπόρους. Το σχήμα των σπόρων μπορεί να είναι στρογγυλωπό, ωοειδές, ελλειψοειδές, αντωοειδές, και το χρώμα τους κιτρινωπό, καστανό διαφόρων αποχρώσεων ή κοκκινωπό. Μεγάλη παραλλακτικότητα παρατηρείται και ως προς το μέγεθος του σπόρου. Στα καλλιεργούμενα είδη τριφυλιού βάρος 1g σπόρων μπορεί να περιέχει από 140 έως 1.500 σπόρους. Επίσης, στα διάφορα είδη, διαφορές παρουσιάζει και το ριζικό σύστημα. Αυτό μπορεί να αποτελείται, είτε από μία πασαλώδη ρίζα, είτε από επιπλέον στόλονες ή ριζώματα. Τα φύλλα είναι συνήθως σύνθετα με τρία φυλλάρια και σε λίγα είδη με πέντε φυλλάρια. Στα τριφύλια τα τρία φυλλάρια εκφύονται από το ίδιο σημείο του μίσχου (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

Όλα τα τριφύλια χρησιμοποιούνται για βόσκηση, ενσίρωση, σανό, χλωρή λίπανση, ενώ αρκετά από αυτά έχουν και εξαιρετικές μελιτογόνες ιδιότητες (Παπαθεοχάρη 2003).

Γενικά, τα τριφύλια είναι φυτά των εύκρατων κλιμάτων. Η εξάπλωσή τους επηρεάζεται από την θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τη φωτοπερίοδο. Οι ευνοϊκότερες συνθήκες για την ανάπτυξή τους είναι οι μέτριες θερμοκρασίες και η άφθονη ομοιόμορφη κατανομή της εδαφικής υγρασίας. Τα περισσότερα είδη είναι μακράς φωτοπεριόδου. Αν οι παραπάνω συνθήκες είναι ευνοϊκές, τότε τα τριφύλια μπορούν να αναπτυχθούν σε ποικιλία εδαφών (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

Στην χώρα μας καλλιεργούνται περίπου 120.000 στρέμματα με τριφύλια, με μέση ετήσια παραγωγή σανού 95.000 τόνων. Τα κυριότερα κέντρα καλλιέργειας τριφυλιών είναι η Μακεδονία, η Ήπειρος, η Στερεά Ελλάδα και η Πελοπόννησος (Δαλιάνης 1983).

2.2.1.1. Τριφύλι το Περσικό (*Trifolium resupinatum*)

Κατάγεται από την περιοχή της Μικράς Ασίας και καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις στο Ιράν, το Ιράκ, την Ινδία και τις νότιες ΗΠΑ, ενώ στην Ελλάδα απαντάται σε όλα τα μέρη, σε βοσκότοπους, σε χέρσους ή καλλιεργούμενους αγρούς (Δαλιάνης 1983, Κοντσιώτου 1992).

Το περσικό τριφύλι είναι εξαιρετική τροφή για τη βόσκηση των αγροτικών ζώων, ενώ χρησιμοποιείται και για την παραγωγή σανού, ο οποίος είναι υψηλής θρεπτικής αξίας (Παπαθεοχάρη 2003).

Είναι ετήσιο χειμερινό φυτό με βιολογικό κύκλο 8 μηνών. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα τα φυτά παραμένουν με τη μορφή ροζέτας, ενώ την άνοιξη οι βλαστοί αναπτύσσονται ταχύτατα και το ύψος τους φτάνει από 45 έως 90cm, ενώ αυτό μπορεί να φτάσει και μέχρι τα 120cm (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

Τα φύλλα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, μοιάζουν με εκείνα του έρποντος τριφυλιού και η διάκριση των δύο ειδών είναι δύσκολη (Κανδρέλης 1996).

Με την έλευση της άνοιξης, η ανάπτυξη του φυτού επιταχύνεται και σχηματίζονται φύλλα με μακρείς μίσχους, συνήθως με τρία φυλλάρια, σχήματος ωοειδούς ή ελαφρώς στρογγυλευμένου. Τα άνθη, συνήθως ροζ χρωματισμού, φέρονται σε σφαιρικές κεφαλές στην άκρη ενός μακριού άξονα ο οποίος εκφύεται από τις μασχάλες των φύλλων. Είναι είδος αυτογονιμοποιούμενο με μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης. Οι σπόροι είναι μικροί (περίπου 2.000 ανά γραμμάριο) και το χρώμα τους ποικίλει από κιτρινοπράσινο έως κοκκινοκαφέ. Το 95% των σπόρων είναι σκληροί, γεγονός που συμβάλλει στην φυσική επανασπορά και την επιβίωση του φυτού (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005). Αυτό το χαρακτηριστικό του περσικού τριφυλιού το καθιστά ιδιαιτέρα κατάλληλο για τους λειμώνες, αφού οι άφθονοι σπόροι που πέφτουν στο έδαφος φυτρώνουν τον επόμενο χρόνο (Δαλιάνης 1983).

Η καταλληλότερη εποχή σποράς είναι νωρίς το φθινόπωρο, μετά τις πρώτες βροχές. Με την ανοιξιάτικη σπορά, η ανάπτυξη των φυτών είναι μικρή και αν δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό, τα φυτά συνήθως ξηραίνονται πριν δώσουν ικανοποιητική παραγωγή. Η

απαιτούμενη για τη σπορά ποσότητα των σπόρων ανά στρέμμα κυμαίνεται από 500g έως 2Kg, ανάλογα με τον τρόπο σποράς.

Το περσικό τριφύλι μπορεί να καλλιεργηθεί σε βαριά, υγρά και μετρίως αλατούχα εδάφη (Evans *et al.* 2002). Παρόλο που το καταλληλότερο pH εδάφους είναι μεγαλύτερο από 6,5, αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε ελαφρώς όξινα εδάφη (pH 5,5 - 5,7). Επίσης, είναι αρκετά ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, και για το λόγο αυτό η χρήση του συνιστάται και στις βορειότερες και ψυχρότερες περιοχές της χώρας μας (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

2.2.1.1.1. Αποδόσεις

Η παραγωγή σε σανό και σπόρο των χορτοδοτικών καλλιεργειών στο χώρο της Μεσογείου ποικίλλει. Η αστάθεια στην παραγωγή πιθανόν να οφείλεται στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες επικρατούν κατά τη διάρκεια του βλαστικού και αναπαραγωγικού σταδίου ανάπτυξης των φυτών. Σε αυτές τις συνθήκες, η καλλιέργεια χειμερινών ετήσιων ψυχανθών και αγροστωδών χορτοδοτικών ειδών μπορεί να είναι σημαντική για τη σταθεροποίηση της παραγωγής (Martinello 1999). Το περσικό τριφύλι, ως ετήσιο χειμερινό χορτοδοτικό ψυχανθές, μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή σανού στο χώρο αυτό.

Οι αποδόσεις σε χλωρό και ξηρό βάρος του περσικού τριφυλιού διαφέρουν ανάλογα με το διάστημα που μεσολαβεί από κοπή σε κοπή. Οι μέγιστες αποδόσεις επιτυγχάνονται όταν το διάστημα αυτό είναι 30 ημέρες, γεγονός που μας επιτρέπει να φθάσουμε μέχρι και τις έξη κοπές, με αποδόσεις που κυμαίνονται στους 8,7 τόνους ανά στρέμμα σε χλωρό βάρος και 1,1 τόνους ανά στρέμμα σε ξηρό βάρος (Nazir and Shah 1985).

Στη χώρα μας ο αριθμός των κοπών κυμαίνεται από 2 έως 3 σε ξηρική καλλιέργεια και από 4 έως 5 σε αρδευόμενη, ενώ οι αποδόσεις σε σανό φτάνουν τους 0,5 τόνους ανά στρέμμα στην ξηρική και μέχρι 1,5 τόνους ανά στρέμμα στην αρδευόμενη (Κοντσιώτου 1992). Η καλύτερη ποιότητα σανού επιτυγχάνεται με κοπή στο ένα τέταρτο της άνθησης. Νωρίς την άνοιξη, όταν η πρώτη ανθοφορία καθυστερήσει, η πρώτη κοπή γίνεται στην έναρξη της αναβλάστησης των κατώτερων οφθαλμών (Παπακώστα-Τασοπούλου 2005).

Ένας από τους κυριότερους λόγους για τους οποίους αποτυγχάνει η εγκατάσταση μιας καλλιέργειας περσικού τριφυλιού είναι και η έλλειψη αζωτοβακτηρίων στο έδαφος. Γι αυτό είναι απαραίτητη η τεχνητή μόλυνση του σπόρου με τον κατάλληλο βιότυπο. Τέλος, η προσθήκη φωσφορούχων ή και καλιούχων λιπασμάτων είναι πολλές φορές απαραίτητη για την επιτυχία της καλλιέργειας (Δαλιάνης 1983).

2.2.2. Ηδύσαρο ή Σούλα (*Hedysarum coronarium L.*)

2.2.2.1. Καταγωγή - Εξάπλωση – Οικονομική σημασία

Με το όνομα ηδύσαρο είναι γνωστά 80 περίπου θαμνώδη ή ποώδη, ετήσια ή πολυετή είδη φυτών του γένους *Hedysarum* που αυτοφύονται στην Ευρώπη, την Ασία, την Αφρική και τη Βόρεια Αμερική (Δαλιάνης 1983).

Το ηδύσαρο *(Hedysarum coronarium L.)* είναι ένα βραχύβιο, πολυετές, φυλλώδες ψυχανθές που κατάγεται από τη λεκάνη της Μεσογείου, όπου και καλλιεργείται ως διετές φυτό, χωρίς να αρδεύεται (Borreanni *et al.* 2003).

Από τις χώρες τις Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ιταλία είναι η μόνη χώρα στην οποία η καλλιέργεια του ηδύσαρου γίνεται συστηματικά (Sarno and Stringi 1982). Καλλιεργείται ως κτηνοτροφικό φυτό σε εκτάσεις που φτάνουν τα 150.000 εκτάρια (Borreani *et al.* 2003). Η εισαγωγή του είδους στα καλλιεργούμενα φυτά έγινε στην Καλαβρία της Ιταλίας το 1766, από τον Γκριμάλντι (Grimaldi) (Sarno and Stringi 1982). Άλλες χώρες στις οποίες υπάρχουν καλλιέργειες ηδύσαρου είναι η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Τυνησία (Borreanni *et al.* 2003). Στη χώρα μας έχουν γίνει προσπάθειες εισαγωγής του φυτού στα καλλιεργούμενα είδη, αλλά αυτές έως σήμερα δεν απέδωσαν (Δαλιάνης 1983). Το 1949 το ηδύσαρο εισήχθη στη Νέα Ζηλανδία και την Αυστραλία (Borreani *et al.* 2003). Αυτό έγινε κυρίως λόγω των ιδιοτήτων που έχει το ηδύσαρο, όσον αναφορά στην αζωτοδέσμευση και στη βελτίωση της δομής του εδάφους (Annicchiarico *et al.* 2003). Η εγκατάσταση του τόσο μακριά από το κέντρο καταγωγής του είχε ενδιαφέρον. Τελικά, το ηδύσαρο έδωσε καλές αποδόσεις με πολύ καλή ποιότητα χλωρής νομής που χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Annicchiarico *et al.* 2003).

2.2.2.2. Βιολογία – Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το ηδύσαρο ανήκει στην τάξη *Fabales*, οικογένεια *Leguminosae* ή *Fabaceae*, γένος *Hedysarum*, είδος *coronarium*, με διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων 2n = 16.

Χαρακτηρίζεται από αυξημένο πολυμορφισμό και έτσι, με βάση την θέση και τη γωνία που σχηματίζουν οι βλαστοί με το έδαφος, έχει ποικίλη ανάπτυξη, ήτοι: πλαγιότροπη, ορθότροπη, ημιπλαγιότροπη, ημιορθότροπη έως και πλάγια έρπουσα.

Το μέγεθος των βλαστών ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της ανάπτυξης καθώς και το περιβάλλον. Οι τύποι ανάπτυξης ημιορθότροπη και ημιπλαγιότροπη φτάνουν το μέγιστο της βλαστικής ανάπτυξης, με μήκος βλαστού από 140cm έως και 160cm.

Η ρίζα είναι πασαλώδης, ποικίλου μεγέθους και σχήματος, αναπτυγμένη και φέρει πολυάριθμες πλάγιες διακλαδώσεις που εκφύονται υπό διάφορα ύψη της κύριας ρίζας.

Οι βλαστοί είναι απλοί ή διακλαδιζόμενοι, κοίλοι ή συμπαγείς, με νευρώσεις περισσότερο ή λιγότερο πυκνές, με διάφορα χρώματα από πράσινο έντονο έως κόκκινο σκούρο, σε διάφορα μεγέθη και αριθμούς. Τα φυτά με ημιορθότροπη ανάπτυξη παρουσιάζουν συνήθως τον μεγαλύτερο αριθμό βλαστών.

Τα φύλλα είναι σύνθετα, εναλλασσόμενα άνισα, με 2 έως 12 ζεύγη φυλλαρίων, εκτός από το τελικό, το οποίο συγκρινόμενο με τα πλαϊνά, μπορεί να έχει διαφορετική ανάπτυξη, ανάλογα με τον βιότυπο. Τα φυλλάρια μπορεί να έχουν διάφορα μεγέθη και σχήματα, ήτοι: στρογγυλά, στρογγυλοποιημένα, λογχοειδή, περισσότερο ή λιγότερο οξύλικτα, με μικρό κόλπο στην άκρη, έντονα τριχωτά στην κάτω επιφάνεια. Γενικά, φυτά με ημιπλαγιότροπη ανάπτυξη έχουν πιο πολλά ζεύγη φυλλαρίων.

Τα άνθη φέρονται σε βοτρυώδη ταξιανθία, είναι έμμισχα, κωνικο-σφαιρικού σχήματος και χρώματος πορφυρού.

Οι καρποί είναι οξύληκτοι στον άξονα, αποτελούμενοι από 2 έως 5 υποδιαιρέσεις, μονόσπερμοι, ημισφαιρικοί, περιλαμβανόμενοι σε αγκαθωτά εξογκώματα χρώματος καστανού.

Οι σπόροι είναι νεφροειδείς, κίτρινοι - καστανοί και γυαλιστεροί. Η περιεκτικότητα σε σκληρούς σπόρους είναι πολύ αυξημένη και μπορεί να φτάσει σε ποσοστό έως και το 40%. Το βάρος των 1.000 σπόρων (γυμνών) κυμαίνεται από 4,50 έως 4,80g.

Το ηδύσαρο είναι σταυρογονιμοποιούμενο εντομόφιλο είδος με πολύ μικρό ποσοστό αυτογονιμοποίησης, 1 έως 2% (Sarno and Stringi 1982).

2.2.2.3. Βλαστικός κύκλος

Το ηδύσαρο στον Μεσογειακό χώρο σπέρνεται συνήθως το φθινόπωρο και η ανάπτυξη των σπορόφυτων επηρεάζεται από τον χρόνο σποράς, σε σχέση με τον χρόνο που πέφτουν οι πρώτες βροχές (Sulas *et al.* 1998). Ο σπόρος αρχίζει να φυτρώνει σε θερμοκρασίες 5 έως 6°C. Κατάλληλη θερμοκρασία είναι όμως οι 10°C, ενώ ιδανική θερμοκρασία θεωρούνται οι 25°C. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να φυτρώσει ο σπόρος ποικίλει, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, αλλά και τον τύπου του σπόρου. Σε σπορά με γυμνό σπόρο, με θερμοκρασία 16°C και ικανοποιητική υγρασία, τα κοτυλιδονόφυλλα εξέρχονται του εδάφους σε 7 με 10 ημέρες (Sarno and Stringi 1982). Μετά το φύτρωμα ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών είναι μειωμένος λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα, κατά τη διάρκεια του οποίου είναι δυνατόν να αναπτύσσεται μόνο εφόσον επικρατούν ευνοϊκές θερμοκρασίες. Την άνοιξη ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνει πολύ γρήγορα φτάνοντας το μέγιστο από τα τέλη Μαρτίου μέχρι την άνθηση και την ξυλοποίηση των βλαστών (Sulas *et al.* 1998). Σε ανοιξιάτικες σπορές τα φυτά σπάνια φτάνουν στην άνθηση πριν τον καλοκαιρινό λήθαργο (Sarno and Stringi 1982).

Το καλοκαίρι το ηδύσαρο εισέρχεται σε λήθαργο, αντιλαμβανόμενο τις υψηλές θερμοκρασίες και τη μακρά φωτοπερίοδο (Sulas *et al.* 1998). Είναι άλλωστε, φωτοπεριοδικά, φυτό μικρής φωτοπεριόδου (Sarno and Stringi 1982). Για το λόγο αυτό, η καλοκαιρινή άρδευση είναι αναποτελεσματική και η περίοδος ανάπτυξης του ηδύσαρου δεν μπορεί να επιμηκυνθεί με την άρδευση (Sulas *et al.*1998).

Το φθινόπωρο, μετά τις πρώτες βροχές, το ηδύσαρο αναβλαστάνει από τους οφθαλμούς των φυτών της προηγούμενης χρονιάς, όπως συμβαίνει με τα πολυετή είδη,

αλλά επανεγκαθίσταται με νέα σπορόφυτα, από σπόρους που παρήχθησαν την προηγούμενη χρονιά (Sulas *et al.* 1996). Κατά το διάστημα που μεσολαβεί από τον πρώτο στον δεύτερο χρόνο καλλιέργειας, στο διάστημα λήθαργου δηλαδή, παρατηρείται συνήθως μια μείωση στην πυκνότητα των φυτών (Sulas *et al.* 1998), η οποία οφείλεται σε φυσιολογικούς κλιματικούς παράγοντες, σε τρωκτικά ή σε καταστροφή λόγω υψηλών θερμοκρασιών των λανθανόντων οφθαλμών του στελέχους (Sarno and Stringi 1982).

Στον δεύτερο βλαστικό κύκλο τα φυτά φτάνουν σε ικανοποιητική ανάπτυξη τον Νοέμβριο με Δεκέμβριο και, σε αντίθεση με τον πρώτο κύκλο, τα φυτά δεν υφίστανται ζημιές από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, μπορούν όμως να υποστούν ζημιές από τους ανοιξιάτικους παγετούς. Την άνοιξη αυξάνει και πάλι ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών και φτάνουν στην άνθηση και την ξυλοποίηση των βλαστών (Sarno and Stringi 1982). Το διάστημα που μεσολαβεί από την έναρξη της αύξησης των φυτών, συνήθως τον Ιανουάριο, μέχρι την άνθηση είναι περίπου 5 μήνες και είναι το ίδιο και στους δύο παραγωγικούς κύκλους (Anastasi and Santonoceto 1998). Σύμφωνα όμως με τους Sarno and Stringi (1982), τα φυτά, στο δεύτερο χρόνο καλλιέργειας, ανθίζουν πιο πρώιμα.

Η άνθηση εξελίσσεται κλιμακωτά, τόσο στις διακλαδώσεις όσο και τις ταξιανθίες, από τη βάση προς την κορυφή. Σε πολύ πυκνές σπορές, η καρποφορία γίνεται αποκλειστικά στις κορυφαίες διακλαδώσεις. Επίσης, και η ωρίμανση του σπόρου γίνεται κλιμακωτά (Sarno and Stringi 1982).

Μετά τον δεύτερο χρόνο, το λιβάδι του ηδύσαρου εξαντλείται, καθώς επιβιώνει ελάχιστος αριθμός φυτών (Sulas *et al.* 1996) και μειώνεται η οικονομικότητά του (Sarno and Stringi 1982). Έτσι, το φυτό, είτε επανασπέρνεται, είτε δίνει τη θέση του στα αγροστώδη, εφόσον ακολουθείται κάποιο σύστημα αμειψισποράς.

2.2.2.4. Περιβαλλοντικές απαιτήσεις

Γενικά, το ηδύσαρο αποκτά ικανοποιητικούς βαθμούς αντοχής και παρουσιάζει αυξημένη παραγωγικότητα σε δυσμενείς, για κάποια άλλα φυτά, συνθήκες περιβάλλοντος.

Όσον αφορά τις κλιματικές απαιτήσεις, το ηδύσαρο βλαστάνει σε συνθήκες μικρής ημέρας, δηλαδή φθινόπωρο - χειμώνα, και ανθίζει σε συνθήκες μεγάλης ημέρας (Μάιος - Ιούνιος). Το καλοκαίρι, το ηδύσαρο αναστέλλει τις φυσιολογικές λειτουργίες του και εισέρχεται σε λήθαργο, κυρίως λόγω της μακράς φωτοπεριόδου και των υψηλών θερμοκρασιών. Η έλλειψη υγρασίας δεν παίζει κανένα ρόλο, αλλά και στις ποτιστικές καλλιέργειες ηδύσαρου δεν παρατηρείται παρά μια ελάχιστη ανάπτυξη.

Οι άριστες θερμοκρασίες για την βλαστική ανάπτυξη είναι 15 έως 16°C, ενώ πάνω από τους 25°C τα φυτά αρχίζουν να καταπονούνται. Όσον αφορά τις ελάχιστες θερμοκρασίες, το ηδύσαρο αναστέλλει τη βλαστική του ανάπτυξη στους 2 ώς 4°C, αλλά δεν παθαίνει ζημιές, ακόμη και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Βέβαια, σε θερμοκρασίες της τάξης των -10°C, το ριζικό αλλά και το υπέργειο τμήμα ζημιώνονται και αυτός είναι

ίσως, ο σημαντικότερος λόγος που η καλλιέργεια του ηδύσαρου δεν εξαπλώνεται προς τη βόρεια Ευρώπη.

Το ηδύσαρο διακρίνεται για την ιδιαίτερη αντοχή του στην ξηρασία. Όμως, παρόλη την αντοχή του στις εξαιρετικά ξηρές συνθήκες, το φυτό καταπονείται και αυτό εκδηλώνεται με μειωμένη παραγωγή, μείωση στην ικανότητα αναβλάστησης μετά την κοπή και μείωση του βλαστικού του κύκλου και έχει ως τελική συνέπεια την υποβάθμιση της θρεπτικής αξίας και της ποιότητάς του σε χόρτο.

Το ηδύσαρο, όσον αφορά τις εδαφικές του απαιτήσεις, έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα. Τα εδάφη που επιλέγονται για την εγκατάσταση του ηδύσαρου είναι τα γόνιμα και βαθιά ασβεστούχα και αργιλώδη εδάφη. Επίσης, όταν αυτό καλλιεργείται και σε φτωχά, άγονα και συμπιεσμένα εδάφη, δίνει καλά αποτελέσματα, αρκεί αυτά να είναι εφοδιασμένα με ασβέστιο (Sarno and Stringi 1982). Επιπροσθέτως, φαίνεται να προσαρμόζεται καλά και σε εδάφη με χαμηλή διαθεσιμότητα φωσφόρου (Squartini *et al.* 2002). Ακατάλληλα για την καλλιέργεια ηδύσαρου φαίνεται πως είναι τα όξινα και τα αλατούχα εδάφη, αλλά και αυτά που νεροκρατούν (Sarno and Stringi 1982). Μολονότι το ηδύσαρο είναι ένα εξαίρετο φυτό, οσάκις αυτό χρησιμοποιείται για την παραγωγή σανού ή προσφέρεται για βόσκηση, λόγω αυτής της αδυναμίας του να αναπτυχθεί σε όξινα ή αλατούχα εδάφη, προτιμώνται, εναλλακτικά, αντ' αυτού άλλα ψυχανθή είδη, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία βοσκοτόπων, όπως π.χ. το περσικό τριφύλι, το οποίο με τη σειρά του όμως, δεν μπορεί να καλύψει τις αυξημένες ανάγκες σε πρωτεΐνη για τα ζώα γαλακτοπαραγωγής, όπως με επιτυχία αυτές επιτελούνται από το ηδύσαρο, αν και, όταν αυτό χρησιμοποιείται ως αμιγής καλλιέργεια, δίνει καλή παραγωγή σε χλωρή ουσία (Molle *et al.* 2008).

Οποιοσδήποτε και αν είναι ο τύπος του εδάφους, απαραίτητη για την ανάπτυξη του ηδύσαρου, ακόμη και για το φύτρωμα του, είναι η παρουσία ειδικού συμβιωτικού βακτηρίου (Sarno and Stringi 1982). Έτσι, στα εδάφη που καλλιεργείται το ηδύσαρο για πρώτη φορά γίνεται «μόλυνση» του εδάφους με τον παραδοσιακό τρόπο, δηλαδή, με τη μεταφορά χώματος από αγροτεμάχιο με καλλιέργεια ηδύσαρου ή με την ενσωμάτωση στο έδαφος ολόκληρων φυτών ηδύσαρου.

2.2.2.5. Καλλιεργητική τεχνική

Το ηδύσαρο είναι ένα φυτό που εμπλουτίζει το έδαφος με άζωτο. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται στην αρχή της εναλλαγής των καλλιεργειών, όταν εφαρμόζεται αμειψισπορά, και να ακολουθεί φυτό που εξαντλεί το άζωτο του εδάφους. Έτσι, για τις αμειψισπορές, η πιο διαδεδομένη κατάσταση είναι η καλλιέργεια του ως μονοφυτικός λειμώνας και ακολουθεί κυρίως, καλλιέργεια με σιτάρι, κριθάρι ή βρώμη. Η πιο συνήθης εναλλαγή είναι η τριετής, ήτοι: ηδύσαρο - ηδύσαρο - σιτάρι ή ή τετραετής, ήτοι: ηδύσαρο - ηδύσαρο - σιτάρι - σιτάρι. Επίσης, χρησιμοποιείται και σε πενταετή προγράμματα ως εξής: κουκιά – σιτάρι – ηδύσαρο – ηδύσαρο - σιτάρι ή λειμώνας – κουκιά - σιτάρι με ηδύσαρο συγκαλλιέργεια - ηδύσαρο - σιτάρι (Sarno and Stringi 1982).

Στην κεντρική Ιταλία, λόγω των δυσμενών κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν, το ηδύσαρο καλλιεργείται μόνο για ένα χρόνο, ως ετήσιο φυτό, ως επίσπορη καλλιέργεια ή σε συγκαλλιέργεια με σιτάρι. Τα αποτελέσματα της συγκαλλιέργειας αυτής είναι αρκετά ευνοϊκά για την παραγωγικότητα του σιταριού, λόγω των ιδιοτήτων του ριζικού συστήματος του ηδύσαρου (πασαλώδες, πολύ αναπτυγμένο, πλούσιο σε φυμάτια) που βελτιώνουν τη δομή, τις φυσικοχημικές και τις μικροβιακές ιδιότητες του εδάφους.

Οι Sarno και Stringi (1982) αναφέρουν ότι μια καλλιέργεια 2 ετών ηδύσαρου αφήνει στο έδαφος 20 κιλά ανά στρέμμα οργανικά υπολείμματα, ποσότητα που ισοδυναμούν με 590 κιλά ανά στρέμμα κοπριάς βοοειδών και 7 κιλά ανά στρέμμα άζωτο.

Πριν από την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας ηδύσαρου, ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι η κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους, ανάλογα με την εποχή σποράς, αλλά και τον τύπο της αμειψισποράς που σκοπεύουμε να ακολουθήσουμε. Είναι βέβαιο ότι το ηδύσαρο δέχεται ευεργετικά την βαθειά άροση και τη σωστή προετοιμασία της σπορόκλίνης. Όσον αφορά το βάθος της καλλιέργειας του εδάφους, σε αργιλώδη εδάφη θα φτάσουμε τουλάχιστον τα 30 με 35 εκατοστά, ενώ σε εδάφη μέσης σύστασης το ικανοποιητικό βάθος καλλιέργειας είναι τα 20 με 25 εκατοστά.

Όσον αφορά την εποχή των εργασιών, είτε πρόκειται για φθινοπωρινή, είτε για ανοιξιάτικη σπορά, αυτή πρέπει να γίνεται σε «γυμνό» έδαφος. Έτσι, μετά την συγκομιδή τυχόν προϋπάρχουσας καλλιέργειας θα πρέπει να γίνεται άμεσα, η σάρωση, το σπάσιμο των εδαφικών συσσωματωμάτων (σβόλων) και η ζιζανιοκτονία. Όταν στην εναλλαγή των καλλιεργειών (αμειψισπορά) χρησιμοποιείται ένα σκαλιστικό φυτό, τότε πραγματοποιούνται εργασίες που κάνουν το χώμα πιο «αφράτο». Γίνεται δηλαδή, μια επιφανειακή κατεργασία, έτσι ώστε αυτή να ανασηκώσει το έδαφος, μειώνοντας τις πιθανές ρωγμές, και ακολούθως έπεται ένα κατάλληλο σβάρνισμα, ώστε να ακολουθήσει τελικά η σπορά. Την άνοιξη, όταν το ηδύσαρο συγκαλλιεργείται με σιτηρό, δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση των ειδικών εργασιών προετοιμασίας του εδάφους.

Οι βιοχημικές ιδιότητες του είδους και ο ρυθμός απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων δεν είναι πλήρως γνωστοί. Επίσης, δεν είναι πλήρως καθορισμένες οι λιπαντικές απαιτήσεις. Το γεγονός όμως ότι το ηδύσαρο είναι ψυχανθές, ικανοποιεί τις ανάγκες του σε άζωτο. Σύμφωνα με τους Sarno και Stringi (1982), το ηδύσαρο έχει μεγάλες απαιτήσεις σε φώσφορο και κάλιο. Έτσι, πριν από την σπορά, κατά τη βαθειά άροση, χορηγούνται δόσεις φωσφόρου της τάξης των 10 με 20 κιλών το στρέμμα, ενώ ισόποση πρέπει να είναι και η δόση καλίου. Προσοχή χρειάζεται σε ασβεστούχα εδάφη στα οποία, έστω και αν υπάρχει κάλιο, ο ρυθμός απορρόφησής του είναι μικρός, λόγω του ανταγωνισμού των ασβεστίου και καλίου. Βέβαια, σύμφωνα με τους Squartini *et al.* (2002) το ηδύσαρο πρασαρμόζεται πολύ καλά και δίνει καλά αποτελέσματα ανάπτυξης και παραγωγής και σε εδάφη με μειωμένο φώσφορο.

2.2.2.6. Σπορά

Ο σπόρος του ηδύσαρου περιέχεται σε λοβό, ο οποίος διαιρείται σε επιμέρους τμήματα, κάθε ένα από τα οποία είναι δισκοειδές και μονόσπερμο. Ο σπόρος του ηδύσαρου μπορεί να εμπορευθεί επενδεδυμένος από το σκληρό περιτύλιγμα που ξεχωρίζει το κάθε τμήμα του λοβού. Ο λοβός του ηδύσαρου φυσιολογικά μπορεί να έχει από 10 έως 30 κενά τμήματα, δηλαδή άσπερμα. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του είδους είναι η παρουσία σκληρών σπόρων σε ποσοστό 10 με 15%, ποσοστό που μερικές φορές μπορεί να φτάσει και το 40%.

Πειραματικά δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η χρήση γυμνού σπόρου υπερτερεί του επενδεδυμένου. Έτσι, με γυμνό σπόρο απαιτείται ποσότητα 3,5 κιλών ανά στρέμμα για χύδην σπορά και 2,0 με 3,0 κιλών ανά στρέμμα για γραμμική σπορά σε αποστάσεις 20 εκατοστών από γραμμή σε γραμμή. Η τελευταία τεχνική πλεονεκτεί έναντι της χύδην σποράς γιατί επιτρέπει το ομοιόμορφο φύτρωμα των σπόρων, διευκολύνοντας, λόγω συνεργατισμού, την έξοδο των σπορόφυτων από το έδαφος (Sarno and Stringi 1982).

Κατά την σπορά χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή επειδή, αν η πυκνότητα των φυτών σε μια καλλιέργεια είναι μικρή, τότε τα στελέχη του ηδύσαρου γίνονται χονδρά, με διάμετρο μέχρι και τα 8 χιλιοστά. Αυτό δυσχεραίνει τόσο την κοπή, όσο και την ξήρανση του σανού. Κατά συνέπεια, η πυκνότητα των καλλιεργειών που προορίζονται για σανό, θα πρέπει να είναι μεγάλη (Δαλιάνης 1983).

Όταν χρησιμοποιούμε επενδεδυμένο σπόρο χρειάζονται τετραπλάσιες έως και οχταπλάσιες ποσότητες (δηλαδή από 12 έως 16 κιλά το στρέμμα και 24 και 32 κιλά το στρέμμα, αντίστοιχα).

Οποιοσδήποτε και αν είναι ο τύπος των σπόρων, το βάθος σποράς θα πρέπει να είναι 2 με 3 εκατοστά. Όταν χρησιμοποιείται γυμνός σπόρος χρειάζεται μετά την σπορά να πραγματοποιηθεί και κυλίνδρισμα, το οποίο όμως, στα αργιλώδη εδάφη εμπεριέχει τον κίνδυνο, ιδίως στις φθινοπωρινές σπορές, του ταρατσώματος του εδάφους.

Η εποχή σποράς του ηδύσαρου αποκτά κυρίαρχη σημασία, όχι μόνο για τις ανάγκες του σε υγρασία και θερμοκρασία, αλλά προπαντός για τον σκοπό χρήσης (κοπή ή βοσκή) και για την κατεύθυνση της παραγωγής του (χόρτου ή σπόρου).

Η φθινοπωρινή σπορά σε γυμνό έδαφος, λιπασμένο, οργωμένο και σβαρνισμένο, προτιμάται σε περιοχές με βροχερό φθινόπωρο και ήπιο χειμώνα.

Η ανοιξιάτικη σπορά σε έδαφος καλλιεργημένο και λιπασμένο προτιμάται σε κρύες περιοχές με άνοιξη φυσιολογικά βροχερή.

Άλλος ένα τύπος σποράς που χρησιμοποιείται στην Ιταλία, και μάλιστα σε πολλές περιοχές της Καλαβρίας και της Σικελίας, είναι αυτός της επίσπορης καλλιέργειας σε υπολείμματα αγροστωδών, τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο, με καλυμμένο σπόρο. Έπεται φωτιά που προκαλεί το άνοιγμα των λοβών και βοηθάει έτσι την βλάστηση του σπόρου με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές (Sarno and Stringi 1982).

Το ηδύσαρο, στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του, αντιμετωπίζει έντονο πρόβλημα ανταγωνισμού από τα ζιζάνια. Στα μετέπειτα στάδια όμως, αναπτύσσεται πολύ γρήγορα και καταφέρνει να ελέγξει την ανάπτυξη άλλων ειδών. Έτσι, κατά την προετοιμασία του εδάφους για καλλιέργεια, συνιστάται να δίνεται μεγάλο βάρος στην ζιζανιοκτονία. Όταν το ηδύσαρο καλλιεργείται για σανό και όχι για σπόρο, η ύπαρξη αυτοφυών αγροστωδών φυτών δεν αποτελεί πρόβλημα.

2.2.2.7. Συγκομιδή και χρήση

Το ηδύσαρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τεχνητός λειμώνας ή σαν τεχνητός λειμώνας και βοσκολίβαδο. Στην φθινοπωρινή σπορά η χρήση του αρχίζει από τα μέσα Φεβρουαρίου μέχρι τα τέλη Μαρτίου. Τη χρονική αυτή περίοδο η βόσκηση πρέπει να διακόπτεται, ώστε να αφήσουμε τα φυτά να αναπτυχθούν και να πάρουμε τον Μάιο μια πλούσια κοπή.

Στην κεντρική Ιταλία πραγματοποιείται φυσικά μια μόνο κοπή, την άνοιξη. Στο νότο όμως, μετά την διακοπή του λήθαργου (τέλη Σεπτεμβρίου - αρχές Οκτωβρίου) το φυτό αρχίζει να αναπτύσσεται ικανοποιητικά και, είτε χρησιμοποιείται για βόσκηση, είτε για να πάρουμε μια κοπή το Δεκέμβριο. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το φυτό υφίσταται μείωση του ρυθμού ανάπτυξης, μπορεί όμως να χρησιμοποιείται για βόσκηση. Στη συνέχεια, τέλη Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου, η βόσκηση σταματά, το φυτό αναλαμβάνει γρήγορα, ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνεται και δίνει μια πλούσια παραγωγή για σανό τον Μάιο. Μετά την σανόδεση μπορεί να υπάρξει μια φτωχή αναβλάστηση, η οποία μπορεί να βοσκηθεί μέχρι τις αρχές του καλοκαιριού, περίοδο κατά την οποία το φυτό αναστέλλει τη λειτουργία του, εξαντλώντας τον κύκλο του (Sarno and Stringi 1982).

Στις ανοιξιάτικες σπορές αντίθετα, η καλλιέργεια δίνει μια φτωχή κοπή πριν το θερινό λήθαργο. Στην περίπτωση της συγκαλλιέργειας με σιτηρό, μια μικρή παραγωγή μπορεί να αξιοποιηθεί μετά την αναβλάστηση του φθινοπώρου, ενώ η κύρια κοπή θα γίνει την επόμενη άνοιξη.

Οι αποδόσεις σε καλλιέργεια ηδύσαρου στην Ιταλία είναι αρκετά υψηλές φτάνοντας έως τα 1.400 κιλά ανά στρέμμα, ξηρής ουσίας ανά καλλιεργητική περίοδο. Η παραγωγή γίνεται κυρίως το φθινόπωρο και την άνοιξη και αυτή χρησιμοποιείται είτε ως σανός, είτε ως ενσίρωμα ή και για βόσκηση (Nazir and Shah 1985).

Σύμφωνα με το Δαλιάνη (1983), οι αποδόσεις του ηδύσαρου σε χλωρή μάζα, κατά το δεύτερο χρόνο ανάπτυξης, φτάνουν τους 12 και τους 4 τόνους ανά στρέμμα, σε ποτιστικές και σε ξηρικές καλλιέργειες, αντίστοιχα, ενώ οι αποδόσεις σε σπόρο στις καλλιέργειες που προορίζονται για σποροπαραγωγή φτάνουν τα 30 κιλά ανά στρέμμα. Για να εμπορευθεί ο σπόρος του ηδύσαρου πρέπει να είναι γυμνός και πιστοποιημένος (Sarno and Stringi 1982).

Σημαντική επίσης είναι και η εποχή κοπής του ηδύσαρου, διότι, κατά την άνθηση συμβαίνει μια γρήγορη ξυλοποίηση των βλαστών, που έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της πεπτικότητας και κατ' επέκταση της θρεπτικής αξίας του σανού.

Έτσι, είναι πολύ κρίσιμο η κοπή να γίνεται αμέσως μόλις αρχίσει η άνθηση των φυτών (Sarno and Stringi 1982).

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του σανού του ηδύσαρου είναι ότι τα φύλλα του μένουν κολλημένα στα στελέχη του και δεν πέφτουν, όπως συμβαίνει με το σανό άλλων ψυχανθών (Δαλιάνης 1983). Είναι πολύ καλή πηγή πρωτεΐνης για τα ζώα και έχει μέτρια συγκέντρωση εκχυλιζόμενων, συμπυκνωμένων ταννινών, που κυμαίνεται από 25 έως 45 γραμμάρια ανά κιλό ξηρής ουσίας (Nazir and Shah 1985). Οι ταννίνες αυτές χρησιμοποιούνται και σε έρευνες για φαρμακευτικού σκοπούς (Martiniello 1999).

Στον **Πίνακα 2.1** δίνεται από τους Sarno and Stringi (1982) η περιεκτικότητα του ηδύσαρου σε πρωτεΐνη, λιγνίνη, μέση πεπτικότητα των συστατικών της ξηράς ουσίας και η διατροφική αξία του σανού και του χλωρού χόρτου με κοπή σε δύο στάδια ανάπτυξης.

Πίνακας 2.1. Η περιεκτικότητα του ηδύσαρου σε πρωτεΐνη, λιγνίνη, μέση πεπτικότητα των συστατικών της ξηράς ουσίας και η διατροφική αξία του σανού και του χλωρού χόρτου με κοπή σε δύο στάδια ανάπτυξης (Sarno and Stringi 1982).

	Ξηρή Ουσία (%)		**Πεπτικότητα (%)**		
Βλαστικό στάδιο	Ακατέργαστη πρωτεΐνη	Λιγνίνη	Ακατέργαστη πρωτεΐνη	Λιγνίνη	Ακατέργαστες ινώδεις ουσίες
Αρχή άνθησης	19,4	2,9	70,7	64,9	61
Πλήρης άνθηση	14,2	7,6	56,4	61,6	47,4
Σανός	14,7	6,7	59,8	63,1	39,4

2.3. Σκοπός της μελέτης

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε αποσκοπεί στη μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών του περσικού τριφυλλιού και ενός νέου για τον ελληνικό χώρο φυτού, του ηδύσαρου (σούλα), στη διάρκεια του πρώτου χρόνου του βιολογικού του κύκλου στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής της Άρτας. Επίσης, συγκρίνονται η ανάπτυξη, η αύξηση και οι αποδόσεις του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Για το σκοπό αυτό έγινε εγκατάσταση καλλιέργειας των δύο φυτών σε πειραματικό αγρό και ακολούθησαν μετρήσεις, ώστε να προσδιοριστούν τα φυτικά χαρακτηριστικά, οι παράμετροι αύξησης και οι αποδόσεις των δύο φυτών.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Αγρός και καλλιέργεια

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Τεχνολογίας Λιβαδοπονικών Συστημάτων και Οικολογίας, του τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, στην Άρτα (υψόμετρο από τη θάλασσα: 50 μέτρα, συντεταγμένες: Γεωγραφικό πλάτος 39° 12΄ βόρεια, Γεωγραφικό μήκος 20° 54΄ ανατολικά).

Στον πειραματικό αγρό που χρησιμοποιήθηκε δεν καλλιεργήθηκε κάποιο φυτό την προηγούμενη χρονιά. Ο αγρός ήταν καλυμμένος με αυτοφυή βλάστηση. Στις 15 Σεπτεμβρίου ο αγρός δέχθηκε βαθύ όργωμα. Αυτή είναι ουσιαστικά και η ημερομηνία έναρξης του πειράματος, οι εργασίες υπαίθρου του οποίου ολοκληρώθηκαν στις 24 Φεβρουαρίου. Στις 2 Οκτωβρίου ο πειραματικός αγρός δέχθηκε φρεζάρισμα και στη συνέχεια σβάρνισμα. Μετά από τις εργασίες αυτές, καμιά άλλη επέμβαση δεν έγινε στο αγρό πριν διενεργηθεί η σπορά.

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Έτσι, για κάθε φυτό σπάρθηκαν από τρία πειραματικά τεμάχια (3 επαναλήψεις). Τα πειραματικά τεμάχια ήταν διαστάσεων 3x3 μέτρα, ενώ ανάμεσα από τα τεμάχια υπήρχε διάδρομος 40 εκατοστών, μεταξύ του ίδιου φυτού και 1 μέτρου μεταξύ των δύο φυτών.

Στα πειραματικά τεμάχια η σπορά έγινε στις 2 Οκτωβρίου, αφού αυτά είχαν ήδη οριοθετηθεί και σημανθεί με μεταλλικούς πασσάλους και σπάγγο. Η μέση θερμοκρασία την ημέρα της σποράς ήταν 20,6°C, ενώ δύο ώρες μετά την σπορά ακολούθησε βροχόπτωση ύψους 31mm.

Με βάση την βιβλιογραφία αλλά και το ποσοστό φυτρωτικότητας του σπόρου, το οποίο αναγράφεται στο πιστοποιητικό του, υπολογίστηκαν οι ποσότητες που χρειάζονται για την σπορά κάθε πειραματικού τεμαχίου. Για το ηδύσαρο (*Hedysarum coronarium* cv. Carmen), η ποσότητα του σπόρου ήταν 41,05 γραμμάρια ανά πειραματικό τεμάχιο των $9m^2$ (4,56 κιλά ανά στρέμμα), ενώ για το περσικό τριφύλλι (*Trifolium resupinatum* cv. Laser), 10,35 γραμμάρια ανά πειραματικό τεμάχιο των 9 m^2 (1,15 κιλά ανά στρέμμα). Ο τρόπος σποράς που ακολουθήθηκε ήταν η χύδην σπορά και, λόγω της μικρής ποσότητας του σπόρου, αυτός αναμείχθηκε και στις έξι σπορές (3 ηδύσαρο, 3 περσικό) με λεπτόκοκκη άμμο, ώστε να πετύχουμε ομοιόμορφη σπορά. Μετά την ολοκλήρωση της σποράς, σε κάθε πειραματικό τεμάχιο έγινε ελαφρά συμπίεση του χώματος, ώστε να εισχωρήσει σε αυτό ο σπόρος.

Την ίδια ημέρα στο εργαστήριο, ζυγίστηκε το Βάρος Χιλίων Σπόρων. Το βάρος για το ηδύσαρο (*Hedysarum coronarium* cv. Carmen) βρέθηκε 4,887 γραμμάρια, ενώ για το περσικό τριφύλι (*Trifolium resupinatum* cv. Laser) ήταν 1,201 γραμμάρια. Οι ζυγίσεις έγιναν σε ζυγό ακριβείας (Denver Instrument S-4003, max 400g, d = 0,001g).

Επίσης, πραγματοποιήθηκε δοκιμή βλαστικότητας των σπόρων. Έτσι, σε 10 δοκιμαστικά τρυβλία τοποθετήθηκε διηθητικό χαρτί και 0,5ml απεσταγμένο νερό. Σε

πέντε από αυτά τοποθετήθηκαν από 20 σπόροι ηδύσαρου (*Hedysarum coronarium* cv. Carmen) και στα άλλα πέντε από 20 σπόροι περσικού τριφυλιού (*Trifolium resupinatum*, cv. Laser). Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε θάλαμο με σταθερή θερμοκρασία 20°C και μετρήθηκε ο αριθμός των σπόρων που βλάστησαν. Η πρώτη μέτρηση έγινε 4 ημέρες μετά την είσοδο τους στο θάλαμο. Κατά τη μέτρηση αυτή προστέθηκαν και από 0,5ml απεσταγμένου νερού σε κάθε τρυβλίο, ενώ η δεύτερη μέτρηση έγινε 6 ημέρες μετά την πρώτη, 10 ημέρες δηλαδή μετά την τοποθέτηση των δοκιμαστικών τρυβλίων στον θάλαμο. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους **πίνακες 3.1 και 3.2**.

Πίνακας 3.1. Αποτελέσματα της δοκιμής βλαστικότητας σπόρων ηδύσαρου *(Hedysarum coronarium* L., cv. Carmen)

Αριθμός δείγματος (τρυβλίο)	**Αριθμός σπόρων ανά τρυβλίο**	**Αριθμός σπόρων που βλάστησε την 4η ημέρα**	**Αριθμός σπόρων που βλάστησε την 10η ημέρα**	**Διαφορά μεταξύ 4ης και 10ης ημέρας**
1	20	14	19	5
2	20	13	18	5
3	20	14	17	3
4	20	18	20	2
5	20	10	18	8

Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα της δοκιμής βλαστικότητας σπόρων του περσικού τριφυλιού (Trifolium Resupinatum L., cv. Laser).

Αριθμός δείγματος (τρυβλίο)	**Αριθμός σπόρων ανά τρυβλίο**	**Αριθμός σπόρων που βλάστησε την 4η ημέρα**	**Αριθμός σπόρων που βλάστησε την 10η ημέρα**	**Διαφορά μεταξύ 4ης και10ης ημέρας**
1	20	19	19	0
2	20	20	20	0
3	20	18	18	0
4	20	20	20	0
5	20	20	20	0

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι ο σπόρος του περσικού τριφυλιού βλαστάνει και ολοκληρώνει την βλάστηση του πολύ γρήγορα, αφού μετά την 4η ημέρα δεν παρατηρήθηκε βλάστηση άλλου σπόρου. Επίσης, παρουσιάζει πολύ μεγάλο ποσοστό βλάστησης (97%). Αντίθετα, ο σπόρος του ηδύσαρου, ενώ έχει ικανοποιητικό ποσοστό βλάστησης μέχρι την 4η ημέρα (69%), ένα σημαντικό ποσοστό (23%) βλάστησε μετά την τέταρτη ημέρα. Ο σπόρος του ηδύσαρου, επίσης, παρουσιάζει μεγάλο ποσοστό βλάστησης (92%).

Στον αγρό, τα πρώτα κοτυληδονόφυλλα παρατηρήθηκαν στο περσικό τριφύλι, πέντε ημέρες μετά τη σπορά, ενώ στο ηδύσαρο επτά ημέρες μετά τη σπορά. Όταν το φύτρωμα ολοκληρώθηκε και τα φυτά ήταν πλέον ευδιάκριτα, σε κάθε πειραματικό τεμάχιο

ακολούθησε μέτρηση της πυκνότητας των φυτών. Η μέτρηση έγινε στις 2 Νοεμβρίου, 30 ημέρες μετά τη σπορά. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η τοποθέτηση ενός μεταλλικού πλαισίου διαστάσεων 50x50cm (0,25m^2), τρεις φορές τυχαία σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και ακολούθησε η καταμέτρηση των φυτών που περικλείονταν σε κάθε πλαίσιο. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους **πίνακες 3.3** και **3.4**.

Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα της μέτρησης της πυκνότητας των φυτών του ηδύσαρου.

Επανάληψη	**Αριθμός φυτών στο πλαίσιο 1**	**Αριθμός φυτών στο πλαίσιο 2**	**Αριθμός φυτών στο πλαίσιο 3**
1	70	57	40
2	69	88	71
3	69	41	57

Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα της μέτρησης της πυκνότητας των φυτών περσικού τριφυλιού.

Επανάληψη	**Αριθμός φυτών στο πλαίσιο 1**	**Αριθμός φυτών στο πλαίσιο 2**	**Αριθμός φυτών στο πλαίσιο 3**
1	75	81	86
2	75	71	87
3	74	74	73

Η μηχανική σύσταση του εδάφους του πειραματικού αγρού, μετά από ανάλυση που έγινε, συνίστατο από ιλύ 83,70%, άμμο 8,44% και άργιλο 7,86%. Το pH ήταν 7,74, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 4,62%, το $CaCO_3$ 12,20%, ενώ η περιεκτικότητα σε Κάλιο (K) ήταν 250mg/Kg και σε Φώσφορο (P) 23mg/Kg.

Καθόλη τη διάρκεια του πειράματος, στον αγρό έγινε μια άρδευση, στις 29 Οκτωβρίου, αφού μετά το πρώτο δεκαήμερο του Οκτωβρίου δεν έβρεξε ξανά και τα νεαρά φυτά άρχισαν να καταπονούνται. Έτσι, χορηγήθηκε νερό, από το δίκτυο ύδρευσης, για 15 λεπτά σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, με παροχή 14 λίτρων το λεπτό (lt / min).

Επίσης, στις 29 Οκτωβρίου έγινε εφαρμογή μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου για την καταπολέμηση των αγροστωδών ζιζανίων. Χρησιμοποιήθηκε το Fusilade (Fluazifop-P-Butyl 12,5%), σε συνδυασμό με επιφανειοδραστική ουσία που βελτιώνει την δράση του DASH HC (Methyl Oleate 37% και Oleic Acid 5%) και σε αναλογία για το μεν Fusilade 250κ.ε. ανά στρέμμα και για το DASH HC 200κ.ε. ανά στρέμμα. Καμία άλλη επέμβαση δεν έγινε στα πειραματικά τεμάχια μέχρι και την 24^{η} Φεβρουαρίου, που έγινε η κοπή των φυτών και ολοκληρώθηκαν οι εργασίες υπαίθρου του πειράματος.

3.2. Δειγματοληψία – Μετρήσεις - Προσδιορισμοί

Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια και για τα δύο φυτά. Έτσι, για κάθε μια από τις τρεις επαναλήψεις του ηδύσαρου και για κάθε μια από τις τρεις

επαναλήψεις του περσικού τριφυλιού, τα δείγματα που λαμβάνονταν και ο τρόπος δειγματοληψίας ήταν ο παρακάτω. Ένα πλαίσιο διαστάσεων 50x50 τοποθετούνταν τυχαία σε δύο σημεία κάθε πειραματικού τεμαχίου. Από κάθε πλαίσιο λαμβάνονταν, επίσης τυχαία, ένα φυτό ολόκληρο, δηλαδή υπέργειο τμήμα και ριζικό σύστημα, και πέντε στελέχη από το υπέργειο τμήμα (από τον ριζικό κόμβο και πάνω), δηλαδή από κάθε επανάληψη 2 ολόκληρα φυτά και 10 στελέχη. Ο τρόπος συλλογής των στελεχών γινόταν ως εξής: γύρω από το φυτό με το χέρι διανοιγόταν ένα μικρό άνοιγμα, μέχρι να δούμε καθαρά τη ρίζα και στη συνέχεια γινόταν με κοπίδι τομή κάτω από τον ριζικό κόμβο και λαμβάναμε ολόκληρο το υπέργειο τμήμα. Αυτό μεταφέρονταν στο εργαστήριο, όπου γινόταν οι μετρήσεις. Στο εργαστήριο, μετά από τομή ακριβείας στο ριζικό κόμβο, διαχωρίζονταν τα στελέχη του υπέργειου τμήματος, εφόσον βέβαια αυτό δεν ήταν μονοστέλεχο.

Τα φυτά λαμβάνονταν από το χωράφι με μια μικρή μπάλα χώματος, ώστε να προστατευθεί το ριζικό σύστημα και κυρίως, να μη μείνουν οι πλευρικές ρίζες στον αγρό. Στη συνέχεια, τα φυτά πλένονταν προσεκτικά στο εργαστήριο, ώστε να αφαιρεθεί το χώμα και να αποκαλυφθούν οι ρίζες.

Όλα τα δείγματα που λαμβάνονταν από τα πειραματικά τεμάχια, πλένονταν προσεκτικά για να απομακρυνθούν τα ξένα σώματα, κυρίως το χώμα και η λάσπη. Στη συνέχεια, απλώνονταν σε απορροφητικό χαρτί, ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία που αυτά είχαν κατακρατήσει.

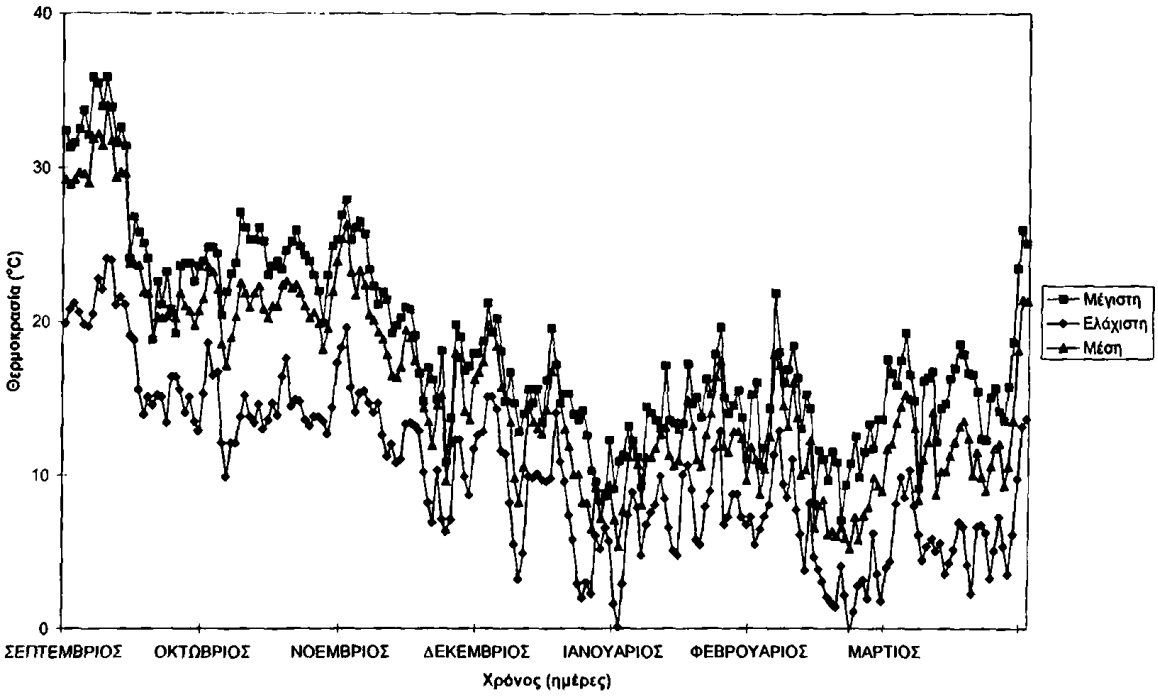
Συνολικά, έγιναν 6 δειγματοληψίες, με ημερομηνία έναρξης της πρώτης την 8/12/08. Ανά 15 ημέρες η δειγματοληψία επαναλαμβανόταν μέχρι την τελευταία που διενεργήθηκε στις 18/2/08. Αναλυτικά, η πρώτη έγινε την 8/12/08, στις 68 ημέρες από τη σπορά, η δεύτερη την 19/12/08, στις 79 ημέρες από τη σπορά, η τρίτη την 5/1/09, στις 96 ημέρες από τη σπορά, η τέταρτη την 20/1/09, στις 111 ημέρες από τη σπορά, η πέμπτη την 4/2/09, στις 126 ημέρες από τη σπορά, η έκτη την 18/2/09, στις 140 ημέρες από τη σπορά, ενώ στις 24/2/08 ακολούθησε η κοπή των φυτών των πειραματικών τεμαχίων. Με κάθε δειγματοληψία γινόταν οι εξής μετρήσεις:

(α) στα ολόκληρα φυτά μετρούνταν, το ύψος του φυτού, το μήκος της ρίζας, ο αριθμός των στελεχών ανά φυτό, ο αριθμός των φυματίων ανά φυτό, το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος. Βέβαια, στον ριζικό κόμβο γινόταν τομή, ώστε να ζυγιστούν ξεχωριστά το ριζικό σύστημα από το υπέργειο τμήμα,

(β) στα στελέχη γινόταν διαχωρισμός των φύλλων από το στέλεχος και μετρούνταν, το μήκος του στελέχους, ο αριθμός των φύλλων ανά στέλεχος, ο αριθμός των φυλλαρίων ανά φύλλο, το νωπό βάρος του στελέχους, το νωπό βάρος των φύλλων του στελέχους, η φυλλική επιφάνεια, το ξηρό βάρος του στελέχους και το ξηρό βάρος των φύλλων του στελέχους. Για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας, τα φύλλα κάθε στελέχους απλώνονταν σε φωτοτυπία Α4 και μετά από σάρωση με τη βοήθεια σαρωτή (scaner) μέσω προγράμματος Η/Υ Dtscan Release V2 0.3 (1991) γινόταν η διαπίστωση της επιφάνειας των φύλλων κάθε στελέχους.

Η ξήρανση των δειγμάτων γινόταν σε κλίβανο (carbolite) στους 75°C για 48 ώρες για τις δύο πρώτες μετρήσεις, ενώ για τις υπόλοιπες 4 τα δείγματα τοποθετήθηκαν στους 85°C για 48 ώρες. Οι ζυγίσεις νωπών και ξηρών βαρών έγιναν με ζυγό ακριβείας. Στις 24 Φεβρουαρίου έγινε η κοπή των φυτών στα πειραματικά τεμάχια. Τόσο το ηδύσαρο, όσο και το περσικό τριφύλι βρισκόταν σε πλήρη ανάπτυξη, αλλά σε κανένα από τα δύο φυτά δεν είχε αρχίσει η άνθηση. Σε κάθε πειραματικό αγροτεμάχιο τοποθετήθηκε τυχαία ένα πλαίσιο διαστάσεων 50x50cm από το οποίο τα φυτά συλλέχθηκαν και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Ζυγίστηκε το νωπό βάρος τους και στη συνέχεια μπήκαν στο φούρνο στους 85°C για 48 ώρες και ακολούθως ζυγίστηκε το ξηρό τους βάρος.

Η στατιστική επεξεργασία όλων των δεδομένων, καθώς και η παραγωγή και εκτύπωση των διαγραμμάτων έγιναν σε Η/Υ με τη χρήση των στατιστικών πακέτων Statgraphics 4 και Excell 2003. Στα φυτικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν στις επιμέρους δειγματοληψίες υπολογίστηκαν οι αντίστοιχοι μέσοι όροι και τα τυπικά τους σφάλματα, επιπροσθέτως, τα δεδομένα της τελευταίας δειγματοληψίας (18/2/2009) αναλύθηκαν με ανάλυση διασποράς, σύμφωνα με το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις επαναλήψεις.



Διάγραμμα 3.1. Διακύμανση της, ελάχιστης, μέσης και μέγιστης τιμής της θερμοκρασίας (°C), κατά το διάστημα Σεπτεμβρίου 08 - Μαρτίου 09.

3.3. Μετεωρολογικές παρατηρήσεις

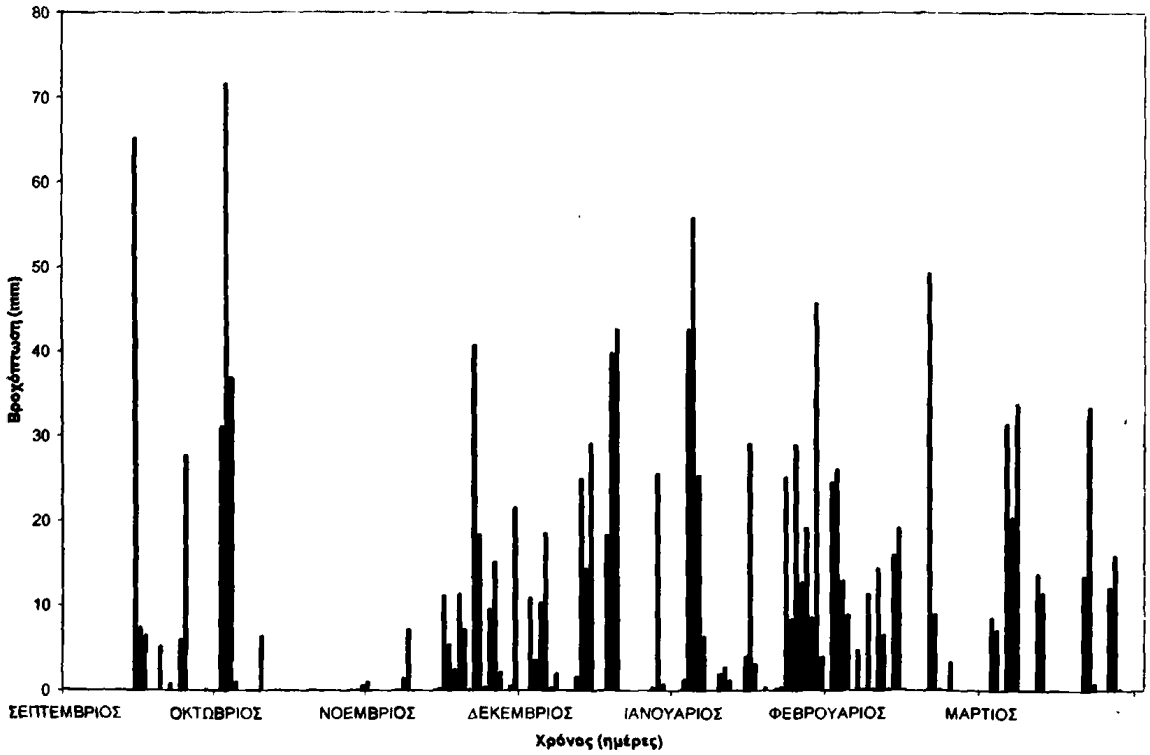
Στο χρονικό διάστημα από τον Σεπτέμβριο του 2008 μέχρι και το Μάρτιο του 2009, που περιλαμβάνει όλο το διάστημα της καλλιέργειας των πειραματικών τεμαχίων με ηδύσαρο και περσικό τριφύλι, οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν διαφέρουν από

τις επικρατούσες συνήθως στην περιοχή. Η θερμοκρασία γενικά κυμάνθηκε κοντά στους μέσους όρους προηγουμένων ετών, αλλά με σημαντική διαφορά διότι δεν επικράτησε παγετός καθόλου κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η βροχόπτωση κυμάνθηκε σε πολύ υψηλά επίπεδα καθόλη τη διάρκεια του πειράματος και γενικά, πολύ υψηλότερα των μέσων όρων προηγουμένων ετών.

Η πορεία της θερμοκρασίας (ελάχιστη, μέση, μέγιστη) αλλά και της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του πειράματος απεικονίζονται στα **διαγράμματα 3.1** και **3.2**, ενώ στο παράρτημα παρατίθενται αναλυτικά οι πίνακες των μετεωρολογικών στοιχείων.

Στο **διάγραμμα 3.1** παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία κατά τον Σεπτέμβριο, που έγιναν οι εργασίες για την προετοιμασία της σποροκλίνης, ήταν ικανοποιητική μετά το πρώτο δεκαπενθήμερο. Με μέση τιμή 22,3°C δεν δημιούργησε προβλήματα στις εργασίες που έγιναν. Τον Οκτώβριο η μέση τιμή της θερμοκρασίας ήταν 18,6°C, με 20,6°C την ημέρα της σποράς.

Το Νοέμβριο, όπως είναι φυσικό, έχουμε πτώση της θερμοκρασίας. Η ελάχιστη μέση τιμή σημειώθηκε την 23η Νοεμβρίου με 8,4°C. Την ίδια ημέρα, καταγράφεται και η απόλυτη ελάχιστη, που ήταν 6,3 °C. Η μέση θερμοκρασία του μήνα ήταν 15,3°C, ικανοποιητική για την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Τον Δεκέμβριο παρατηρήθηκε περαιτέρω πτώση της θερμοκρασίας, με μέση τιμή 10,7°C. Η ελάχιστη μέση τιμή σημειώθηκε την 31η Δεκεμβρίου 4,7°C, ενώ η απόλυτη ελάχιστη την ίδια μέρα με 0,1°C. Συνολικά 17 ημέρες κατά τον Δεκέμβριο η μέση θερμοκρασία ήταν πάνω από 10°C.



Διάγραμμα 3.2. Απεικόνιση της βροχόπτωσης σε mm κατά το διάστημα Σεπτεμβρίου 08 - Μαρτίου 09.

Τον Ιανουάριο δεν παρατηρήθηκε αξιόλογη μεταβολή σε σχέση με τον Δεκέμβριο, αφού η μέση τιμή ήταν 10,4°C, ενώ για 17 ημέρες η μέση θερμοκρασία ήταν πάνω από 10°C. Επίσης τον Ιανουάριο, όπως συνέβη και με τον Δεκέμβριο, δεν σημειώθηκε παγετός. Τον Φεβρουάριο η θερμοκρασία πέφτει λίγο ακόμη, με μέση τιμή 8,7°C για τον μήνα. Για μόλις 9 ημέρες η θερμοκρασία ήταν πάνω από 10°C, ενώ η χαμηλότερη σημειώθηκε την 29η Φεβρουαρίου με μέση τιμή 4,6°C και η απόλυτη ελάχιστη -0,3°C. Τον Μάρτιο η θερμοκρασία αρχίζει να ανεβαίνει πάλι, με 11,1°C μέση τιμή και για 19 ημέρες η μέση θερμοκρασία ήταν πάνω από 10°C.

Στο **διάγραμμα 3.2** παρατηρούμε ότι οι ημέρες βροχής τον Σεπτέμβριο είναι 8 συνολικά. Το συνολικό ύψος βροχής για το μήνα είναι 118,8mm, με υψηλότερη βροχόπτωση την 15η Σεπτεμβρίου με 65,2mm, ενώ σημαντικό ύψος βροχής έπεσε και την 25η Σεπτεμβρίου με ύψος 27,6mm. Τον Οκτώβριο το συνολικό ύψος βροχής ήταν 148,4mm. Παρατηρούμε ότι την ημέρα της σποράς στις 2 Οκτωβρίου είχαμε βροχόπτωση 31mm, ενώ την επόμενη 71,6mm. Την 4η Οκτωβρίου είχαμε συνολικό ύψος βροχής 36,8mm. Δηλαδή, από την σπορά και για 48 ώρες είχαμε συνολικό ύψος βροχής 139,4mm. Στη συνέχεια, ο μήνας τελείωσε χωρίς άλλη ουσιαστική βροχόπτωση, εκτός από την 10η Οκτωβρίου που είχαμε ύψος βροχής 6,4mm.

Το Νοέμβριο το συνολικό ύψος βροχόπτωσης ήταν 155,2mm. Είχαμε 6 ημέρες με ύψος βροχής πάνω από 10mm, ενώ η υψηλότερη βροχόπτωση σημειώθηκε την 20η Νοεμβρίου με 40,6mm ύψος βροχής. Ο Δεκέμβριος ήταν ένας μήνας με βροχόπτωση πολύ υψηλότερη από τους μέσους όρους προηγούμενων ετών. Είχε συνολικά ύψος βροχής 243,8mm, 10 ημέρες με βροχόπτωση πάνω από 10mm, ενώ οι 6 από αυτές είχαν βροχόπτωση πάνω από 25mm. Το μεγαλύτερο ύψος βροχής για το μήνα Δεκέμβριο σημειώθηκε στις 19 του μήνα με 42,6mm. Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στον πειραματικό αγρό, ο Ιανουάριος ήταν ο πιο βροχερός μήνας. Με συνολικό ύψος βροχής 378,6mm, ξεπέρασε υπερβολικά τους μέσους όρους προηγουμένων ετών. Είχαμε 10 ημέρες με ύψος βροχής πάνω από 25mm, ενώ η υψηλότερη βροχόπτωση σημειώθηκε στις 3 Ιανουαρίου με 55,8mm. Ο Φεβρουάριος ήταν επίσης βροχερός, με συνολικό ύψος βροχής 157mm. Η υψηλότερη βροχόπτωση σημειώθηκε την 18η Φεβρουαρίου με 49,2mm. Ο Μάρτιος με 203mm συνολικό ύψος βροχής, κυμάνθηκε επίσης υψηλότερα των μέσων όρων προηγουμένων ετών.

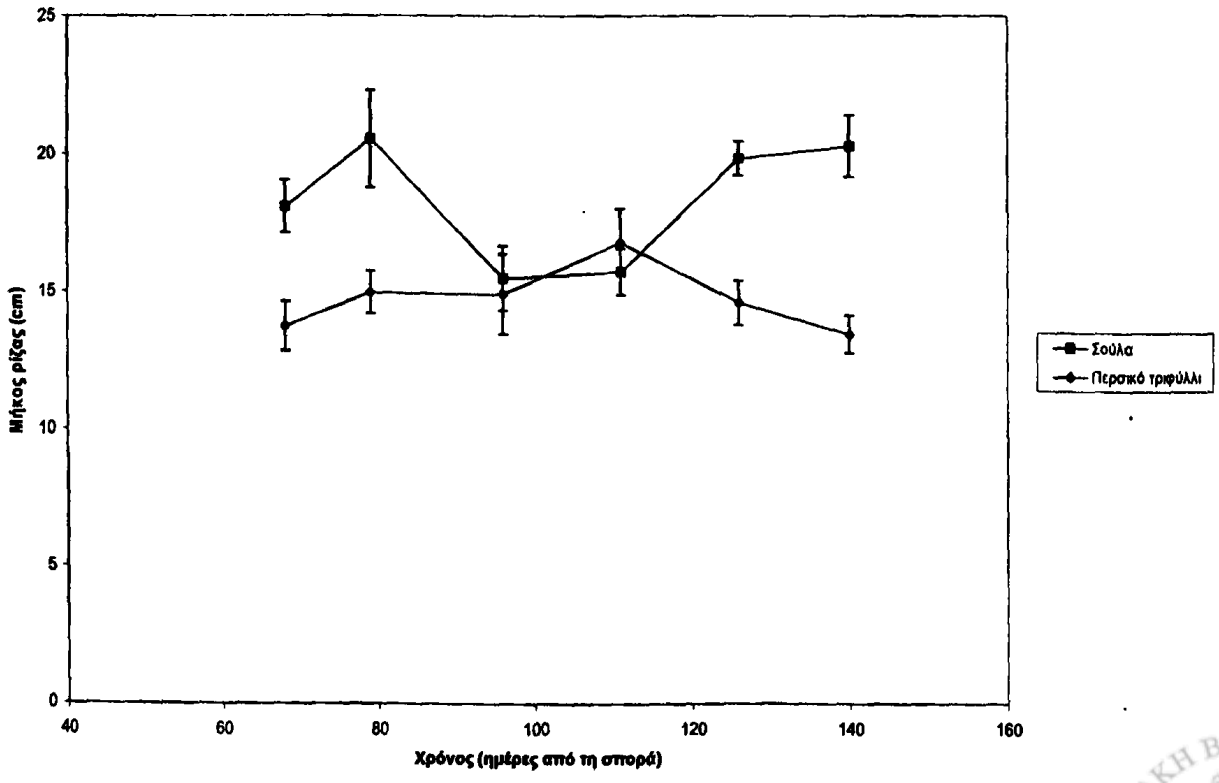
Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας επικράτησαν, όσο αναφορά στη βροχόπτωση, ακραίες συνθήκες. Το συνολικό ύψος βροχής κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου 2008 - Μαρτίου 2009 ήταν 1404,8mm, πολύ υψηλότερο από τον συνήθη μέσο όρο της αντίστοιχης περιόδου προηγουμένων ετών, αλλά υψηλότερο ακόμη και από το συνολικό ετήσιο ύψος που συνήθως καταγράφεται στην περιοχή.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Φυτικά χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν τόσο για το ηδύσαρο, όσο και το περσικό τριφύλι ήταν: το μήκος της ρίζας, ο αριθμός των στελεχών ανά φυτό, ο αριθμός των φυματίων ανά φυτό, το μήκος του στελέχους, ο αριθμός των φύλλων ανά στέλεχος, ο συνολικός αριθμός των φυλλαρίων ανά στέλεχος, η μέση επιφάνεια του ελάσματος των φυλλαρίων, το ξηρό βάρος της ρίζας, το ξηρό βάρος των φύλλων, το ξηρό βάρος του στελέχους, το ξηρό βάρος του φυτού και τέλος η απόδοση των δύο φυτών σε ξηρή ουσία ανά στρέμμα, για κάθε μία από τις τρεις επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται και για τα δύο φυτά με μορφή διαγραμμάτων, οι κατακόρυφες γραμμές στα οποία συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

Για τα χαρακτηριστικά αυτά, στις τιμές ανά επανάληψη της τελευταίας μέτρησης στις 140 ημέρες από τη σπορά, σε αμφότερα τα υπό εξέταση είδη, έγινε ανάλυση διασποράς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται σε αντίστοιχους πίνακες. Οι σημαντικότητες αναφέρονται στις κρίσιμες τιμές της κατανομής του F σε πιθανότητες 0,05 (*), 0,01 (**) και 0,001 (***) δηλαδή, για επίπεδα σημαντικότητας 95%, 99% και 99,9% αντίστοιχα και στους πίνακες συμβολίζονται με τους αντίστοιχους αστερίσκους (Καλτσίκης 2000).



Διάγραμμα 4.1. Χρονική πορεία του μήκους της ρίζας του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

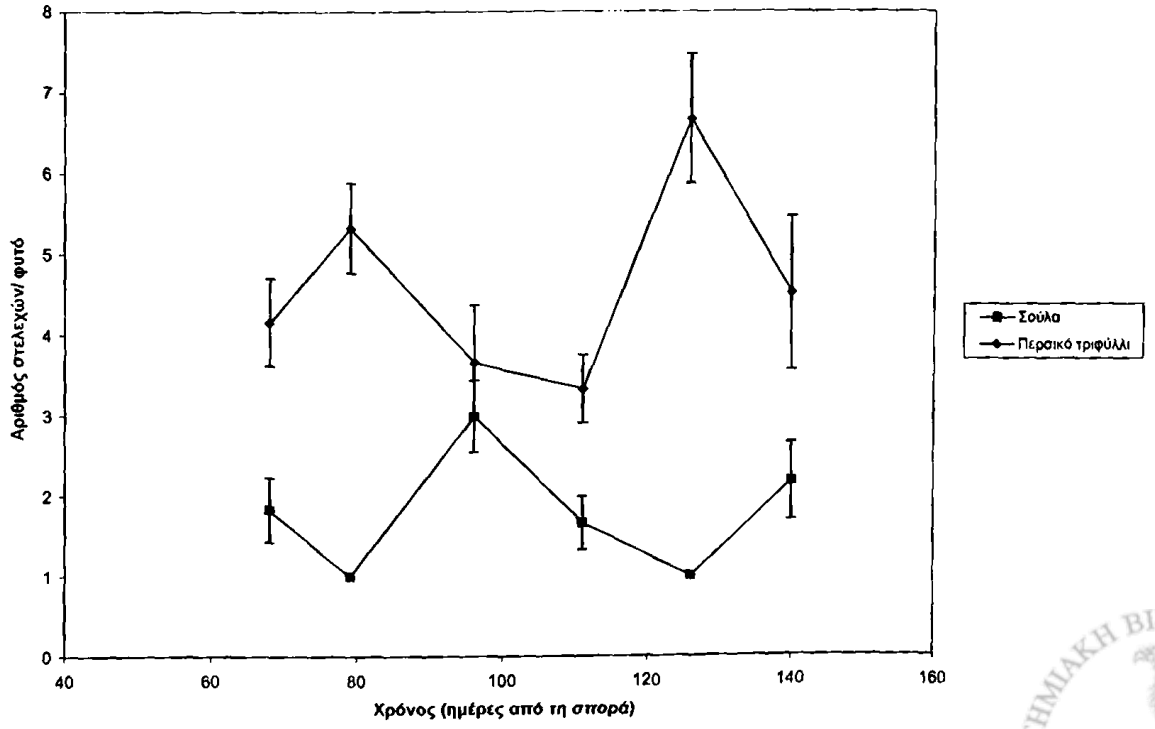
Στο **διάγραμμα 4.1** παρατηρούμε ότι το ηδύσαρο, στις 68 ημέρες μετά τη σπορά, ξεκινά με μήκος ρίζας στα 18,0cm. Στη συνέχεια έχουμε μια αυξητική τάση και αυτό φτάνει στο μέγιστο μήκος των 20,55cm, στις 79 ημέρες. Στο σημείο αυτό αρχίζει μια μείωση που οδηγεί και στο ελάχιστο του μήκους 15,5cm, στις 96 ημέρες. Από το σημείο του ελάχιστου και μετά, το μήκος της ρίζας παρουσιάζει συνεχώς αυξητική τάση, φτάνοντας μάλιστα στις 140 ημέρες, στα 20,3cm, πολύ κοντά στο μέγιστό του.

Το περσικό τριφύλι με μήκος ρίζας 13,73cm στις 68 ημέρες, παρουσιάζει μια αυξητική τάση και φτάνει στο μέγιστό στις 111 ημέρες μετά τη σπορά, με μήκος ρίζας 16,81cm. Από το σημείο αυτό και μετά το μήκος της ρίζας του περσικού μειώνεται συνεχώς, φτάνοντας στο ελάχιστο 13,48cm, στις 140 ημέρες.

Πίνακας 4.1. Ανάλυση διασποράς για το μήκος της ρίζας στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	1,381	0,690	0,2494	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	69,7	69,7	25,2	*
Υπόλοιπο	2	5,536	2,768		
Σύνολο	5	76,6			

Στον **πίνακα 4.1** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, παρότι το ηδύσαρο είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή μήκους ρίζας από το περσικό τριφύλι.



Διάγραμμα 4.2. Χρονική πορεία του αριθμού των στελεχών ανά φυτό του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

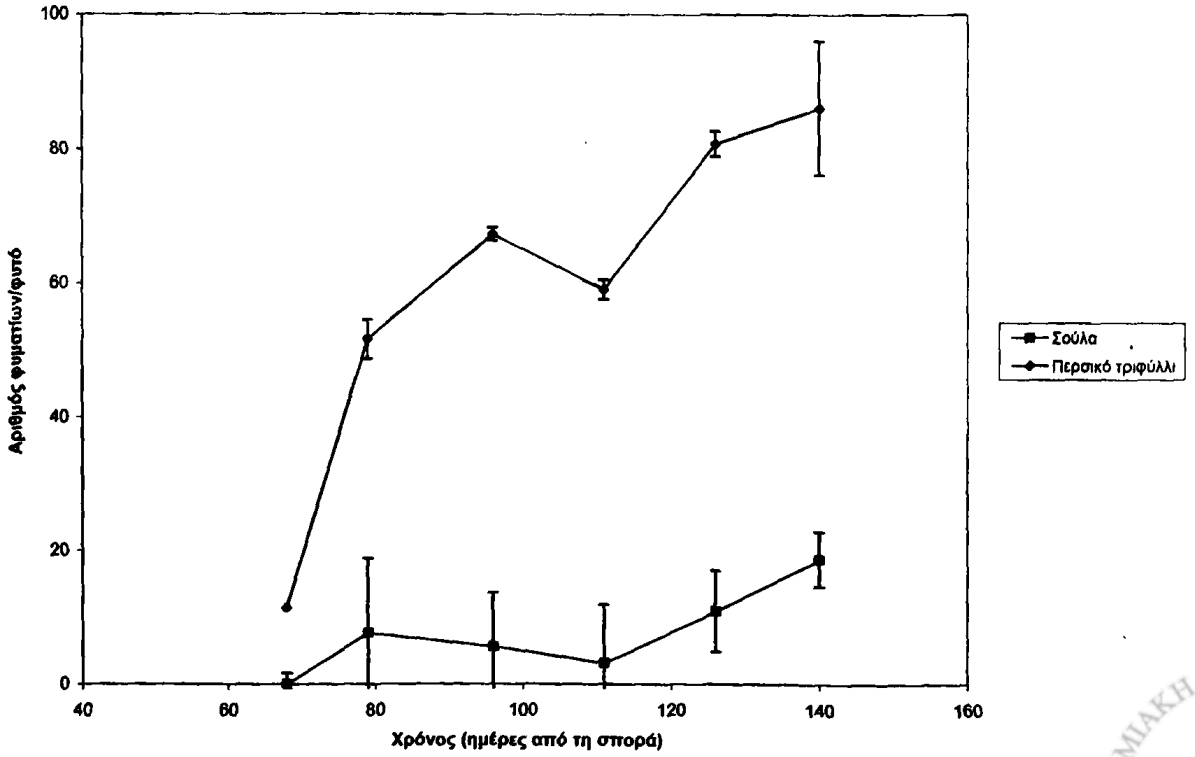
Στο **διάγραμμα 4.2** παρατηρούμε ότι το ηδύσαρο ξεκίνησε στις 68 ημέρες με 1,83 στελέχη. Στη συνέχεια φτάνει στο ελάχιστο του, το 1 στέλεχος στις 79 ημέρες. Από το σημείο αυτό παρατηρείται μια απότομη αύξηση και φτάνει στο μέγιστο, 3 στελέχη ανά φυτό, στις 96 ημέρες. Στις 126 ημέρες ξαναφτάνει για δεύτερη φορά στο ελάχιστο, 1 στέλεχος ανά φυτό, και στη συνέχεια παρατηρείται εκ νέου αύξηση.

Το περσικό τριφύλι, με 4,17 στελέχη στις 68 ημέρες, μετά από μια μικρή αύξηση μέχρι τις 9 ημέρες, παρουσιάζει μείωση και φτάνει στο ελάχιστο στις 126 ημέρες, με 3,33 στελέχη ανά φυτό. Το μέγιστο με 6,67 στελέχη ανά φυτό παρατηρείται για το περσικό τριφύλι στις 126 ημέρες από τη σπορά.

Πίνακας 4.2. Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό στελεχών ανά φυτό στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	6,083	3,042	0,8022	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	8,167	8,167	2,154	ΜΣ
Υπόλοιπο	2	7,583	3,792		
Σύνολο	5	21,8			

Στον **πίνακα 4.2** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων. Επίσης, τα δύο φυτά δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά στον αριθμό των στελεχών ανά φυτό.

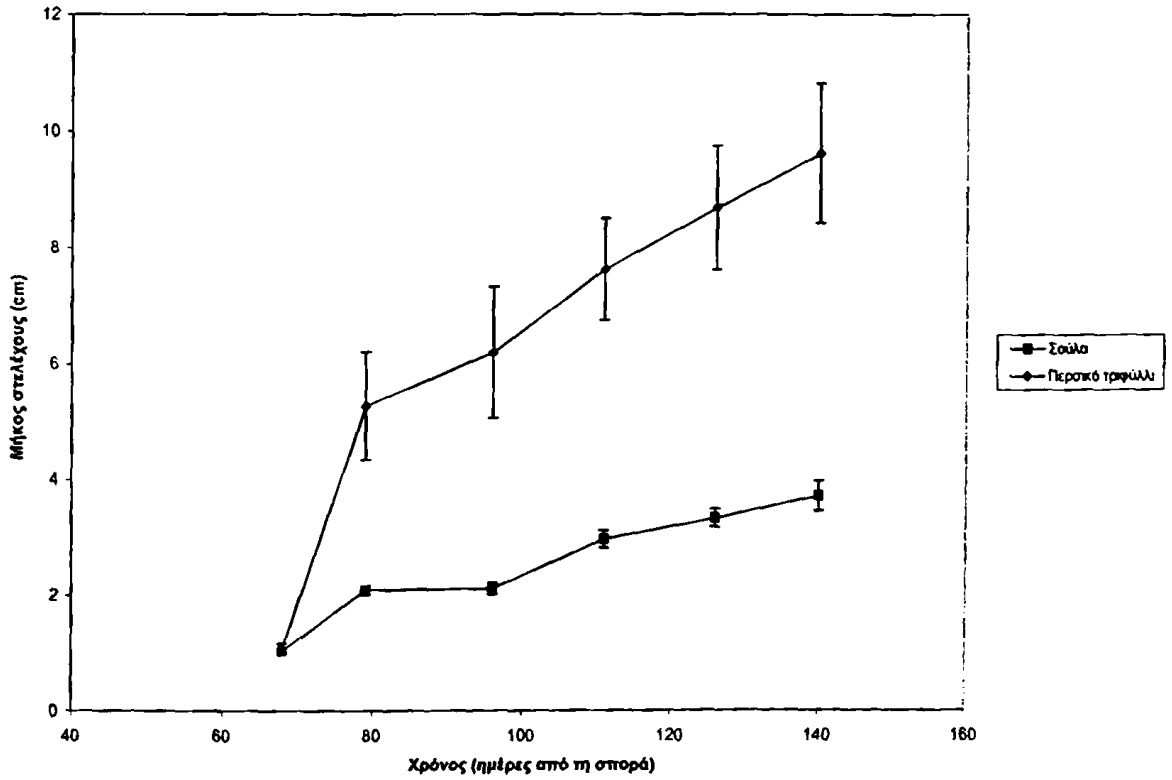


Διάγραμμα 4.3. Χρονική πορεία του αριθμού των φυματίων ανά φυτό του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Στο **διάγραμμα 4.3** παρατηρούμε ότι 68 ημέρες μετά την σπορά δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη φυμάτια στο ριζικό σύστημα του ηδύσαρου. Στη συνέχεια έχουμε ανάπτυξη φυματίων που φτάνουν τα 7,67 ανά φυτό, την 79η ημέρα, σημείο απ' όπου παρατηρείται μείωση των φυματίων που θα καταλήξει στο ελάχιστο, με 3,16 φυμάτια ανά φυτό, την 111η ημέρα. Με συνεχόμενη σταθερή αύξηση από την 111η ημέρα το ηδύσαρο φτάνει, την 140η ημέρα, στο μέγιστο των 18,83 φυματίων ανά φυτό.

Πίνακας 4.3. Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό φυματίων στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	Σημαντικό τητα
Επαναλήψεις	2	565,8	282,9	1,693	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	6800,7	6800,7	40,7	*
Υπόλοιπο	2	334,1	167		
Σύνολο	5	7700,5			



Διάγραμμα 4.4. Χρονική πορεία του μήκους στελέχους του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Το περσικό τριφύλι ξεκινά με 11,5 φυμάτια την 68η ημέρα, που είναι και το ελάχιστό του και εκτός μιας μικρής κάμψης που κορυφώνεται την 111η ημέρα, με 59,17 φυμάτια ανά φυτό, καταλήγει στο μέγιστο την 140η ημέρα, στα 86,17 φυμάτια ανά φυτό,

με συνεχόμενη αύξηση. Μεγάλη αύξηση παρατηρείται στο διάστημα μεταξύ 68^{ης} ημέρας και 79^{ης} ημέρας, όπου, το περσικό τριφύλι, από τα 11,5 φυμάτια, έφτασε τα 51,67 φυμάτια ανά φυτό.

Στον **πίνακα 4.3** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το περσικό τριφύλι είχε σημαντικά υψηλότερο αριθμό φυματίων από το ηδύσαρο.

Στο **διάγραμμα 4.4** παρατηρούμε ότι το ηδύσαρο παρουσιάζει σχεδόν σταθερό ρυθμό αύξησης του μήκους στελέχους του. Ξεκινά από 1,04cm την 68^{η} ημέρα, που είναι και το ελάχιστο του. Μεταξύ 79^{ης} και 96^{ης} ημέρας το μήκος στελέχους του ηδύσαρου παρουσίασε πολύ μικρό ρυθμό αύξησης, αφού από τα 2,09cm πήγε στα 2,11cm. Από εκεί και μετά όμως, ο ρυθμός αύξησης του μήκους μεγαλώνει και το ηδύσαρο καταλήγει στο μέγιστο τηςαύξησης με 3,72cm, την 140^{η} ημέρα.

Το περσικό τρυφύλι ξεκινά την 68^{η} ημέρα με 1,09cm μήκος στελέχους, που είναι και το ελάχιστο του, και συνεχίζει με εντυπωσιακή αύξηση μέχρι την 79^{η} ημέρα στα 5,27cm. Από το σημείο αυτό ο ρυθμός αύξησης σταθεροποιείται σε χαμηλότερα επίπεδα για να καταλήξει το περσικό τριφύλι πάντως την 140^{η} ημέρα, στο μέγιστο του, με μήκος 9,62cm.

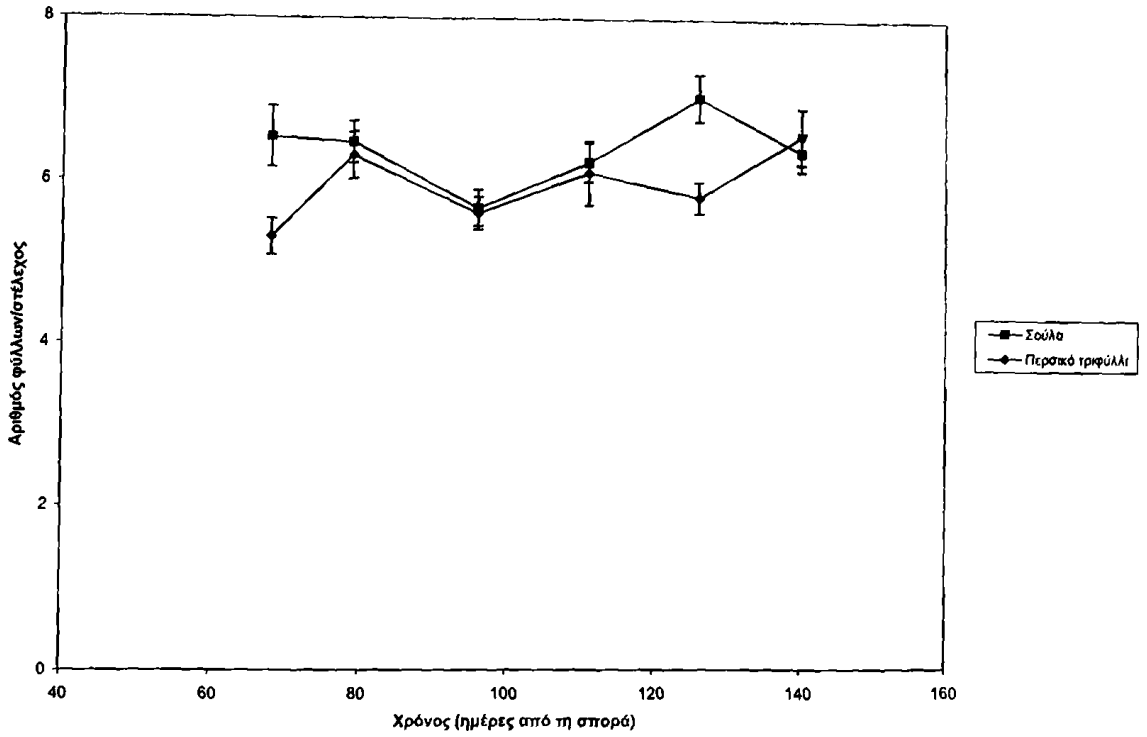
Πίνακας 4.4. Ανάλυση διασποράς για το μήκος του στελέχους στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	11,3	5,652	0,6564	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	162,2	1622,2	18,8	*
Υπόλοιπο	2	17,2	8,611		
Σύνολο	5	80,7			

Στον **πίνακα 4.4** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το περσικό τριφύλι είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή μήκους στελέχους από το ηδύσαρο.

Στο **διάγραμμα 4.5** παρατηρούμε ότι στο ηδύσαρο ο αριθμός φύλλων ανά στέλεχος την 68^{η} ημέρα είναι 6,53. Όμως, ο αριθμός αυτός μειώνεται με μικρό ρυθμό μέχρι την 79^{η} ημέρα και με μεγαλύτερο ρυθμό μέχρι την 96^{η} ημέρα, φτάνοντας στα 5,67 φύλλα ανά στέλεχος που αποτελεί και το ελάχιστο του ηδύσαρου. Στη συνέχεια, με σταθερό ρυθμό αύξησης, καταλήγουμε την 126^{η} ημέρα στο μέγιστο, με 7,03 φύλλα ανά στέλεχος, απ' όπου παρατηρείται εκ νέου μείωση.

Το περσικό τριφύλι ξεκινά την 68^{η} ημέρα με 5,3 φύλλα ανά στέλεχος, που είναι και το ελάχιστό του. Στη συνέχεια, παρατηρούμε ανά δεκαπενθήμερο συνεχείς αυξομειώσεις για να καταλήξει, την 140^{η} ημέρα στο μέγιστο του, με 6,57 φύλλα ανά στέλεχος.



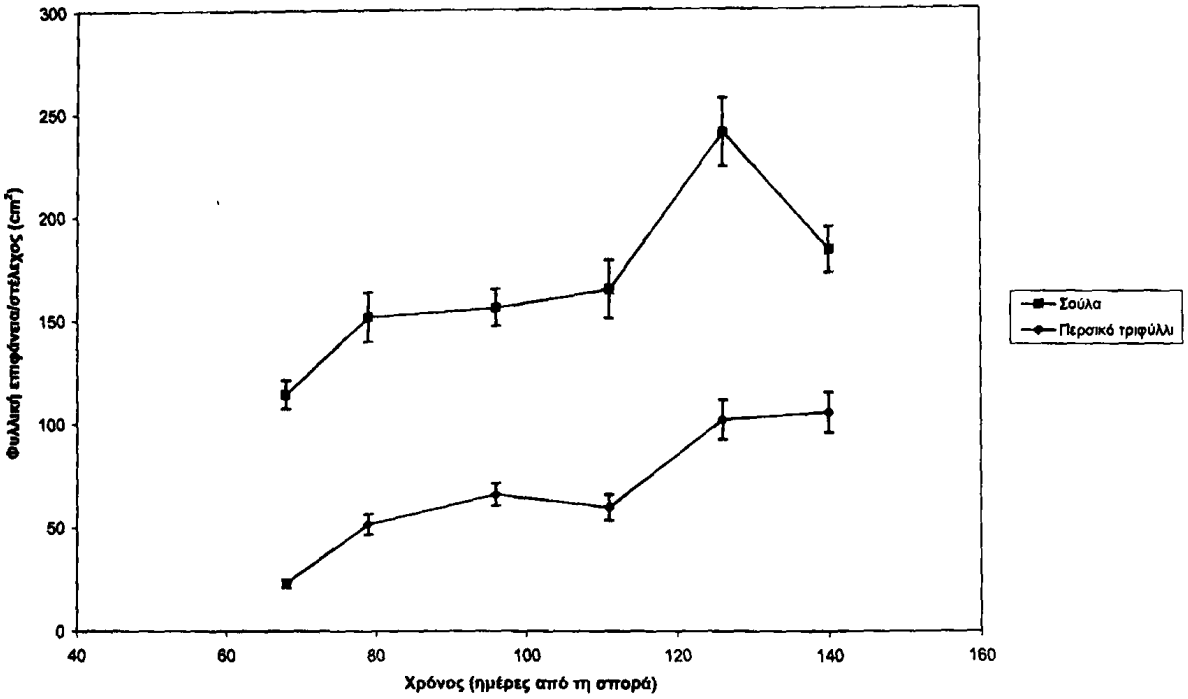
Διάγραμμα 4.5. Χρονική πορεία του αριθμού των φύλλων ανά στέλεχος του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλλιού.

Στον **πίνακα 4.5**. ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων. Τα δύο φυτά επίσης, δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά στον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος.

Πίνακας 4.5. Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικό τητα**
Επαναλήψεις	2	0,5433	0,2717	0,7443	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	0,06	0,06	0,1644	ΜΣ
Υπόλοιπο	2	0,73	0,365		
Σύνολο	5	1,333			

Στο **διάγραμμα 4.6** παρατηρούμε ότι στο ηδύσαρο, στις 68 ημέρες, η φυλλική επιφάνεια ανά στέλεχος είναι 114,2cm^2, τιμή η οποία αποτελεί και την ελάχιστη. Στη συνέχεια, κινείται αυξητικά μέχρι την 111^{η}ημέρα, σημείο στο οποίο ο ρυθμός αύξησης μεγαλώνει εντυπωσιακά και παραμένει έτσι μέχρι την 126^η ημέρα, φτάνοντας τα 240,5cm^2, τιμή η οποία συνιστά και την μέγιστη. Στη συνέχεια παρατηρείται μείωση της φυλλικής επιφάνειας ανά στέλεχος.



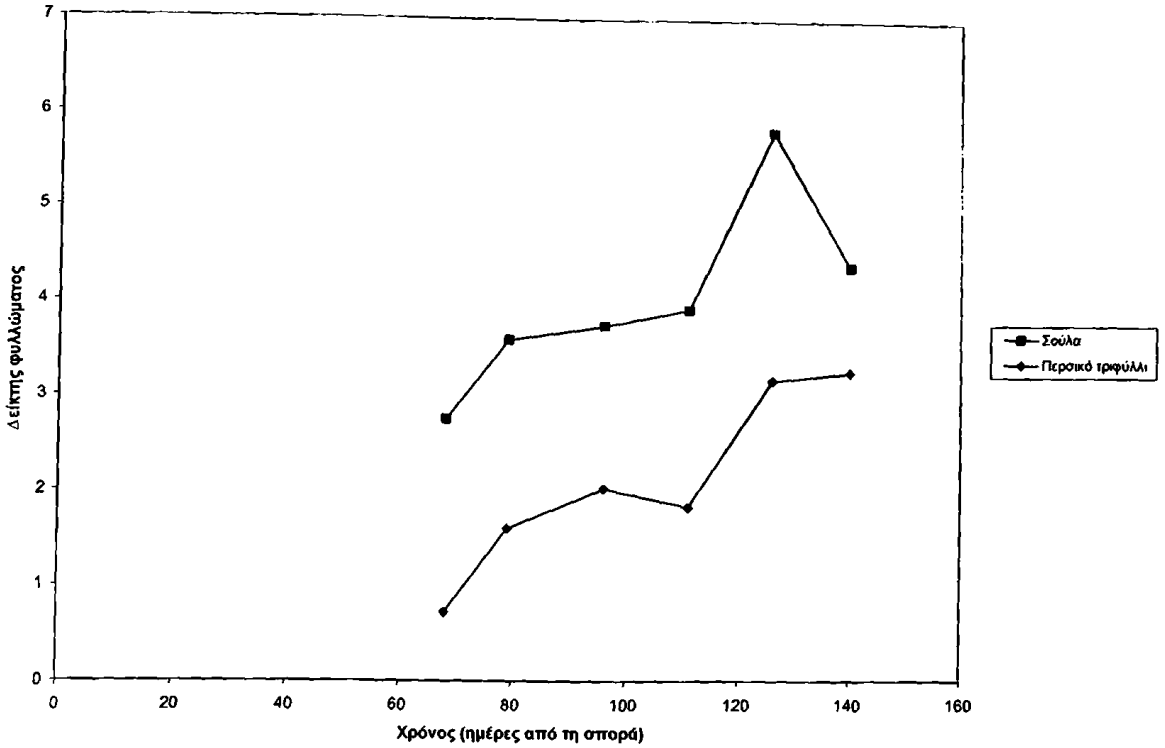
Διάγραμμα 4.6. Χρονική πορεία της φυλλικής επιφάνειας ανά στέλεχος του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Στο περσικό τριφύλι, η φυλλική επιφάνεια ανά στέλεχος ξεκινά στις 68 ημέρες με επιφάνεια 23,00cm^2, που αποτελεί και την ελάχιστη τιμή. Ακολούθως, αυτή αυξάνεται μέχρι την 96^η ημέρα, φτάνοντας στα 65,59cm^2, για να ακολουθήσει μια μικρή κάμψη στα 59,43 cm^2, την 111^η ημέρα. Στη συνέχεια, έχουμε μεγάλο ρυθμό αύξησης της φυλλικής επιφάνειας ανά στέλεχος, η οποία την 126^η ημέρα φτάνει τα 101,63cm^2 και καταλήγει την 140^η ημέρα στα 105,08cm^2, τιμή που αποτελεί και τη μέγιστη.

Πίνακας 4. 6. Ανάλυση διασποράς για τη φυλλική επιφάνεια ανά στέλεχος στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	752,1	376	17,4	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	9258,8	9258,8	428,3	**
Υπόλοιπο	2	43,2	21,6		
Σύνολο	5	10054,1			

Από τον **πίνακα 4.6** ανάλυσης της διασποράς ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το ηδύσαρο είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή φυλλικής επιφάνειας από το περσικό τριφύλι.



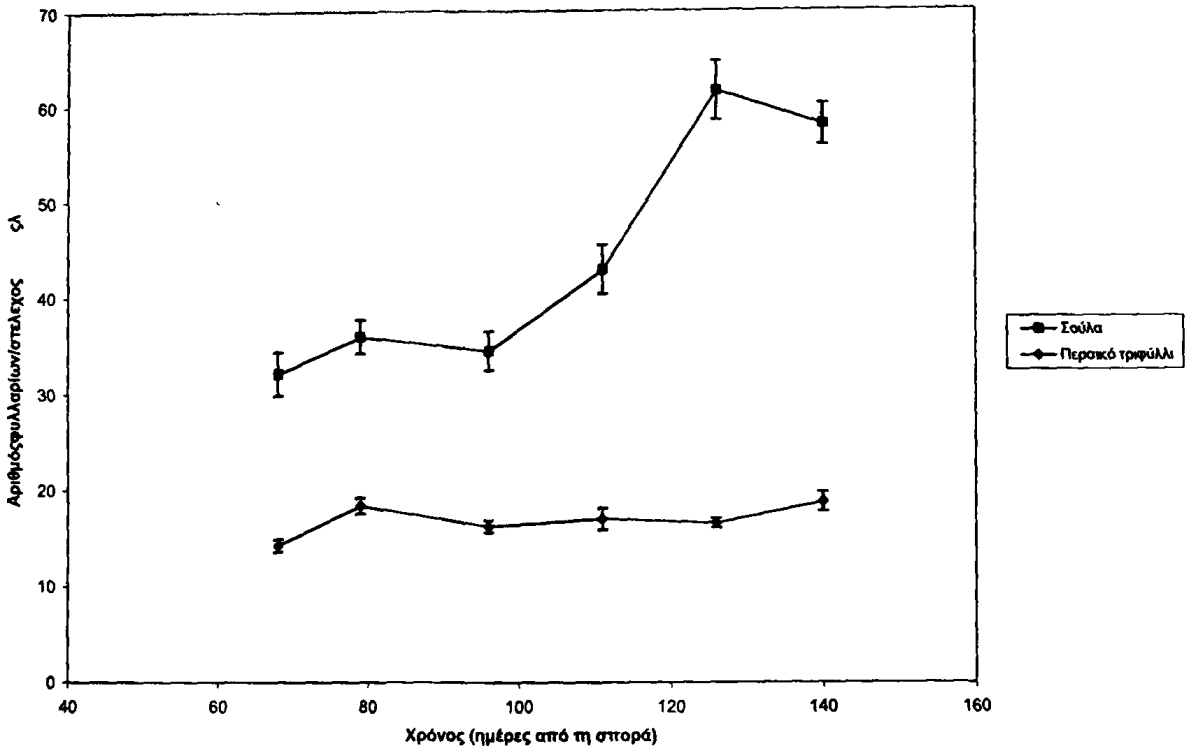
Διάγραμμα 4.7. Χρονική πορεία του δείκτη φυλλώματος του ηδύσαρου (σούλα) και του περσικού τριφυλιού.

Στο **διάγραμμα 4.7** παρατηρούμε ότι η πορεία του δείκτη φυλλώματος είναι ανάλογη με αυτή της φυλλικής επιφάνειας, τόσο για το ηδύσαρο, όσο και για το περσικό τριφύλι. Οι μέγιστες τιμές του δείκτη φυλλώματος είναι για το ηδύσαρο 5,8, στις 126 ημέρες, ενώ για το περσικό τριφύλι είναι 3,3, στις 140 ημέρες.

Πίνακας 4.7. Ανάλυση διασποράς για τη φυλλική επιφάνεια ανά στέλεχος στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	0,0123	0,0061	0,0062	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	1,878	1,878	1,891	ΜΣ
Υπόλοιπο	2	1,986	0,9930		
Σύνολο	5	3,876			

Από τον **πίνακα 4.7** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων. Επίσης, τα δύο φυτά δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά στο δείκτη φυλλώματος, γιατί στη τελευταία μέτρηση ο δείκτης φυλλώματος στο ηδύσαρο έχει μειωθεί, λόγω σκίασης των κατώτερων φύλλων.



Διάγραμμα 4.8. Χρονική πορεία του αριθμού φυλλαρίων ανά στέλεχος του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

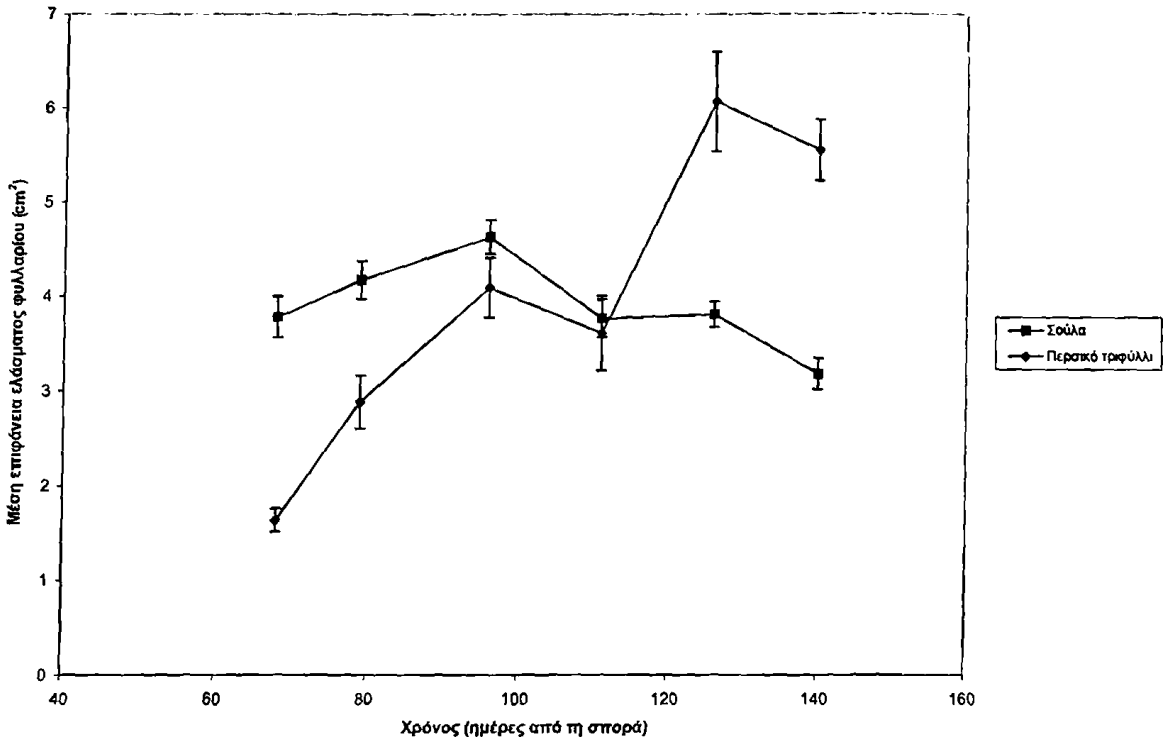
Στο **διάγραμμα 4.8** βλέπουμε ότι το ηδύσαρο ξεκινά με 32,13 φυλλάρια ανά στέλεχος, στις 68 ημέρες, τιμή η οποία αποτελεί και την ελάχιστη. Μέχρι τις 96 ημέρες παρατηρείται μια μικρή διακύμανση στα 35,97 φυλλάρια και στα 34,47 φυλλάρια. Από εκεί και μετά όμως, ο αριθμός των φυλλαρίων ανά στέλεχος αυξάνει εντυπωσιακά και φτάνει στη μέγιστη τιμή 61,6, στις 126 ημέρες, για να ακολουθήσει μια μικρή μείωση.

Στο περσικό τριφύλι ο αριθμός των φυλλαρίων ανά στέλεχος είναι 14,27 στις 68 ημέρες, που είναι και η ελάχιστη τιμή. Στη συνέχεια, παρατηρείται μια μικρή αύξηση, στα 18,37 φυλλάρια ανά στέλεχος, στις 79 ημέρες. Από το σημείο αυτό και μετά, παρατηρούνται μικρές διακυμάνσεις. Στην ουσία, ο αριθμός των φυλλαρίων δεν αλλάζει και στις 140 ημέρες φτάνει τα 18,7, τιμή η οποία είναι και η μέγιστη.

Πίνακας 4.8. Ανάλυση διασποράς για τον αριθμό φυλλαρίων ανά στέλεχος στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	Σημαντικότητα
Επαναλήψεις	2	15	7,502	0,8324	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	2324,6	2324,6	258	**
Υπόλοιπο	2	18	9,012		
Σύνολο	5	2357,6			

Στον **πίνακα 4.8** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το ηδύσαρο είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή αριθμού φυλλαρίων ανά στέλεχος από το περσικό τριφύλι.



Διάγραμμα 4.9. Χρονική πορεία της μέσης επιφάνειας ελάσματος φυλλαρίων του ηδύσαρου (σούλα) και του περσικού τριφυλιού. Οι κατακόρυφες γραμμές συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα των μέσων όρων.

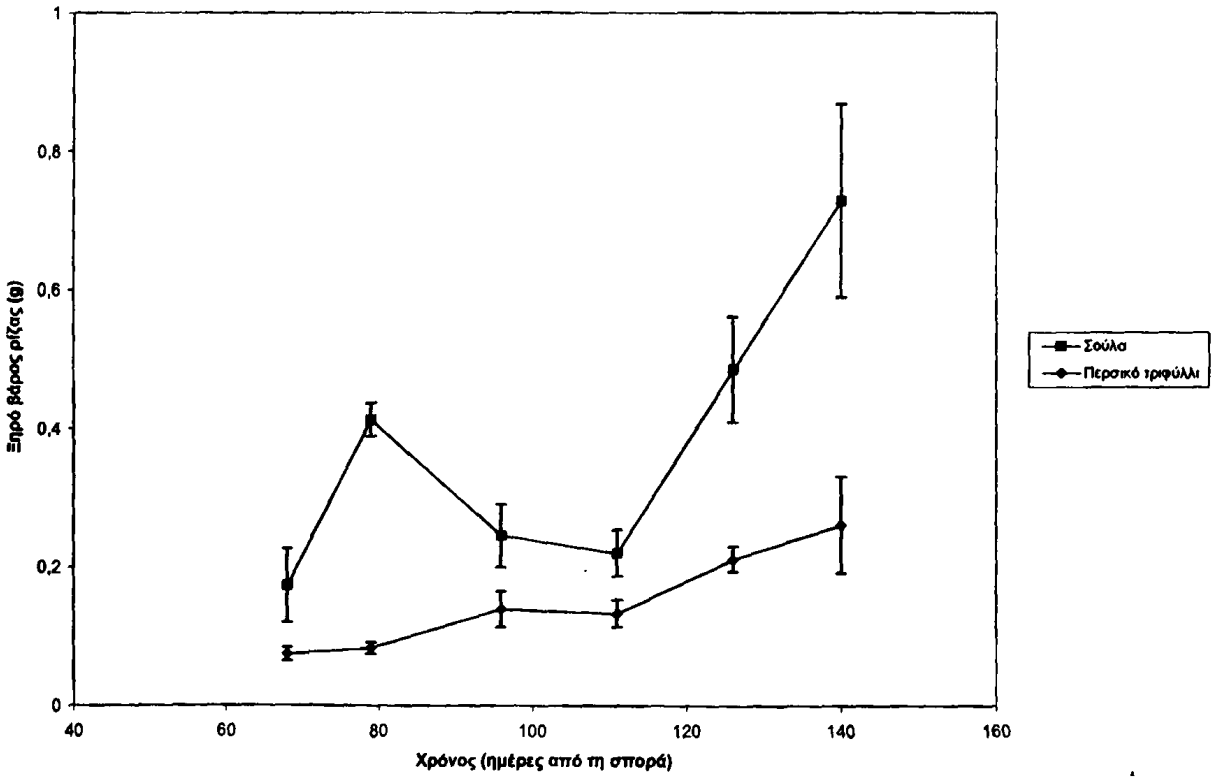
Στο **διάγραμμα 4.9** παρατηρούμε ότι το ηδύσαρο στις 68 ημέρες ξεκινά με μέση επιφάνεια ελάσματος των φυλλαρίων 3,781cm^2. Μέχρι την 96^η ημέρα ακολουθεί μια αύξηση με σταθερό ρυθμό, η οποία φτάνει το μέγιστο των 4,628cm^2. Από το σημείο αυτό και μετά, παρατηρείται μέχρι την 111^η ημέρα μια μείωση υψηλού ρυθμού, με αποτέλεσμα η μέση επιφάνεια ελάσματος φυλλαρίων να φτάσει τα 3,768cm^2. Ακολούθως και μέχρι την 126^η ημέρα, αυτή παραμένει σχεδόν σταθερή, αλλά μειώνεται ξανά με υψηλό ρυθμό για να φτάσει στη ελάχιστη τιμή της, 3,176cm^2, την 140^η ημέρα.

Στο περσικό τριφύλι η μέση επιφάνεια του ελάσματος των φυλλαρίων είναι 1,636cm^2, την 68^η ημέρα, που αποτελεί και την ελάχιστη τιμή της. Στη συνέχεια και μέχρι την 96^η ημέρα, παρατηρείται μια εντυπωσιακού ρυθμού αύξηση που φτάνει τα 4,090cm^2. Από την 96^η και μέχρι την 111^η ημέρα διαπιστώνουμε μια μικρή κάμψη στα 3,610cm^2 για να ακολουθήσει, το επόμενο δεκαπενθήμερο και μέχρι την 126^η ημέρα, αύξηση με υψηλό ρυθμό που θα καταλήξει στην μέγιστη τιμή των 6,067cm^2. Στη συνέχεια και μέχρι την 140^η ημέρα, παρατηρείται μείωση της μέσης επιφάνειας του ελάσματος των φυλλαρίων, που φτάνει τελικά στα 5,548cm^2.

Πίνακας 4.9. Ανάλυση διασποράς για τη μέση επιφάνεια ελάσματος φυλλαρίων στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	Σημαντικό τητα
Επαναλήψεις	2	0,3137	0,1569	1,055	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	8,432	8,432	56,7	*
Υπόλοιπο	2	0,2973	0,1486		
Σύνολο	5	9,043			

Στον **πίνακα 4.9** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το περσικό τριφύλι είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή μέσης επιφάνειας ελάσματος φυλλαρίων από το ηδύσαρο.



Διάγραμμα 4.10. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους της ρίζας του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

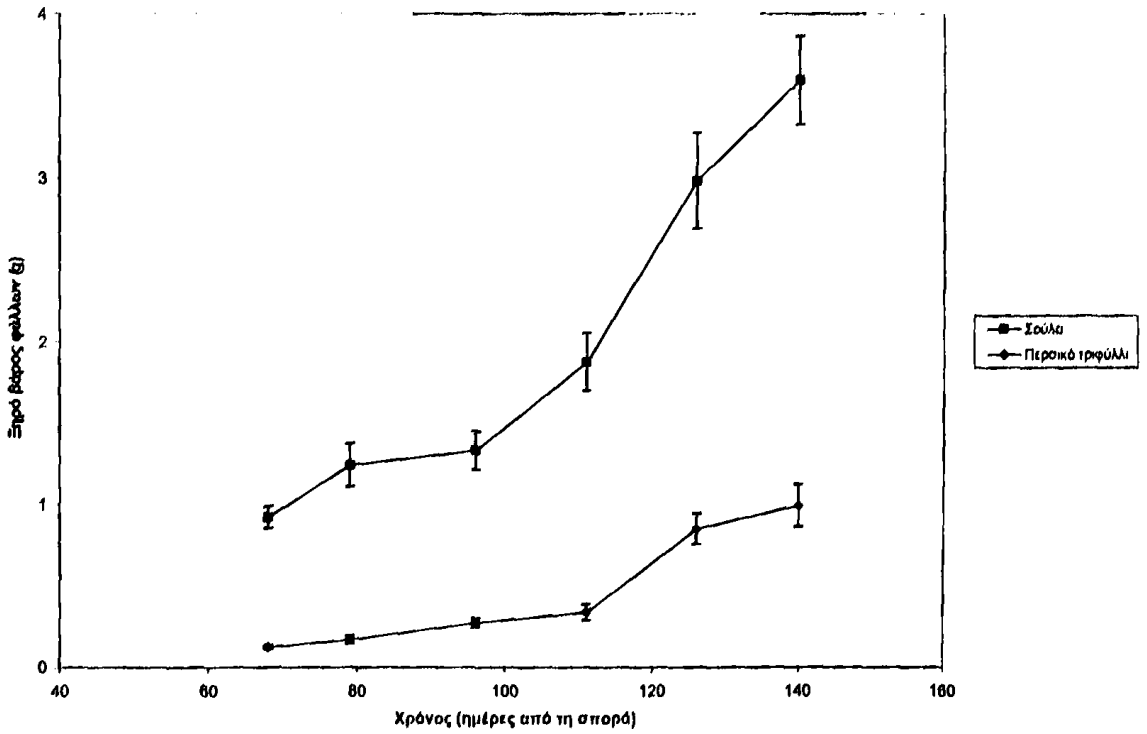
Στο **διάγραμμα 4.10** παρατηρούμε ότι το ξηρό βάρος της ρίζας στο ηδύσαρο στις 68 ημέρες είναι 0,174gr, που αποτελεί και την ελάχιστη τιμή. Ακολουθεί, από την 68η μέχρι την 79η ημέρα, μια μεγάλη αύξηση και το ξηρό βάρος της ρίζας φτάνει τα 0,413gr. Στη συνέχεια και μέχρι την 111η ημέρα, ακολουθεί μείωση του ξηρού βάρους της ρίζας, η οποία καταλήγει στα 0,221gr. Από το σημείο αυτό αρχίζει, με σταθερό ρυθμό, μια αύξηση, η οποία φτάνει έως την 140η ημέρα, για να δώσει το μέγιστο του ξηρού βάρους της ρίζας στα 0,730gr.

Στο περσικό τριφύλι, το ξηρό βάρος της ρίζας στις 68 ημέρες ξεκινά στα 0,075gr, που είναι και η ελάχιστη τιμή του. Αυτό αυξάνεται συνεχώς μέχρι την 96η ημέρα και φτάνει τα 0,140gr. Ακολουθεί μια μικρή κάμψη μέχρι την 111η ημέρα, σημείο στο οποίο αρχίζει μια αύξηση με υψηλό ρυθμό, για να καταλήξει στο μέγιστο, στις 140 ημέρες, όπου το ξηρό βάρος της ρίζας φτάνει τα 0,262gr.

Πίνακας 4.10. Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος της ρίζας στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	Σημαντικότητα
Επαναλήψεις	2	0,0032	0,0016	0,058	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	0,3278	0,3278	11,765	ΜΣ
Υπόλοιπο	2	0,5573	0,0279		
Σύνολο	5	0,3868			

Στον **πίνακας 4.10** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων. Επίσης, τα δύο φυτά δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά στο ξηρό βάρος της ρίζας.



Διάγραμμα 4.11. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των φύλλων του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

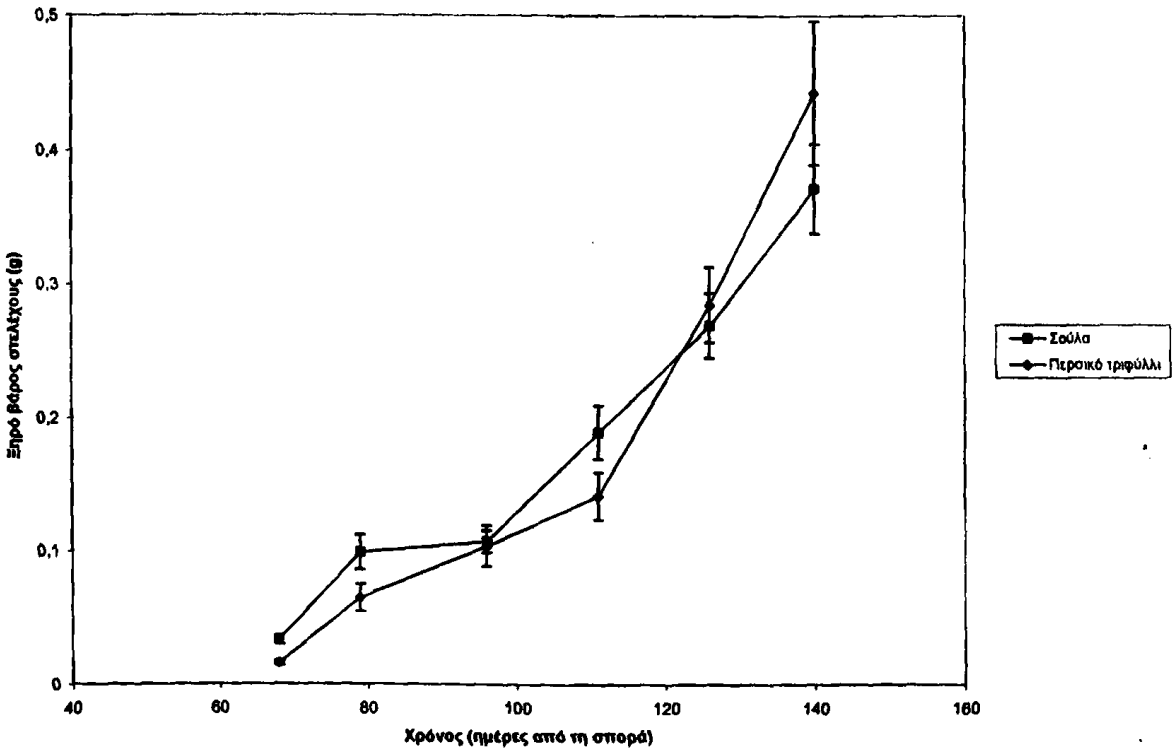
Στο **διάγραμμα 4.11** παρατηρούμε ότι το ξηρό βάρος των φύλλων στο ηδύσαρο είναι 0,926gr, στις 68 ημέρες, που είναι και η ελάχιστη τιμή του. Στη συνέχεια με

συνεχόμενη αύξηση μέχρι την 140η ημέρα φτάνει στο μέγιστο 3,597gr. Από την 79η ημέρα μέχρι την 96η ημέρα, παρατηρείται ο μικρότερος ρυθμός αύξησης του ξηρού βάρους των φύλλων, ενώ η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται από την 111η ημέρα μέχρι και την 126η ημέρα.

Το περσικό τριφύλι ξεκινά στις 68 ημέρες, με ελάχιστη τιμή στο ξηρό βάρος των φύλλων τα 0,126gr. Στη συνέχεια μέχρι την 111η ημέρα παρατηρείται μια σταθερού ρυθμού αύξηση, με κατάληξη τα 0,340gr. Από το σημείο αυτό ο ρυθμός αύξησης μεγαλώνει που οδηγεί την 140η ημέρα στα 0,993gr , τιμή η οποία είναι και η μέγιστη. Ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης του ξηρού βάρους των φύλλων στο περσικό τριφύλι παρατηρείται από την 111η ημέρα μέχρι και την 126η ημέρα.

Πίνακας 4.11. Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος φύλλων στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί ελευθερίας	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσα τετράγωνα	F	Σημαντικό τητα
Επαναλήψεις	2	0,2136	0,1068	2,209	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	10,2	10,2	210,3	**
Υπόλοιπο	2	0,0967	0,0484		
Σύνολο	5	10,5			



Διάγραμμα 4.12. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους του στελέχους του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλλιού.

Στον **πίνακα 4.11**. ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το ηδύσαρο είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους φύλλων από το περσικό τριφύλι.

Στο **διάγραμμα 4.12** παρατηρούμε ότι το ξηρό βάρος του στελέχους στο ηδύσαρο ξεκινά στις 68 ημέρες από την ελάχιστη τιμή του από τα 0,033gr. Στη συνέχεια και μέχρι την 140^{η} ημέρα αυξάνεται διαρκώς και φτάνει στα 0,372gr που είναι και η μέγιστη τιμή του. Ο μικρότερος ρυθμός αύξησης παρατηρείται από την 79^{η} μέχρι την 96^{η} ημέρα, ενώ ο μεγαλύτερος, και σταθερά υψηλότερος, από την 96^{η} μέχρι την 140^{η} ημέρα.

Το περσικό ξεκινά στις 68 ημέρες με ξηρό βάρος στελέχους 0,016gr, που είναι και η ελάχιστη τιμή του. Με συνεχόμενη και υψηλή αύξηση φτάνει στη μέγιστη τιμή του 0,442gr την 140^{η} ημέρα. Από την 111^{η} ημέρα μέχρι την 140^{η} παρατηρείται σταθερά υψηλός ρυθμός αύξησης του ξηρού βάρους του στελέχους.

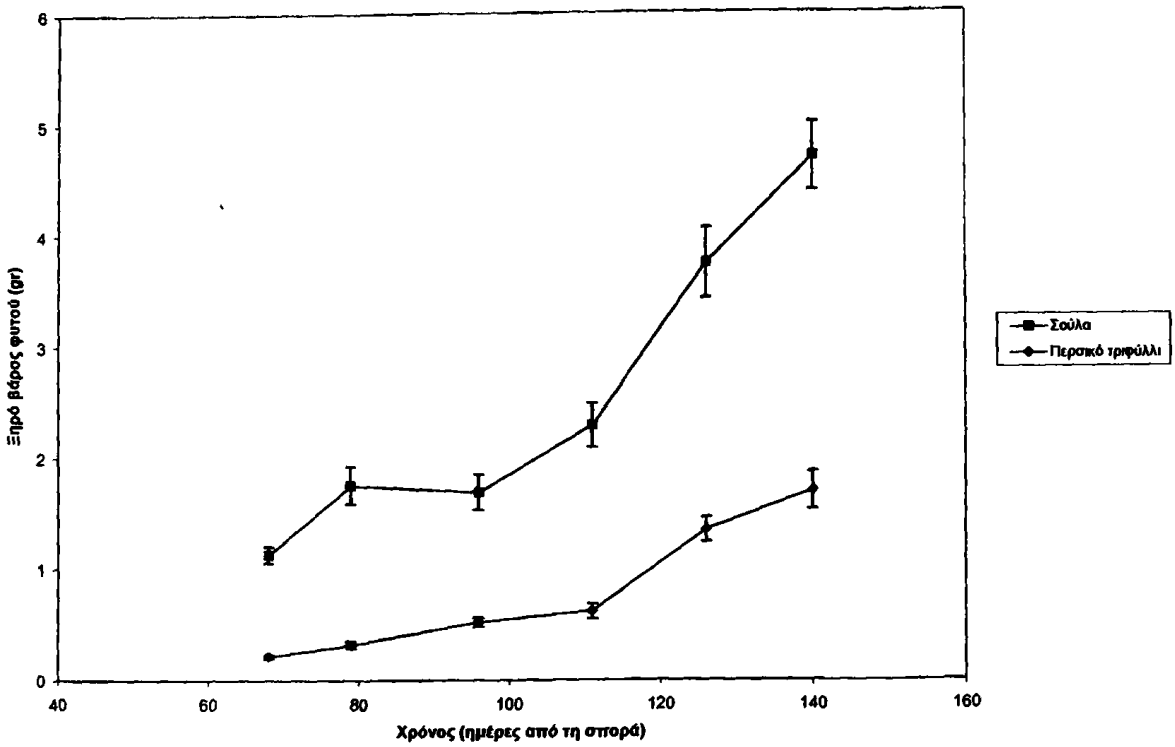
Πίνακας 4.12. Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος στελέχους στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	0,0036	0,0018	0,3459	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	0,0075	0,0075	1,470	ΜΣ
Υπόλοιπο	2	0,1027	0,0051		
Σύνολο	5	0,2137			

Στον **πίνακα 4.12** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων. Επίσης, τα δύο φυτά δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά στο ξηρό βάρος του στελέχους.

Στο **διάγραμμα 4.13** παρατηρούμε το ηδύσαρο να ξεκινά στις 68 ημέρες με το ελάχιστο του ξηρού βάρους 1,132gr. Στη συνέχεια παρουσιάζει μια αύξηση μέχρι την 79^{η} ημέρα στα 1,757gr. Μεταξύ 79^{η} και 96^{ης} ημέρας παρατηρούμε μια κάμψη του ξηρού βάρους στα 1,687gr. Από την 96^{η} ημέρα όμως, το ηδύσαρο αρχίζει να αυξάνει το ξηρό του βάρος και φτάνει στη μέγιστη τιμή του 4,698gr στις 140 ημέρες. Το ηδύσαρο παρουσιάζει τον μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης από την 111^{η} έως την 126^{η} ημέρα.

Το περσικό τριφύλι στις 68 ημέρες ξεκινά με ξηρό βάρος 0,217gr που είναι και η ελάχιστη τιμή του. Στη συνέχεια, με συνεχόμενη αύξηση, φτάνει στο μέγιστο στις 140 ημέρες με 1,698gr. Το ξηρό βάρος του περσικού τριφυλιού αυξάνεται με μικρό ρυθμό από την 68^{η} μέχρι την 111^{η} ημέρα (0,616gr). Ο υψηλότερος ρυθμός αύξησης παρατηρείται από την 111^{η} ημέρα μέχρι την 126^{η} που φτάνει το 1,34gr. Υψηλό ρυθμό έχει πάντως και από την 126^{η} έως την 140^{η} ημέρα.



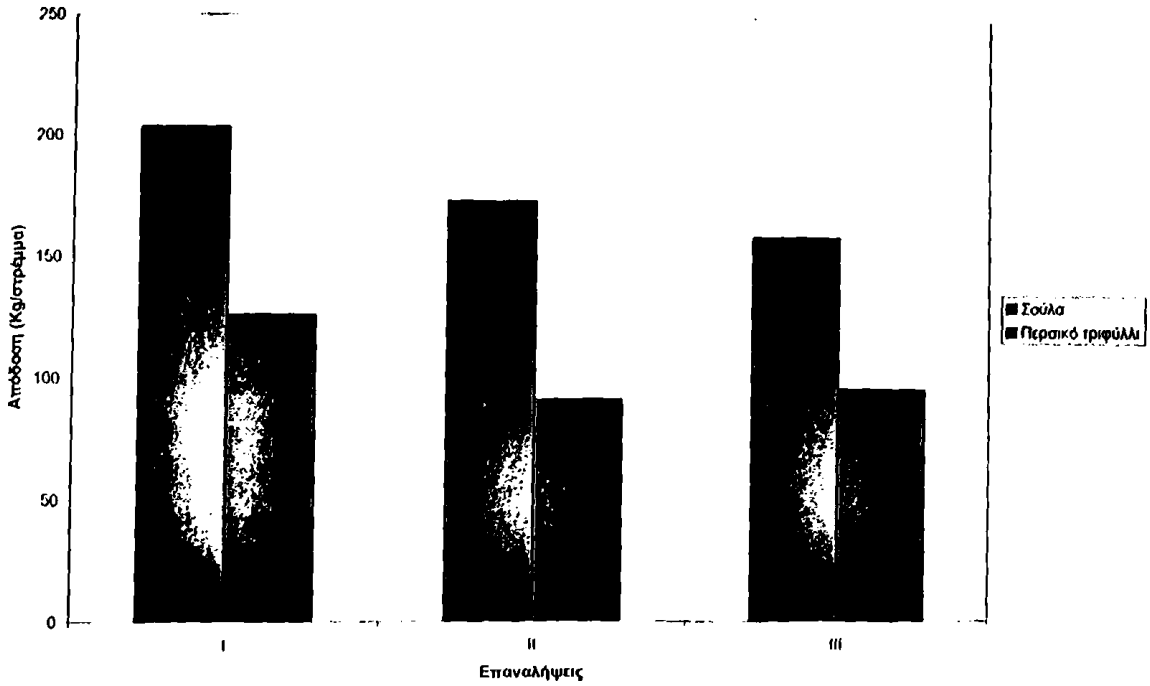
Διάγραμμα 4.13. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους του φυτού του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Πίνακας 4.13. Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος φυτού στις 140 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	0,2746	0,1373	0,7768	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	13,5	13,5	76,4	*
Υπόλοιπο	2	0,3535	0,1768		
Σύνολο	5	14,1			

Στον **πίνακα 4.13** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το ηδύσαρο είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή ξηρού βάρους φυτού από το περσικό τριφύλι.

Στο **ιστόγραμμα 4.1** παρατηρούμε ότι στην πρώτη επανάληψη το ηδύσαρο είχε απόδοση 203,7kg ανά στρέμμα, ενώ το περσικό τριφύλι 126,5kg ανά στρέμμα. Στη δεύτερη επανάληψη το ηδύσαρο είχε απόδοση 173kg ανά στρέμμα, ενώ το περσικό τριφύλλι απόδοση τα 91,5kg ανά στρέμμα. Στην τρίτη επανάληψη το ηδύσαρο είχε απόδοση 158,7kg ανά στρέμμα, ενώ το περσικό τριφύλλι είχε απόδοση 96,2kg ανά στρέμμα.



Ιστόγραμμα 4.1. Απόδοση σε ξηρή ουσία ανά στρέμμα του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού για τις τρείς επαναλήψεις.

Πίνακας 4.14. Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε ξηρή ουσία στις 146 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή παραλλακτικότητας	**Βαθμοί ελευθερίας**	**Άθροισμα τετραγώνων**	**Μέσα τετράγωνα**	**F**	**Σημαντικότητα**
Επαναλήψεις	2	1679,4	839,7	16,9	ΜΣ
Επεμβάσεις	1	8162,2	8162,2	163,9	**
Υπόλοιπο	2	99,6	49,8		
Σύνολο	5	9941,2			

Στον **πίνακα 4.14** ανάλυσης της διασποράς παρατηρούμε ότι δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων, ενώ το ηδύσαρο είχε σημαντικά υψηλότερη τιμή απόδοσης σε ξηρή ουσία από το περσικό τριφύλι.

4.2. Παράμετροι αύξησης

4.2.1. Σχετικός ρυθμός αύξησης (Relative Growth Rate, RGR)

Ο σχετικός ρυθμός αύξησης εκφράζει την αύξηση στο βάρος του φυτού ανά μονάδα ήδη υπάρχοντος βάρους και ισοδυναμεί με την κλίση της σχέσης μεταξύ του φυσικού λογαρίθμου του βάρους του φυτού και του χρόνου (Hunt 1982). Στον **πίνακα 4.15** δίνονται οι παράμετροι, οι συντελεστές προσδιορισμού των ευθυγράμμων

παλινδρομήσεων για το ηδύσαρο και το περσικό τριφύλλι αντίστοιχα. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και οι σχετικοί ρυθμοί αύξησης των φύλλων, των στελεχών και των ριζών.

Πίνακας 4.15. Παράμετροι (a, b) και τυπικά σφάλματα στις ευθύγραμμες παλινδρομήσεις μεταξύ των φυσικών λογαρίθμων του ξηρού βάρους του φυτού, των φύλλων, του στελέχους και της ρίζας προς το χρόνο. Η κλίση της ευθύγραμμης παλινδρόμησης (b) ισοδυναμεί με το σχετικό ρυθμό αύξησης και το R^2 αντιπροσωπεύει το συντελεστή προσδιορισμού.

	Ηδύσαρο			**Περσικό τριφύλι**		
	a	**b**	**R^2**	**a**	**b**	**R^2**
Βάρος φυτού	-1,20 ± 0,255	0,0186 ± 0,0024	92,21	-3,48 ± 0,275	0,0278 ± 0,0026	95,84
Βάρος φύλλων	-1,48 ± 0,205	0,0187 ± 0,0019	94,89	-4,33 ± 0,376	0,0296 ± 0,0035	93,25
Βάρος στελέχους	-5,26 ± 0,444	0,0303 ± 0,0042	91,16	-6,69 ± 0,586	0,0412 ± 0,0055	91,69
Βάρος ρίζας	-3,09 ± 0,50	0,0176 ± 0,0047	72,29	-3,75 ± 0,209	0,0164 ± 0,0020	93,20

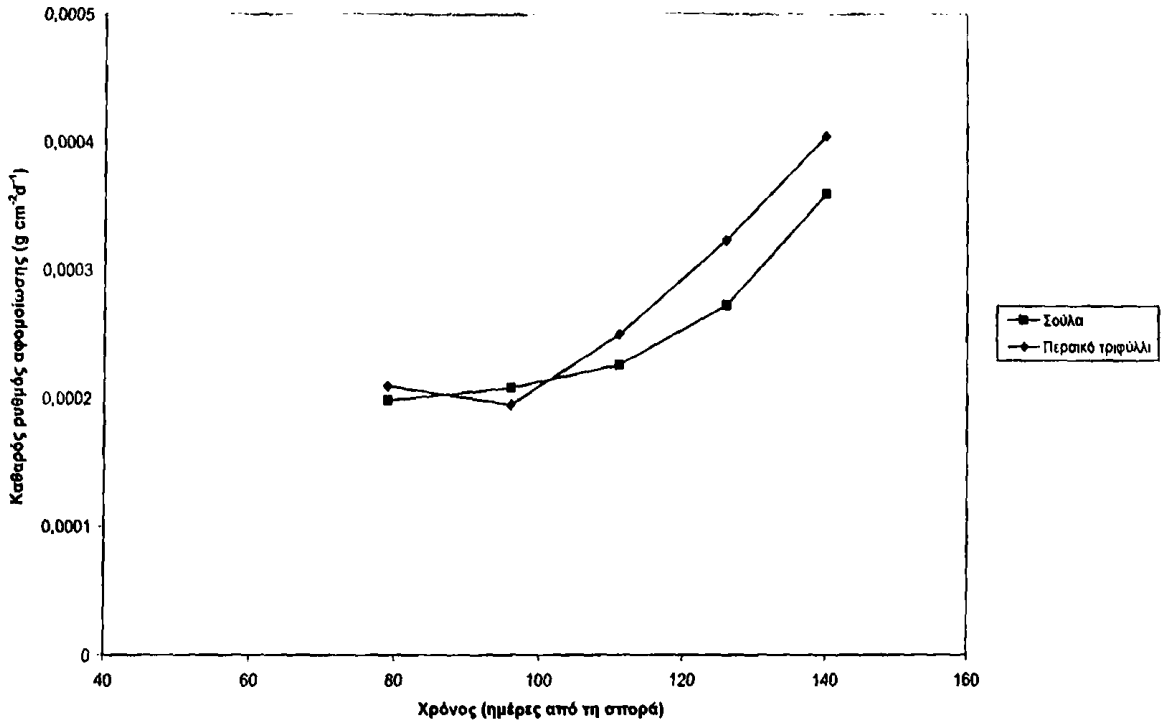
Στον παραπάνω **πίνακα 4.15**, παρατηρούμε ότι ο σχετικός ρυθμός αύξησης (b) που αφορά στο βάρος του φυτού, είναι για το ηδύσαρο 0,0186, ενώ για το περσικό τριφύλλι είναι 0,0278. Αυτό σημαίνει ότι το βάρος των φυτών του περσικού τριφυλιού αυξανόταν πολύ γρηγορότερα από το αντίστοιχο του ηδύσαρου. Κάτι αντίστοιχο παρατηρείται και για το βάρος των φύλλων. Ο σχετικός ρυθμός αύξησης για το ηδύσαρο είναι 0,0187 και για το περσικό τριφύλι 0,0296, πράγμα που σημαίνει ότι το βάρος των φύλλων του περσικού τριφυλιού αυξανόταν με υψηλότερο ρυθμό από αυτόν του ηδύσαρου.

Όσον αναφορά το βάρος του στελέχους, ο σχετικός ρυθμός αύξησης αυτού είναι για το ηδύσαρο 0,0303και για το περσικό τριφύλι 0,0412. Παρατηρούμε πάλι, ότι το βάρος του στελέχους αυξανόταν με υψηλότερο ρυθμό στο περσικό τριφύλι απ' ό,τι στο ηδύσαρο. Τέλος, ο σχετικός ρυθμός αύξησης του βάρους της ρίζας είναι 0,0176 για το ηδύσαρο και 0,0164 για το περσικό τριφύλι. Συμπερασματικά καταλήγουμε ότι στο ηδύσαρο το βάρος της ρίζας αυξανόταν με ελαφρώς υψηλότερο ρυθμό από το αντίστοιχο του περσικού τριφυλιού.

4.2.2. Καθαρός ρυθμός αφομοίωσης (Net Assimilation Rate, NAR)

Ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης εκφράζει τη συσσώρευση της ξηρής μάζας ανά μονάδα της φυλλικής επιφάνειας του φυτού (g cm^{-2} d^{-1}) και αποτελεί ένα μέτρο της μέσης αποτελεσματικότητας των φύλλων για την παραγωγή ξηρής ουσίας. Για τον υπολογισμό του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν τα μεγέθη του σχετικού ρυθμού αύξησης (RGR) και του δείκτη αφομοιωτικής ικανότητας των φύλλων (LAR) που

αντιπροσωπεύει την αναλογία της ολικής φυλλικής επιφάνειας προς το συνολικό βάρος του φυτού, σύμφωνα με τον τύπο NAR=RGR/LAR. Στο **διάγραμμα 4.14** απεικονίζονται οι χρονικές πορείες του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης για το ηδύσαρο και το περσικό τριφύλλι.



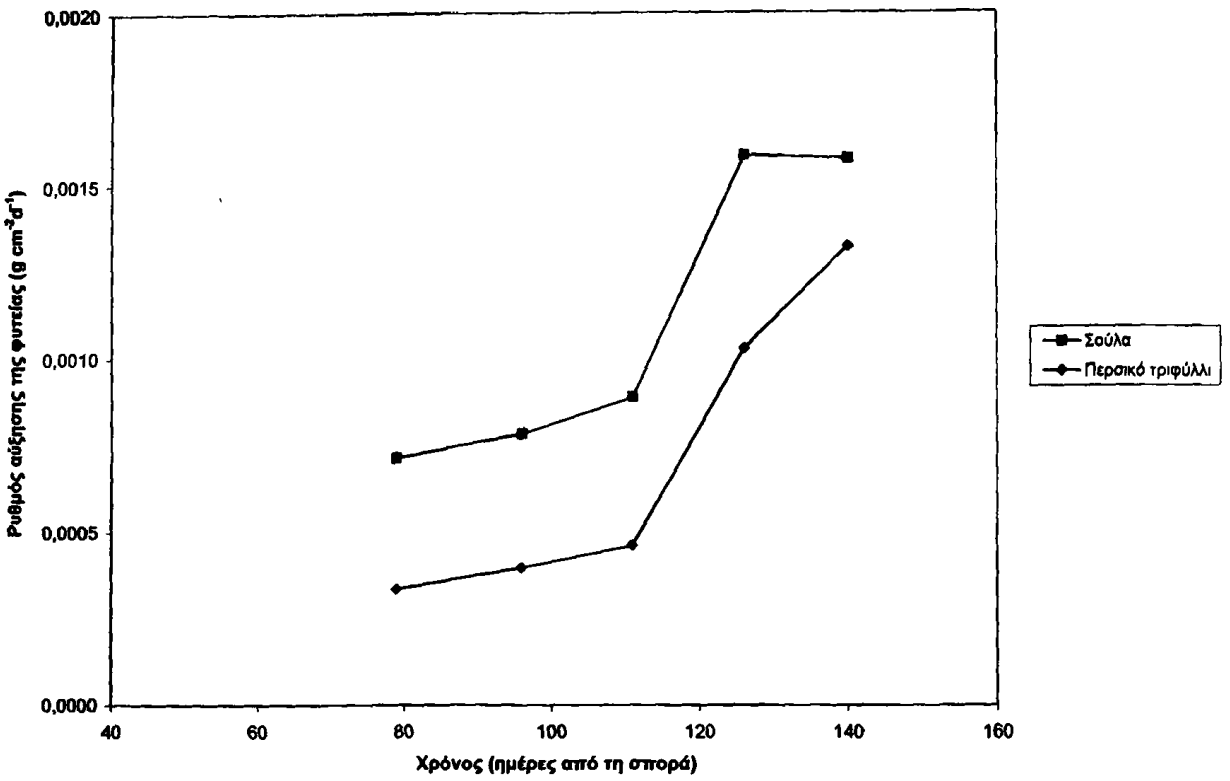
Διάγραμμα 4.14. Χρονική πορεία του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης (NAR) του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Στο **διάγραμμα 4.14** παρατηρούμε ότι το ηδύσαρο ξεκινά στις 79 ημέρες με καθαρό ρυθμό αφομοίωσης 0,000199g cm^{-2} d^{-1}. Στην συνέχεια, αυτός γίνεται συνεχώς αυξανόμενος μέχρι τις 140 ημέρες που καταλήγει και στο μέγιστο 0,000360g cm^{-2} d^{-1}. Ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης αυξάνεται πολύ αργά από την 79η ημέρα μέχρι την 111η, παρουσιάζει όμως απότομη άνοδο από την 111η ημέρα μέχρι την 140η.

Το περσικό τριφύλι ξεκινά στις 79 ημέρες με καθαρό ρυθμό αφομοίωσης 0,000210g cm^{-2} d^{-1}, ο οποίος όμως μειώνεται μέχρι τις 96 ημέρες που καταλήγει στο ελάχιστο 0,000195g cm^{-2} d^{-1}. Στην συνέχεια αυξάνεται σταθερά υψηλά.

4.2.3. Ρυθμός αύξησης της φυτείας (Crop Growth Rate, CGR)

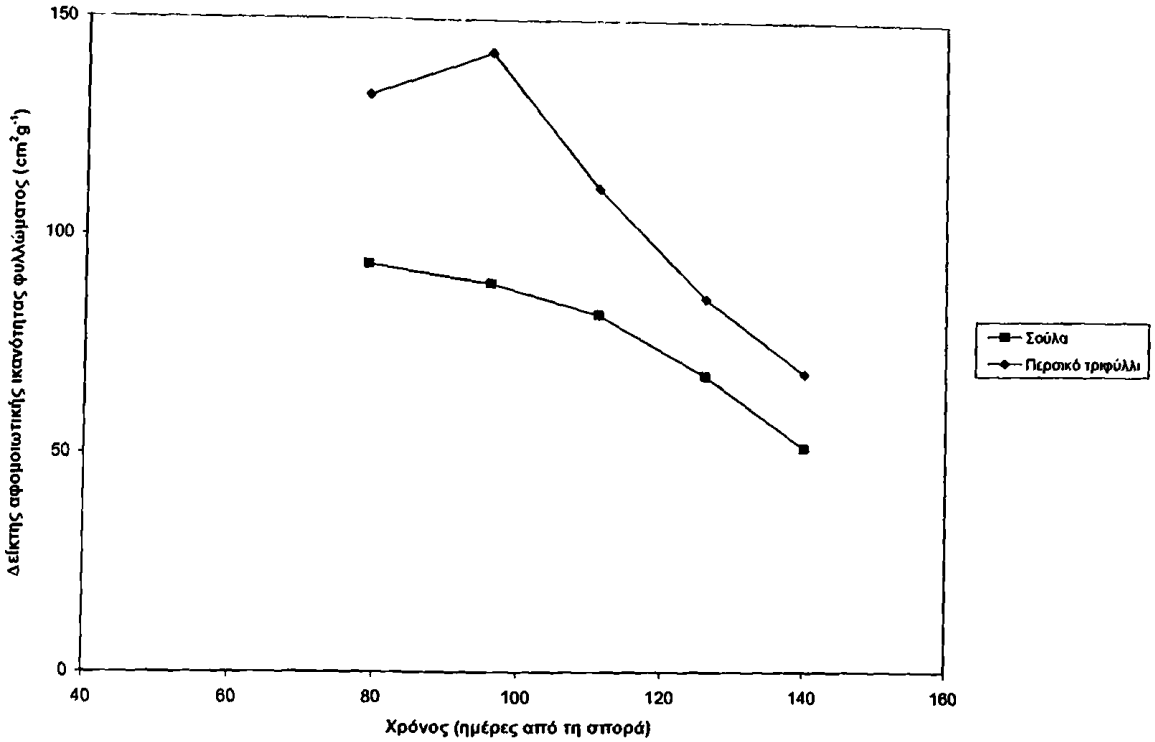
Ο ρυθμός αύξησης της φυτείας εκφράζει την αύξηση του ξηρού βάρους του φυτού ανά μονάδα εδαφικής επιφάνειας στη μονάδα του χρόνου (g cm^{-2} d^{-1}), δηλαδή την παραγωγική ικανότητα της καλλιέργειας. Για τον υπολογισμό του ρυθμού αύξησης της φυτείας χρησιμοποιήθηκαν τα μεγέθη του δείκτη της φυλλικής επιφάνειας (LAI) και του καθαροιού ρυθμού αφομοίωσης (NAR), σύμφωνα με τον τύπο CGR=LAI x NAR.



Διάγραμμα 4.15. Χρονική πορεία του ρυθμού αύξησης της φυτείας (CGR) του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

Στο **διάγραμμα 4.15**, στο οποίο απεικονίζονται οι χρονικές πορείες του ρυθμού αύξησης της φυτείας για το ηδύσαρο και το περσικό τριφύλι, παρατηρήθηκε στα αρχικά στάδια μικρός ρυθμός αύξησης, λόγω της ελλειπούς κάλυψης του φυλλώματος και του χαμηλού ποσοστού του προσπίπτοντος ηλιακού φωτός. Ακολούθως, με την ανάπτυξη της φυτείας, την εξάπλωση της φυλλικής επιφάνειας και την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας σημειώθηκε ταχύτατη αύξηση του ρυθμού. Αναλυτικότερα, παρατηρούμε ότι ο ρυθμός αύξησης της φυτείας του ηδύσαρου είναι 0,000715g $cm^{-2}.d^{-1}$ στις 79 ημέρες. Στην συνέχεια αυτός αυξάνεται σταθερά μέχρι την $111^{η}$ ημέρα, που φτάνει τα 0,000888g cm^{-2} d^{-1}. Από την $111^{η}$ ημέρα μέχρι και την $126^{η}$ αυξάνεται απότομα και καταλήγει στα 0,001586g cm^{-2} d^{-1}, που αποτελεί και τη μέγιστη τιμή του. Από την $111^{η}$ ημέρα και μέχρι την $140^{η}$ παρατηρείται μικρή μείωση του ρυθμού αύξησης της φυτείας στα 0,001577g cm^{-2} d^{-1}.

Στο περσικό τριφύλι ο ρυθμός αύξησης της φυτείας είναι την $79^{η}$ ημέρα 0,000336g cm^{-2} d^{-1} την. Στη συνέχεια, αυτός αυξάνεται σταθερά μέχρι την $111^{η}$ ημέρα, στα 0,000459g cm^{-2} d^{-1}, σημείο από το οποίο παρατηρείται απότομη αύξηση, για να καταλήξει στις 140 ημέρες, στα 0,001322g cm^{-2} d^{-1}, που αποτελεί και τη μέγιστη τιμή του. Τέλος, η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στο χρονικό διάστημα από την $111^{η}$ ημέρα μέχρι την $126^{η}$ ημέρα.



Διάγραμμα 4.16. Χρονική πορεία του δείκτη αφομοιωτικής ικανότητας φυλλώματος (LAR) του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

4.2.4. Δείκτης αφομοιωτικής ικανότητας των φύλλων (Leaf Area Ratio, LAR)

Ο δείκτης της αφομοιωτικής ικανότητας του φυλλώματος αντιπροσωπεύει την αναλογία της ολικής φυλλικής επιφάνειας προς το συνολικό βάρος του φυτού ($cm^2\ g^{-1}$) δηλαδή, την αναλογία των ικανών για φωτοσύνθεση προς τα αναπνέοντα τμήματα του φυτού. Για τον υπολογισμό του δείκτη της αφομοιωτικής ικανότητας των φύλλων χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της φυλλικής επιφάνειας και του ξηρού βάρους του φυτού στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα των δειγματοληψιών. Στο **διάγραμμα 4.16** απεικονίζονται οι χρονικές πορείες του δείκτη της αφομοιωτικής ικανότητας των φύλλων για το ηδύσαρο και το περσικό τριφύλι.

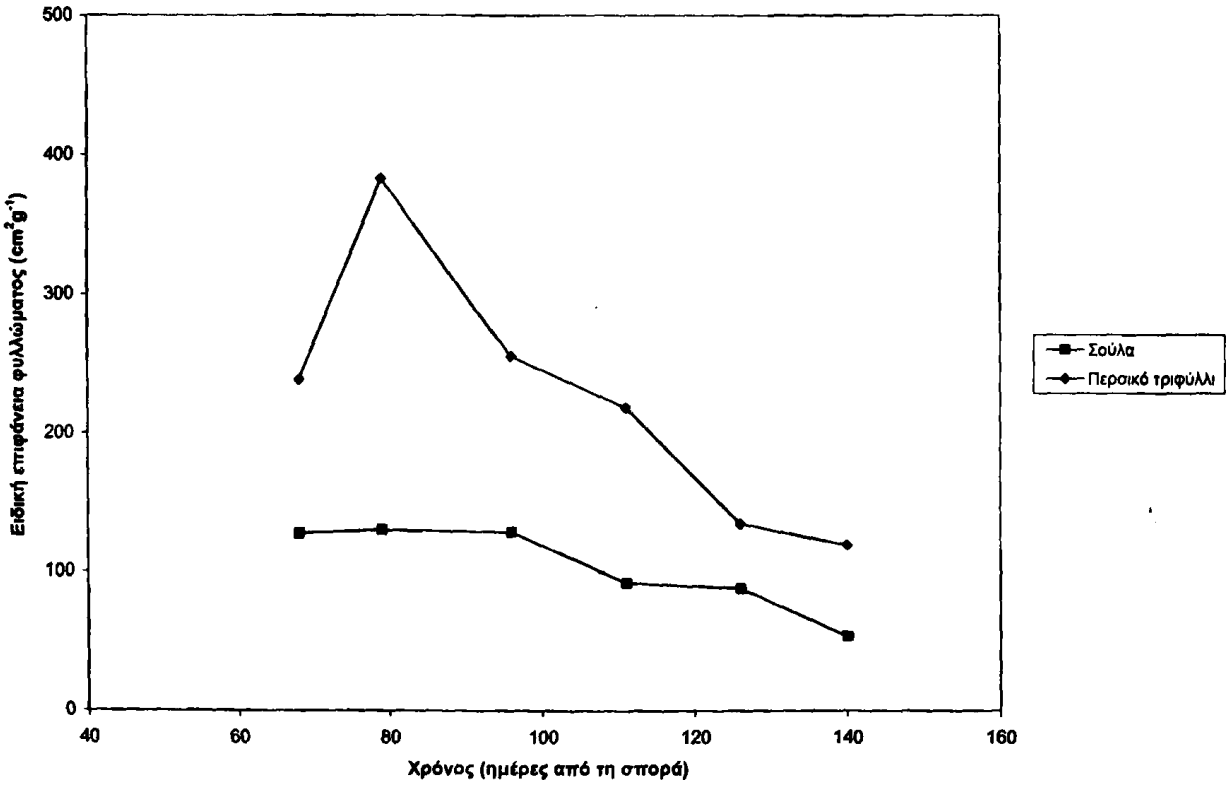
Σ' αυτό παρατηρούμε ότι ο δείκτης αφομοιωτικής ικανότητας φυλλώματος του ηδύσαρου την 79η ημέρα είναι 93,553cm^2/g, τιμή που είναι και η μέγιστη. Στην συνέχεια, ο δείκτης μειώνεται, με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό, για να καταλήξει την 140η ημέρα στην ελάχιστη τιμή, στα 51,719cm^2/g. Ο σχετικά υψηλότερος ρυθμός μείωσης του δείκτη αφομοιωτικής ικανότητας φυλλώματος στο ηδύσαρο παρατηρείται από την 111η ημέρα μέχρι την 140η ημέρα.

Το περσικό τριφύλι ξεκινά την 79η ημέρα με δείκτη αφομοιωτικής ικανότητας φυλλώματος 132,436cm^2/g. Στην συνέχεια και μέχρι την 96η ημέρα αυτός αυξάνεται για να καταλήξει στη μέγιστη τιμή των 142,411cm^2/g. Από το σημείο αυτό και στη συνέχεια, παρατηρείται μια μείωση, με υψηλό ρυθμό, η οποία θα καταλήξει την 140η ημέρα στην

ελάχιστη τιμή, των 68,687cm^2/g. Ο μεγαλύτερος ρυθμός μείωσης του δείκτη αφομοιωτικής ικανότητας φυλλώματος στο περσικό τριφύλι παρατηρείται μεταξύ της 96^η ημέρας και της 111^{ης} ημέρας. Μετά την ημερομηνία αυτή, ο ρυθμός μείωσης βαίνει συνεχώς ελαττούμενος.

4.2.5. Ειδική επιφάνεια φυλλώματος (Spesific Leaf Area, SLA) και Δείκτης της ποσότητας του φυλλώματος με βάση το βάρος του (Leaf Weogth Ratio, LWR)

Ο δείκτης της αφομοιωτικής ικανότητας του φυλλώματος (LAR) μπορεί να αναλυθεί σε δύο μεγέθη, στην ειδική επιφάνεια του φυλλώματος ή την σχετική πυκνότητα των φύλλων (SLA, cm^2 g^{-1}) και το δείκτη της ποσότητας του φυλλώματος με βάση το βάρος του (LWR, g g^{-1}). Η ειδική επιφάνεια φυλλώματος εκφράζει τη μέση επιφάνεια των φύλλων ανά μονάδα βάρους τους και ο δείκτης της ποσότητας του φυλλώματος εκτιμά την πυκνότητα του φυλλώματος με βάση το βάρος τους προς το βάρος του φυτού. Η παράμετρος βάρος φυλλώματος προς βάρος φυτού (LWR) καθορίζει την ικανότητα του φυτού να υποστηρίζει την υπάρχουσα ξηρή ουσία αλλά και την περαιτέρω αύξηση της μέσω της ανάπτυξης του φυλλώματος.

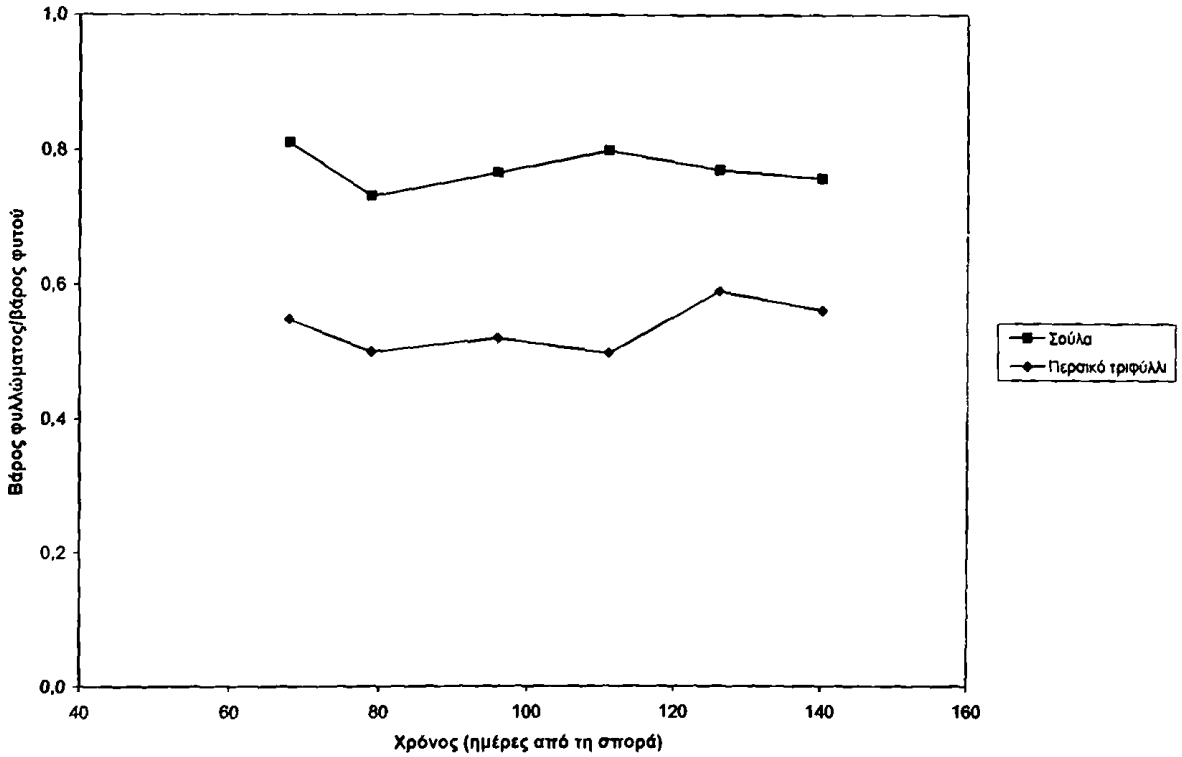


Διάγραμμα 4.17. Χρονική πορεία της ειδικής επιφάνειας φυλλώματος (SLA) του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλλιού.

Στο **διάγραμμα 4.17** παρατηρούμε ότι στο ηδύσαρο η ειδική επιφάνεια φυλλώματος στις 68 ημέρες είναι 127,569cm^2/g,. Στην συνέχεια αυξάνεται με μικρό ρυθμό μέχρι την

$79^{η}$ ημέρα που φτάνει στο μέγιστο, στα 130,221cm^2/g. Από το σημείο αυτό και μετά μειώνεται συνεχώς για να καταλήξει την $140^{η}$ ημέρα στο ελάχιστο, στα 53,995 cm^2/g. Από την $79^{η}$ ημέρα μέχρι και την $96^{η}$ ημέρα και από την $111^{η}$ ημέρα μέχρι την $126^{η}$ ο ρυθμός μείωσης της ειδικής επιφάνειας φυλλώματος στο ηδύσαρο είναι πολύ μικρός. Αντίθετα, από την $96^{η}$ μέχρι την $111^{η}$ ημέρα και από την $126^{η}$ μέχρι την $140^{η}$ ημέρα ο ρυθμός μείωσης είναι αρκετά υψηλός.

Στο περσικό τριφύλι η ειδική επιφάνεια φυλλώματος την $68^{η}$ ημέρα είναι στα 238,361cm^2/g. Στην συνέχεια παρουσιάζει μεγάλη αύξηση μέχρι την $79^{η}$ ημέρα που φτάνει στη μέγιστη τιμή της, στα 382,979cm^2/g. Από το σημείο αυτό και μετά μειώνεται συνεχώς, με σχετικά υψηλό ρυθμό, για να καταλήξει την $140^{η}$ ημέρα στην ελάχιστη τιμή της στα 119,743cm^2/g. Η μεγαλύτερη μείωση στην ειδική επιφάνεια φυλλώματος στο περσικό τριφύλι παρατηρείται από την $79^{η}$ ημέρα μέχρι την $96^{η}$, οπότε η μείωση γίνεται με υψηλό ρυθμό και από την μέγιστη τιμή της (382,979cm^2/g) φτάνει τα 255,484cm^2/g.



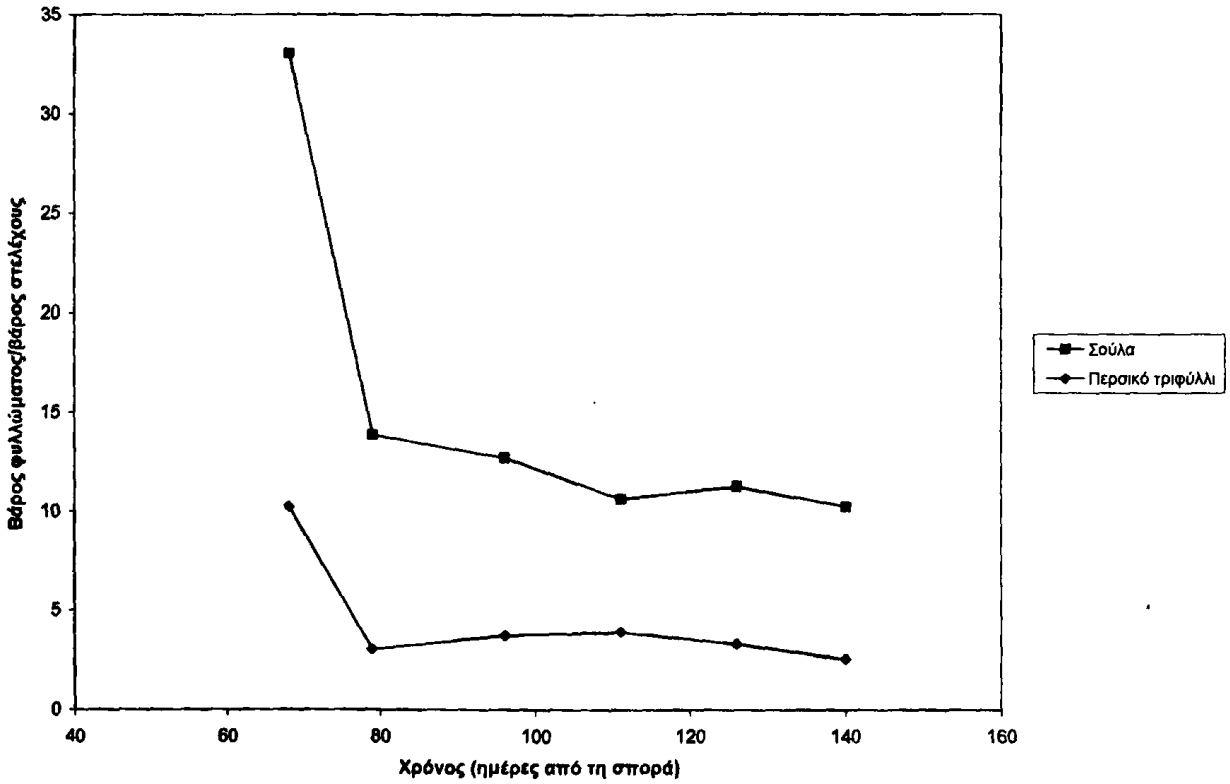
Διάγραμμα 4.18. Χρονική πορεία του δείκτη της ποσότητας του φυλλώματος με βάση το βάρος του (LWR) του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλλιού.

Στο **διάγραμμα 4.18** παρατηρούμε ότι ο δείκτης ποσότητας φυλλώματος ξεκινά στο ηδύσαρο στις 68 ημέρες, στην μέγιστη τιμή του στα 0,810. Στην συνέχεια και μέχρι τις 79 ημέρες μειώνεται με υψηλό ρυθμό και καταλήγει στην ελάχιστη τιμή του, στα 0,730. Από το σημείο αυτό και μέχρι την $111^{η}$ ημέρα παρουσιάζει αύξηση με σταθερό ρυθμό και φτάνει τα 0,799. Από την $111^{η}$ ημέρα μέχρι την $140^{η}$ παρουσιάζει μείωση με σταθερό ρυθμό και καταλήγει να κλείσει στο 0,757.

Στο περσικό τριφύλι ο δείκτης ποσότητας φυλλώματος ξεκινά στις 68 ημέρες στο 0,547. Στην συνέχεια μειώνεται και καταλήγει στις 79 ημέρες, στο 0,499. Από την 79η μέχρι την 96η παρουσιάζει μια μικρή αύξηση, ενώ από την 96η μέχρι την 111η μια μείωση που καταλήγει στην ελάχιστη τιμή του, στα 0,498. Από το σημείο αυτό όμως και μέχρι την 126η ημέρα παρουσιάζει αύξηση με υψηλό ρυθμό και καταλήγει στην μέγιστη τιμή του, στο 0,590. Στην συνέχεια έως την 140η ημέρα παρατηρείται μικρή μείωση στο 0,562. Ο υψηλότερος ρυθμός μείωσης του δείκτη ποσότητας φυλλώματος παρατηρείται στο περσικό τριφύλλι από την 68η έως την 79η ημέρα. Αντίθετα, ο υψηλότερος παρατηρήθηκε από την 96η έως την 111η ημέρα.

4.2.6. Αναλογία βάρους φύλλων προς στελέχη (LSWR)

Η αναλογία βάρους φύλλων προς στελέχη χρησιμοποιείται ευρύτατα σαν ένας θετικός εκτιμητής της ποιότητας του σανού στα χορτοδοτικά φυτά. Εκφράζει την υψηλότερη πεπτικότητα των φύλλων έναντι των στελεχών λόγω υψηλότερων συγκεντρώσεων σε πρωτεΐνες.



Διάγραμμα 4.19. Χρονική πορεία της αναλογίας βάρους φύλλων προς στελέχη (LSWR) του ηδύσαρου και του περσικού τριφυλιού.

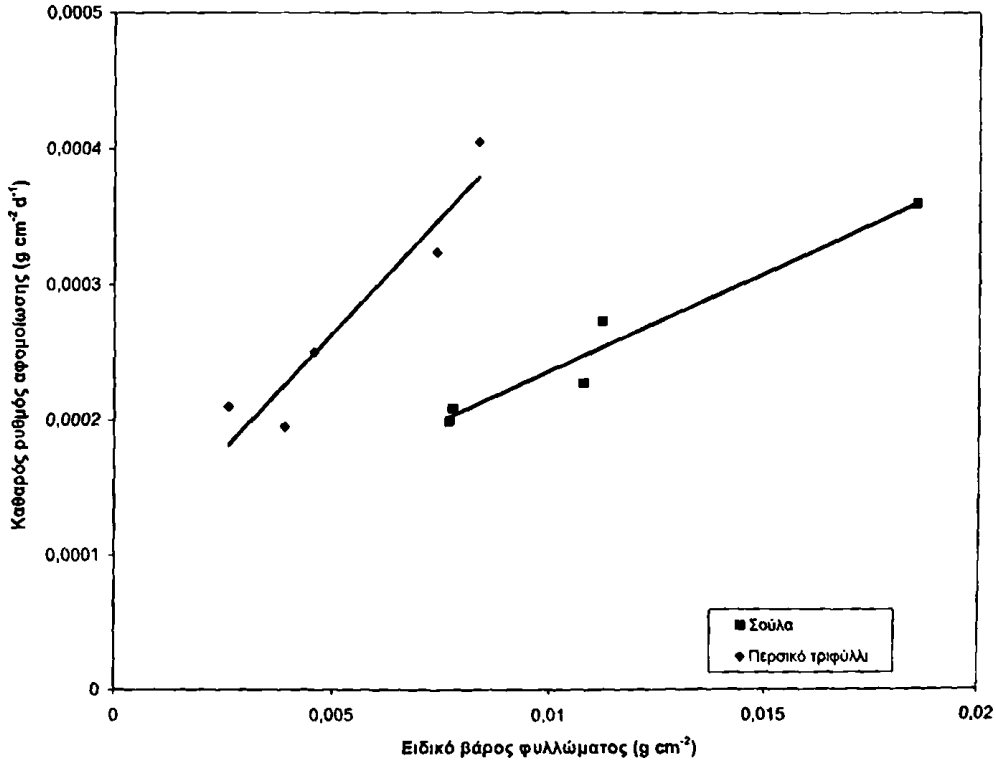
Στο **διάγραμμα 4.19** παρατηρούμε ότι η αναλογία βάρους φύλλων προς στελέχη (LSWR) στο ηδύσαρο ξεκινά στις 68 ημέρες με 33,095 που είναι και η μέγιστη τιμή του. Στην συνέχεια και έως την 79η ημέρα, ακολουθεί μια πτώση, με εντυπωσιακό ρυθμό μάλιστα, η οποία φτάνει στο 13,854. Η αναλογία του βάρους των φύλλων προς τα

στελέχη συνεχίζει πτωτικά, αλλά με σαφώς ηπιότερο ρυθμό, μέχρι την 111η ημέρα κατά την οποία φτάνει στο 10,648. Στην συνέχεια, παρατηρείται μια μικρή αύξηση μέχρι την 126η ημέρα, αγγίζοντας το 11,290, αλλά και πάλι μειώνεται μέχρι την 140η ημέρα και καταλήγει στην ελάχιστη τιμή του, στο 10,284.

Στο περσικό τριφύλι η αναλογία του βάρους των φύλλων προς τα στελέχη ξεκινά από την μέγιστη τιμή του, στο 10,225, στις 68 ημέρες. Από την 68η μέχρι την 79η ημέρα παρατηρείται μια μείωση, με πολύ υψηλό ρυθμό μάλιστα και η αναλογία καταλήγει στο 3,016. Στην συνέχεια, από την 79η ημέρα μέχρι την111η, παρατηρείται μια αύξηση χαμηλού ρυθμού και η αναλογία φτάνει στο 3,913. Από το σημείο αυτό και μέχρι την 140η ημέρα παρατηρείται μείωση της αναλογίας, η οποία καταλήγει στην ελάχιστη τιμή της, στο 2,581.

4.3. Σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων αύξησης

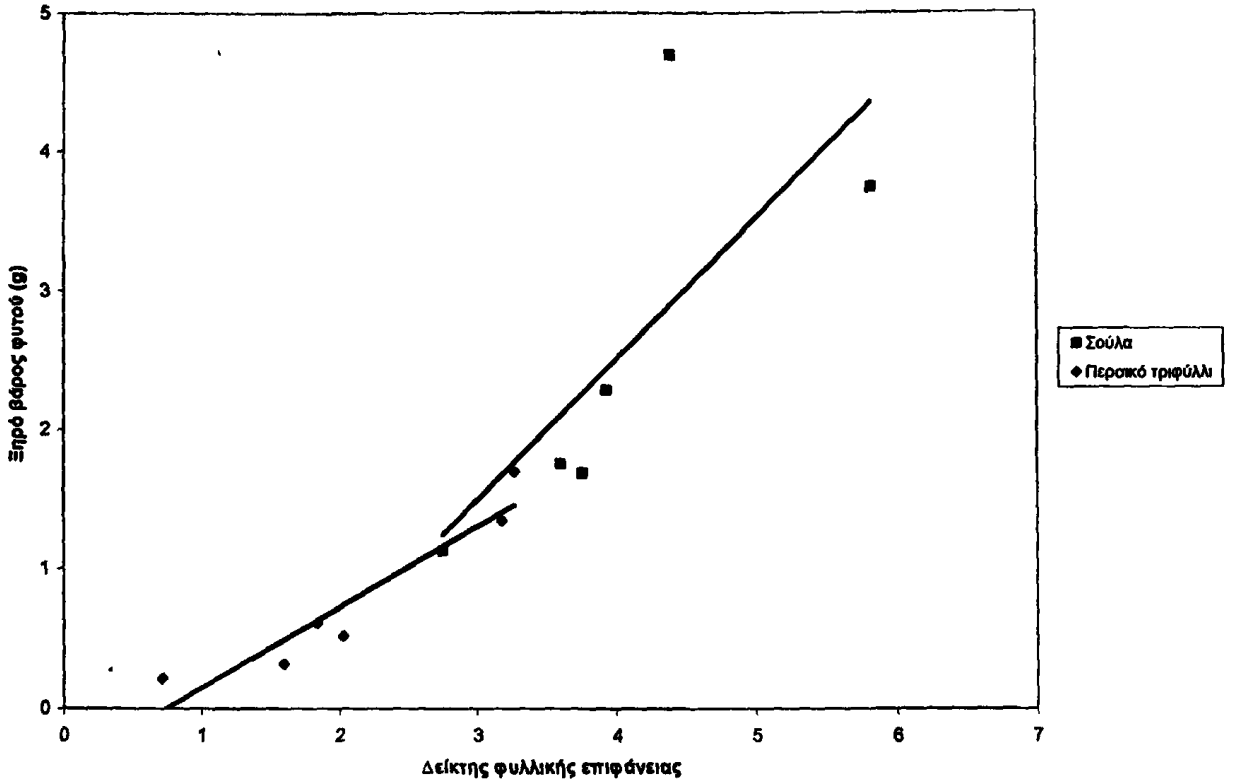
Η σχέση μεταξύ του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης και του ειδικού βάρους του φυλλώματος (δηλαδή του αντιστρόφου της ειδικής επιφάνειας των φύλλων) ήταν ευθύγραμμη, τόσο για το ηδύσαρο, όσο και το περσικό τριφύλι (**διαγράμμα 4.20**).



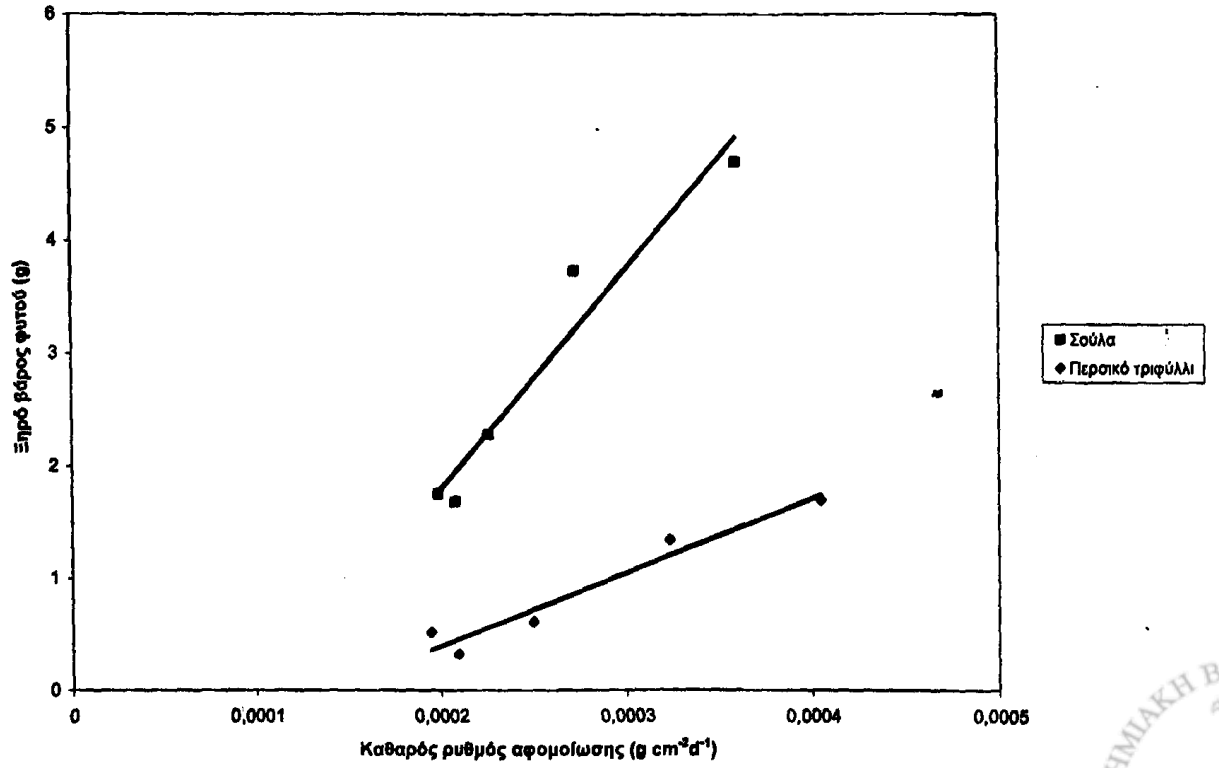
Διάγραμμα 4.20. Σχέση μεταξύ του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης και του ειδικού βάρους φυλλώματος στο ηδύσαρο και το περσικό τριφύλι.

Στο **διάγραμμα 4.20** λοιπόν, παρατηρούμε ότι η κλίση της ευθείας για το περσικό τριφύλι έχει υψηλότερη τιμή από την κλίση της ευθείας του ηδύσαρου (0,0343 και 0,0146

αντίστοιχα). Οι σχέσεις αυτές μάλιστα, παρουσιάζουν υψηλό βαθμό συσχέτισης (87,06 και 93,55 αντίστοιχα).



Διάγραμμα 4.21. Σχέση μεταξύ του δείκτη του ξηρού βάρους φυτού και του δείκτη φυλλικής επιφάνειας στο ηδύσαρο και το περσικό τριφύλι.



Διάγραμμα 4.22. Σχέση μεταξύ του δείκτη του ξηρού βάρους φυτού και του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης στο ηδύσαρο και το περσικό τριφύλι.

Στο **διάγραμμα 4.21** παρατηρούμε ότι η κλίση της ευθείας για το ηδύσαρο έχει υψηλότερη τιμή από το περσικό τριφύλι (1,02 και 0,578 αντίστοιχα).

Επίσης, οι σχέσεις μεταξύ του δείκτη ξηρού βάρους του φυτού και του δείκτη φυλλικής επιφάνειας και μεταξύ του ξηρού βάρους του φυτού και του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης ήταν επίσης ευθύγραμμες τόσο για το ηδύσαρο όσο και το περσικό τριφύλι (**διάγραμμα 4.21** και **4.22**).

Στον **πίνακα 4.16** παρουσιάζονται οι παράμετροι και οι συντελεστές προσδιορισμού των ευθύγραμμων παλινδρομήσεων.

Πίνακας 4.16. Παράμετροι και συντελεστές προσδιορισμού των ευθύγραμμων παλινδρομήσεων στο ηδύσαρο και στο περσικό τριφύλι.

	Ηδύσαρο			**Περσικό τριφύλι**		
	a	**b**	**R^2**	**a**	**b**	**R^2**
NAR ~ 1/SLA	0,000090 ± 0,000022	0,0146 ± 0,0019	93,55	0,000093 ± 0,000037	0,0343 ± 0,0065	87,06
DWPLANT ~ LAI	-1,55 ± 1,83	1,02 ± 0,442	46,11	-0,428 ± 0,230	0,578 ± 0,101	86,43
DWPLANT ~NAR	-2,13 ± 0,712	19593 ± 2740	92,61	-0,919 ± 0,263	6579 ± 913	92,71

Σημειώνεται ότι η κλίση της ευθείας για το ηδύσαρο, όπως και στην περίπτωση του δείκτη φυλλώματος, έχει υψηλότερη τιμή από το περσικό τριφύλλι (19593 και 6579 αντίστοιχα). Σημειώνεται επίσης, ότι οι σχέσεις αυτές παρουσιάζουν υψηλό βαθμό συσχέτισης (92,61 και 92,71 αντίστοιχα).

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν στη διάρκεια του πειράματος επέδρασαν στην συμπεριφορά των διαφόρων χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν για αμφότερα τα είδη. Ειδικότερα, στο μήκος ρίζας δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση στην πορεία των δύο ειδών, με εξαίρεση την πτωτική τάση που διαπιστώθηκε στο ηδύσαρο πιθανόν, λόγω του σημαντικού ύψους της βροχόπτωσης που παρατηρήθηκε στο χρονικό αυτό διάστημα. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και ο αριθμός των φυματίων στις ρίζες του ηδύσαρου επηρεάστηκαν αρνητικά από τις συνεχείς βροχοπτώσεις, περισσότερο μάλιστα από το περσικό τριφύλλι. Η μεγαλύτερη ανεκτικότητα στην αυξημένη εδαφική υγρασία ακόμη και σε πλημμυρισμένα εδάφη διαπιστώθηκε και σε άλλες ερευνητικές εργασίες, τόσο σε σταθερές συνθήκες, όσο και σε συνθήκες αγρού (Kenny and Reed 1984, Kendall and Stringer, 1985)

Το περσικό τριφύλι παρουσίασε μεγαλύτερο αριθμό στελεχών ανά φυτό, μεγαλύτερο μήκος, ξηρό βάρος στελέχους και παρόμοιο αριθμό φύλλων ανά στέλεχος συγκριτικά με το ηδύσαρο, το οποίο με τη σειρά του είχε σημαντικά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, λόγω των περισσότερων φυλλαρίων ανά φύλλο, ενώ η μέση επιφάνεια ελάσματος φυλλαρίων ήταν μεγαλύτερη για το περσικό τριφύλι προς το τέλος των μετρήσεων.

Η άριστη τιμή του δείκτη φυλλώματος, κατά την οποία παρατηρείται ο υψηλότερος σχετικός ρυθμός αύξησης για το περσικό τριφύλι, ανέρχεται στο 3,3 ενώ για το ηδύσαρο ανέρχεται στο 5,8. Παρόμοια δεδομένα και άλλων ερευνητών αναφέρουν άριστη τιμή δείκτη φυλλώματος 3 για το περσικό τριφύλι σε συνθήκες αγρού (Kendall and Stringer, 1985, Wilfong, 1967).

Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της παραγωγής της ξηρής ουσίας των φύλλων και των στελεχών, όπως και ολόκληρου του φυτού. Όπως επισημαίνουν και άλλες ερευνητικές μελέτες (Taylor, 1972 Evans *et al.* 2002) στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και των αρχών της άνοιξης το περσικό τριφύλι παρουσιάζει μεγαλύτερο σχετικό ρυθμό αύξησης φύλλων, στελεχών αλλά και ολόκληρου του φυτού, συγκριτικά με το ηδύσαρο ή το υπόγειο τριφύλι. Τα δύο είδη είχαν παρόμοιες πορείες στα ξηρά βάρη των επί μέρους τμημάτων, αλλά και ολόκληρου του φυτού. Ειδικότερα, το ξηρό βάρος στο ριζικό σύστημα του ηδύσαρου ήταν μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του περσικού τριφυλιού. Το ξηρό βάρος του στελέχους κυμάνθηκε στα ίδια περίπου επίπεδα για τα δύο φυτά, ενώ στις τελευταίες μετρήσεις το περσικό τριφύλι είχε υψηλότερες τιμές, λόγω του διπλασιασμού του μήκους του στελέχους του περσικού τριφυλιού. Το ξηρό βάρος των φύλλων παρουσίασε μικρή αυξητική τάση στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης, ενώ αργότερα, παρατηρήθηκε εντονότερη ανοδική πορεία στο ηδύσαρο, σε σχέση με το περσικό τριφύλι. Το ξηρό βάρος ολόκληρου του φυτού ακολουθεί παρόμοια πορεία με το ξηρό βάρος των φύλλων. Για το ηδύσαρο οι τιμές του ξηρού βάρους ήταν μεγαλύτερες σε όλο το διάστημα των μετρήσεων, γεγονός που οφείλεται στη σημειούμενη υπεροχή του ηδύσαρου στις τιμές του ξηρού βάρους των

φύλλων, παρά τη σημαντική αύξηση που παρατηρήθηκε στις τιμές του ξηρού βάρους του στελέχους για το περσικό τριφύλι στις τελευταίες μετρήσεις.

Ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης αρχικά παρουσίασε στην αρχή της βλαστητικής ανάπτυξης μικρές τιμές και για τα δύο είδη, λόγω της ατελούς κάλυψης της συστάδας και του χαμηλού ποσοστού της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (**διάγραμμα 4.14**). Στη συνέχεια το περσικό τριφύλι σημείωσε ελαφρά υψηλότερες τιμές συγκριτικά με το ηδύσαρο, λόγω της υψηλότερου σχετικού ρυθμού αύξησης των φύλλων (0,296 και 0.187 για το περσικό τριφύλι και το ηδύσαρο αντίστοιχα) και της μεγαλύτερης σκίασης των φύλλων του ηδύσαρου.

Ο ρυθμός αύξησης της φυτείας ακολουθεί παρόμοια πορεία με υψηλότερες τιμές για το ηδύσαρο (**διάγραμμα 4.15**). Στα αρχικά στάδια, ο ρυθμός αύξησης είναι αργός, λόγω του μικρού μεγέθους των φύλλων που αξιοποιούν με χαμηλούς ρυθμούς την ηλιακή ακτινοβολία παράγοντας φωτοσυνθετικά προϊόντα. Καθώς η φυλλική επιφάνεια μεγαλώνει, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης αυξάνεται, όπως αυξάνεται και ο ρυθμός αύξησης της φυτείας. Οι υψηλότερες τιμές που παρατηρούνται στο ηδύσαρο οφείλονται στη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνειά του, σε σχέση με το περσικό τριφύλι και υποδηλώνει τις διαφορές των δύο ειδών σε ό,τι αφορά τον αριθμό των φύλλων ανά στέλεχος και των φυλλαρίων ανά φύλλο. Οι μέγιστες τιμές του ρυθμού αύξησης της φυτείας που παρατηρήθηκαν (0,001586 και 0,001322g cm^{-2} d^{-1} για το ηδύσαρο και το περσικό τριφύλι αντίστοιχα) βρίσκονται κοντά στη τιμή 0,0020g cm^{-2} d^{-1} που έχει υπολογιστεί για τη μηδική και υποδεικνύει το δυναμικό παραγωγής των υπό εξέταση ειδών (Nelson and Smith, 1968).

Οι υψηλότερες τιμές του δείκτη αφομοιωτικής ικανότητας των φύλλων που παρατηρήθηκαν για το περσικό τριφύλι μπορούν να εξηγηθούν από τις σημαντικά μικρότερες τιμές της ειδικής επιφάνειας του φυλλώματος του ηδύσαρου (**Διάγραμμα 4.16 και 4.17**). Το γεγονός αυτό, υποδεικνύει μεγαλύτερη σκίαση των κατώτερων φύλλων του ηδύσαρου από τα ανώτερα, με συνέπεια τη μειωμένη αποτελεσματικότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού του, παρά τις παρατηρηθείσες υψηλότερες τιμές της αναλογίας του βάρους του φυλλώματος προς το βάρος του φυτού.

Η αναλογία του βάρους των φύλλων προς τα στελέχη παρουσιάζει τιμές μεγαλύτερες για το ηδύσαρο, γεγονός που σχετίζεται με λεπτότερους και κοντύτερους βλαστούς και μεγαλύτερη επιφάνεια φύλλων (Annicchiarico 2006, Martiniello and Ciola 1994).

Το αντίστροφο της ειδικής πυκνότητας του φυλλώματος (1/SLA) ή το ειδικό βάρος φυλλώματος, είναι ένας δείκτης της δομής του φυλλώματος που συνδέεται με το πάχος των φύλλων και την πυκνότητα του φυλλώματος και συσχετίζεται θετικά με τον καθαρό ρυθμό αφομοίωσης (Pearce *et al.* 1969). Η μειωμένη τιμή της κλίσης της ευθύγραμμης παλινδρόμησης (**διάγραμμα 4.20**) υποδηλώνει την αυξημένη σκίαση των κατώτερων φύλλων του ηδύσαρου, λόγω του μεγαλύτερου όγκου του φυλλώματος (μεγαλύτερες τιμές βάρους φυλλώματος προς βάρος φυτού LWR).

Ο δείκτης φυλλώματος συνδέεται στενά με τη φωτοσύνθεση. Ο ρυθμός αύξησης της φυλλικής επιφάνειας καθορίζει το ρυθμό αύξησης του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, άρα και το ρυθμό αύξησης και την τελική ξηρή ουσία, δηλαδή την απόδοση της φυτείας. Από το **διάγραμμα 4.7** και τον **πίνακα 4.14** γίνεται φανερό ότι, ο αυξημένος δείκτης φυλλώματος του ηδύσαρου αντιστοιχεί σε μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους φυτού και εξηγεί τις μεγαλύτερες αποδόσεις που σημειώθηκαν για το ηδύσαρο. Παρά τις ενδείξεις για μειωμένη λειτουργικότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού του ηδύσαρου, λόγω σκίασης, ο μεγαλύτερος όγκος του φυλλώματος εξηγεί τις αυξημένες αποδόσεις που παρατηρήθηκαν.

Χαρακτηριστικά όπως, το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας, η ισχυρή προσκόλληση των φύλλων στο στέλεχος σε συνδυασμό με την προσαρμοστικότητά του στις ξηροθερμικές μεσογειακές συνθήκες, καθιστούν το ηδύσαρο ένα πολλά υποσχόμενο χορτοδοτικό φυτό για πολλές περιοχές της χώρας μας. Παράλληλα το περσικό τριφύλι αποδεικνύεται μια εξίσου αποδοτική καλλιέργεια, αφού δίνει περισσότερες κοπές από το ηδύσαρο και η απόδοσή του είναι ικανοποιητική, ακόμη και σε έτη με ιδιαίτερα έντονες βροχοπτώσεις. Όπως επισημαίνουν και άλλοι ερευνητές, τα δύο αυτά είδη θα μπορέσουν να συμβάλλουν σε ικανοποιητικό βαθμό στη διατροφή των ζώων κατά τη χειμερινή περίοδο, ιδιαίτερα στις μεσογειακές περιοχές (Evans *et al.* 1992, Ru *et al.* 1997)

6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε πειραματικό αγρό εξετάσθηκε η πορεία ανάπτυξης και οι τελικές αποδόσεις δύο χορτοδοτικών ψυχανθών, του ηδύσαρου *(Hedysarum coronarium* L.*)* και του περσικού τριφυλιού *(Trifolium resupinatum* L.*)*. Για το σκοπό αυτό έγινε η εγκατάσταση των δύο ειδών σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Τεχνολογίας Λιβαδοπονικών Συστημάτων και Οικολογίας, του τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, στην Άρτα. Για κάθε φυτικό είδος έγιναν τρεις επαναλήψεις.

Με έναρξη τις 68 ημέρες μετά τη σπορά και μέχρι τις 146 ημέρες μετά τη σπορά, οπότε έγινε η κοπή και η αξιολόγηση της απόδοσης των καλλιεργειών, ελήφθησαν δείγματα φυτών από τον αγρό, ανά 15 ημέρες και μετρήθηκαν τα παρακάτω φυτικά χαρακτηριστικά, ήτοι: μήκος ρίζας, αριθμός στελεχών ανά φυτό, αριθμός φυματίων ανά φυτό, μήκος στελέχους, αριθμός φύλλων ανά στέλεχος, συνολικός αριθμός φυλλαρίων ανά στέλεχος, μέση επιφάνεια ελάσματος φυλλαρίων, ξηρό βάρος ρίζας, ξηρό βάρος φύλλων, ξηρό βάρος στελέχους, ξηρό βάρος φυτού και απόδοση των δύο φυτών σε ξηρή ουσία ανά στρέμμα για κάθε μία από τις τρεις επαναλήψεις

Στις μετρήσεις αυτές, και σε μια περίοδο με πολύ μεγάλο ύψος βροχής, το περσικό τριφύλι παρουσίασε μεγαλύτερο αριθμό στελεχών ανά φυτό, μεγαλύτερο μήκος και ξηρό βάρος στελέχους, αλλά παρόμοιο αριθμό φύλλων ανά στέλεχος συγκριτικά με το ηδύσαρο, το οποίο είχε σημαντικά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, λόγω των περισσοτέρων φυλλαρίων ανά φύλλο, ενώ προς το τέλος των μετρήσεων, η μέση επιφάνεια ελάσματος φυλλαρίων ήταν μεγαλύτερη για το περσικό τριφύλι.

Το ηδύσαρο παρουσίασε υψηλότερη τιμή δείκτη φυλλώματος από το περσικό τριφύλι. Ο αυξημένος δείκτης φυλλώματος του ηδύσαρου συγκριτικά με το περσικό τριφύλι, αντιστοιχεί σε μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους φυτού και εξηγεί τις μεγαλύτερες αποδόσεις που σημείωσε το ηδύσαρο. Παρά τις ενδείξεις για μειωμένη λειτουργικότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού του ηδύσαρου, συγκριτικά με το περσικό τριφύλι, ο μεγαλύτερος όγκος του φυλλώματος του ηδύσαρου εξηγεί τις αυξημένες αποδόσεις που σημειώνονται.

Χαρακτηριστικά όπως, το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας, η ισχυρή προσκόλληση των φύλλων στο στέλεχος, σε συνδυασμό με την προσαρμοστικότητά του στις μεσογειακές συνθήκες, καθιστούν το ηδύσαρο ένα πολλά υποσχόμενο χορτοδοτικό φυτό για πολλές περιοχές της χώρας μας. Παράλληλα, το περσικό τριφύλι, αποδεικνύεται μια εξίσου αποδοτική καλλιέργεια, αφού αποδίδει ικανοποιητικά σε έτη με έντονες βροχοπτώσεις. Τα δύο αυτά είδη μπορούν να συμβάλλουν σε ικανοποιητικό βαθμό στην διατροφή των αγροτικών ζώων κατά τη χειμερινή περίοδο, ιδιαίτερα στις μεσογειακές περιοχές.

7. SUMMARY

The main objective of this study was to evaluate the progress of growth and the dry matter yield of two leguminous forage crop species, *Hedysarum coronarium L.* and *Trifolium resupinatum L.* An experiment, with one cultivar of *Hedysarum coronarium* and one of *Trifolium resupinatum*, was established in an experimental field in the Technological Educational Institution in Arta. For each species, three experimental plots were cultivated.

Starting from the 68th day after seeding, herbage samples were collected at progressive morphological stages (every 15 days). These samples were used to measure the root length, the number of stems per plant, the number of tubers per plant, the stem length, the number of leaves and of leaflets per stem, the surface of leaflets, the dry weight of root, the dry weight of leaves, the dry weight of stem and the dry weight of plant. The experiment ended 146 days after seeding by cutting the plants and measuring the dry matter per species for every plot.

In these measurements, which took place in a period with a high height of rain, *Trifolium resupinatum* indicated higher number of stem per plant, higher length and dry weight of stem and the same number of leaves per stem compared with *Hedysarum coronarium* which indicated higher surface of leaves because of the higher number of leaflets per leaf, even though the surface per leaflet was higher at *Trifolium resupinatum* than *Hedysarum coronarium.*

Hedysarum coronarium indicated higher efficiency ratio of leafage than *Trifolium resupinatum.* That corresponds to higher dry weight per plant, which explains the higher dry matter indicated in *Hedysarum coronarium* than *Trifolium resupinatum.* Despite indications for lower functionality of the photosynthetic mechanism of *Hedysarum coronarium* compared with *Trifolium resupinatum,* the larger leafage explains the higher dry matter, which *Hedysarum coronarium* indicated.

The size of leafage surface, the strong attachment of leaves on the stem, combined with the adaptability in Mediterranean environments, make *Hedysarum coronarium* an important forage species for our country. Also, *Trifolium resupinatum,* seems to be an equally efficient crop with a satisfactory production even in very rainy seasons. These two forage species could play an important role in farm animals' nutrition, during the winter especially in Mediterranean areas.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anastasi U. and C. Santonoceto. 2000. Phosphorus fertilization and seeding rate effects on sulla (*Hedysarum Coronarium* L.) forage production. CIHEAM-Options Mediterraneennes, vol. 45, 141-145.

Annicchiarico, P.2006. Inter-and intra- population genetic variation for leaf: stem ratio in landraces and varieties of Lucerne. Grass and Forage Science 62, 100-103.

Annicchiarico, P., A. Abdelguerfi., M. Ben Younes, H. Bouzerzour, A.M. Carroni, L. Pecetti, and G. Tibuoui. 2008. Adaptation of sulla cultivars to contrasting Mediterranean environments. Australian Journal of Agricultural Research 59: 702-706.

Borreanni, G., P.P. Roggero, L. Sulas and M.E. Valente. 2003. Quantifying Morphological Stage to Predict the Nutritive Value in Soulla (*Hedysarum Coronarium* L.). Agronomy Journal 95: 1608-1617.

Δαλιάνης, Κ. 1983. Ψυχανθή για καρπό και σανό. Σταμούλης Α., Αθήνα.

Evans, P.M., K.J. Willson and E.J. Hall. 1992. Influence of genotype, seed size, and seedling density on the winter herbage production of subterranean clover lines and cultivars. New Zealand Journal of Agricultural Research 35: 143-149.

Evans, P.M., S. Walton, P.A. Riffkin and G.A. Kearney. 2002. Effects of Plant density on the winter production of annual clovers grown in monocultures. Australian Journal of Experimental Agriculture 42: 135-141.

FAO. 2005. www.faostat.fao.org.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold, London. 248 pp.

Καλτσίκης Π.Ι. 2000. Γεωργικός πειραματισμός. Πίνακες Γεωργικού Πειραματισμού. Εκδόσεις Σταμούλη.

Κανδρέλης, Σ. 1996. Κηνοτροφικά φυτά. Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα.

Kendall W.A. and W.C. Stringer. 1985. Physiological Aspects of Clover. In: Clover Science and Technology (Ed. N.L. Taylor). Agronomy 25, 111-159.

Kenny P.T. and K.F.M. Reed. 1984. Effects of pasture type on the growth and wool production of weaner sheep during summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 24: 322-331.

Κοντσιώτου Ε.Κ. 1992. Τριφύλι περσικό. Υπουργείο Γεωργίας, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα. Έντυπο 20.

Martiniello, P. and A.Ciola. 1993. Effects of Agronomic Factors on Annual Leguminous Forage Crop in Mediterranean environments. J. Agronomy and crop Science 170: 309-321.

Martiniello, P. and A.Ciola. 1994. The effect of agronomic factors on seed and forage production in perennial legumes (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and French honeysuckle (*Hedysarum coronarium* L.). Grass and Forage Science 49: 121-129.

Martiniello, P. 1999. Effects of irrigation and harvest management on dry matter yield and seed yield of annual clovers grown in pure stand and in mixtures with graminaceous species in Mediterranean environment. Grass and Forage Science 54: 52-61.

Molle, G., M. Decandia, A. Cabiddu, S.Y. Landou, A. Cannas. 2008. An update on the nutrition of dairy sheep grazing Mediterranean pastures. Small Ruminant Research 77: 93-112.

Nazir, M. and Farrukh H. Shah. 1985. Studies on Persian clover (*Trifolium Resupinatum* L.). Effects of harvesting intervals on the crop yield and its total nitrogen. Qual plant plant Foods Hum Nutr 35: 51-56

Nelson and Smith. 1968. Environmental physiology and crop growth. In Hanson, A.A., Barnes D.K. and Hill R.R. (eds.). Alfalfa and alfalfa improvement. Agronomy Series No 29, pp. 163-194. American Society of Agronomy, Inc Madison, Wisconsin, USA.

Παπαθεοχάρη, Γ. 2003. Μηδική και Τριφύλια. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Παπακώστα - Τασοπούλου, Δ. 2005. Ψυχανθή (καρποδοτικά - χορτοδοτικά). Σύγχρονη Παιδεία, Αθήνα.

Pearce R.B., G.E. Carlson, D.K. Barnes, R.H. Hart and C.H. Hanson. 1969. Specific leaf weight and photosynthesis in alfalfa. Crop Science 9: 423-426.

Rochon, J.J., C.J. Doyle, J.M. Greef, A. Hopkins, C. Molle, M. Sitzia, D. Scholefield and C.J. Smith. 2004. Grazing legumes in Europe: a review of their status management, benefits, research needs and future prospects. Grass and Forage Science. 59: 197-214.

Ru Y.J., J.A. Forune and W.D. Belloti. 1997. Effect of cultivar, sowing time, and density on the growth of subterranean clover in winter. Australian Journal of Agricultural Resaerch 48: 977-987.

Sarno, R. and L. Stringi. 1982. Sulla (*Hedysarum Coronarium* L.) coltivazioni erbacee. Patron Editore, Italy.

Squartini, A., P. Struffi, H. Doring, S. Selenska-Pobell, E. Tola, A. Giacomini, E. Vendramin, E. Velazquez, P.F. Mateos, E. Martinez-Molina, F.B. Dazzo, S. Casella and M.P. Nuti. 2002. Rhizobium sullae sp. nov. (formerly 'Rhizobium hedysari'), the root-nodule microsymbiont of *Hedysarum coronarium* L. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 52: 1267-1276.

Sulas, L., G.A. Re and S. Caredda. 1999 Hard seed breakdown pattern of sulla (*Hedysarum Coronarium* L.) in relation to its regeneration capacity and persistence. CIHEAM-Options Mediterraneennes, vol. 39, 79-82

Sulas, L., G.A. Re, A.P. Stangoni and L. Ledda, 2000. Growing cycle of Hedysarum *Coronarium* L. (Sulla): relationship between plant density, stem length, forage yield and phytomass partitioning. CIHEAM-Options Mediterraneennes, vol. 45, 147-151.

Taylor G.B. 1972. The effect of seed size on seedling growth in subterranean clover. Australian Journal of Agricultural Resaerch 23: 595-603.

Wilfong R.T., R.H.Brown and R.E.Blaser. 1967. Relationships between leaf area index and apparent photosynthesis in alfalfa and ladino clover. Crop Science 7: 27-30.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

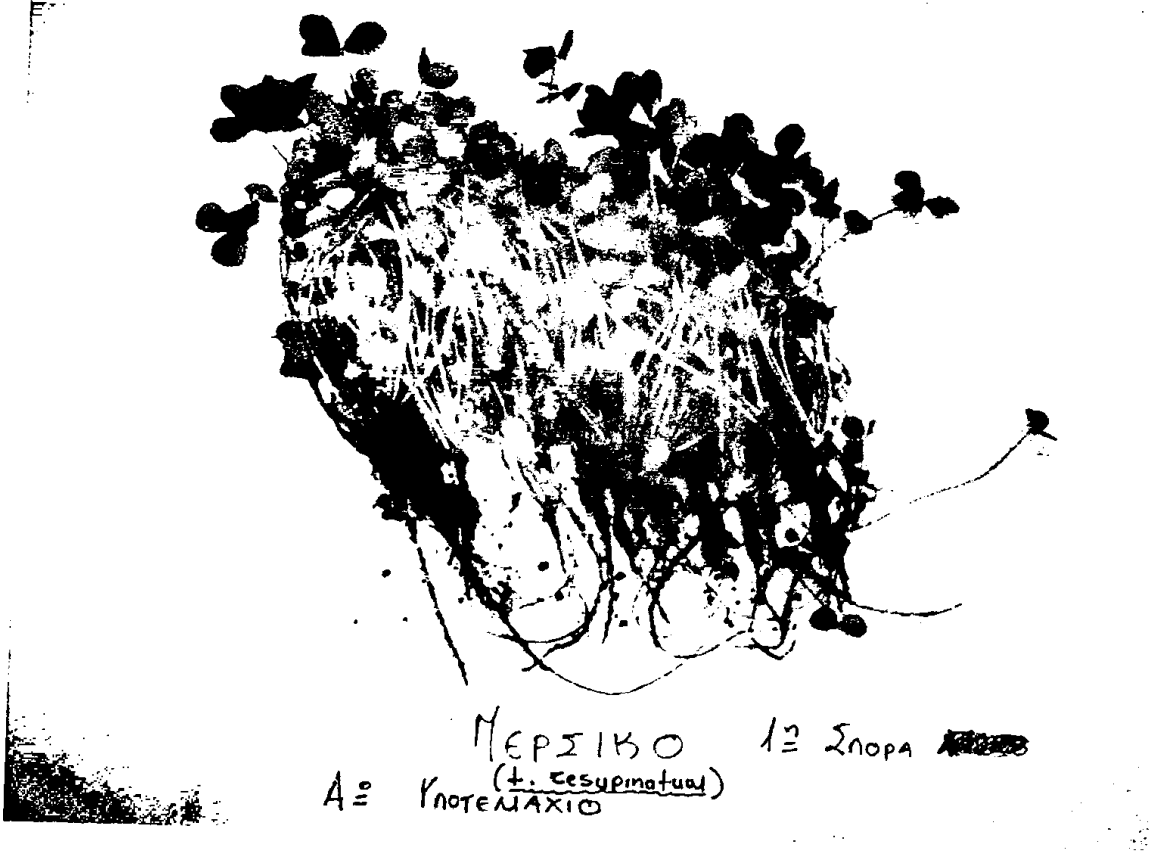
Φωτ. 1. Ο πειραματικός αγρός (καλλιέργεια Ηδύσαρου)

Φωτ. 3. Καλλιέργεια ηδύσαρου, 68 ημέρες μετά τη σπορά.

Φωτ. 5. Φυτά περσικού τριφυλιού, 68 ημέρες μετά τη σπορά.

Φωτ. 7. Φυτά ηδύσαρου 79 ημέρες μετά τη σπορά.

Φωτ. 8. Ριζικό σύστημα ηδύσαρου, 79 ημέρες μετά τη σπορά.



Φωτ. 9. Φυτά περσικού τριφυλιού, 79 ημέρες μετά τη σπορά.

Φωτ. 10. Ριζικό σύστημα περσικού τριφυλιού, 79 ημέρες μετά τη σπορά.

Φωτ. 11. Ηδύσαρο, 111 ημέρες μετά σπορά.

Αναλυτικά κλιματικά δεδομένα για την περίοδο Σεπτεμβρίου 2008 - Μαρτίου 2009.

(Πηγή: www.meteo.gr)

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for SEP. 2008

NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	25.6	32.4	16:00	19.9	5:50	0.0	7.3	0.0	4.7	25.7
2	25.3	31.3	15:00	20.8	5:10	0.0	7.0	0.0	5.1	24.1
3	25.6	31.6	15:00	21.2	7:10	0.0	7.2	0.0	4.3	20.9
4	26.0	32.5	16:30	20.6	7:30	0.0	7.7	0.0	5.3	24.1
5	25.9	33.7	15:40	19.8	7:30	0.0	7.6	0.0	4.7	20.9
6	25.4	32.1	15:30	19.7	7:50	0.0	7.1	0.0	5.6	20.9
7	27.9	35.9	14:00	20.5	6:50	0.0	9.6	0.0	3.9	27.4
8	28.2	35.5	15:00	22.8	5:20	0.0	9.8	0.0	5.0	24.1
9	27.5	34.0	15:00	22.1	7:10	0.0	9.2	0.0	5.0	22.5
10	29.8	35.9	14:10	24.1	1:40	0.0	11.4	0.0	4.7	24.1
11	27.8	33.9	14:40	24.0	00:00	0.0	9.4	0.0	4.3	24.1
12	25.7	31.6	15:10	21.1	7:10	0.0	7.4	0.0	5.5	20.9
13	26.0	32.6	14:40	21.6	7:30	0.0	7.7	0.0	4.5	20.9
14	25.9	31.4	13:30	21.1	6:50	0.0	7.6	0.0	5.5	27.4
15	20.8	24.1	0:10	19.1	21:10	0.0	2.5	65.2	5.6	43.5
16	20.8	26.8	14:40	18.8	6:00	0.0	2.4	7.4	3.7	40.2
17	20.7	25.8	14:50	15.6	00:00	0.2	2.6	6.4	5.0	35.4
18	19.2	25.1	16:30	14.0	7:10	1.3	2.2	0.0	3.5	19.3
19	19.1	24.1	14:30	15.1	7:00	0.9	1.7	0.0	3.7	20.9
20	16.6	18.8	0:50	14.6	8:20	1.8	0.1	5.2	6.8	33.8
21	17.8	22.6	16:30	15.2	1:30	1.3	0.8	0.0	2.9	20.9
22	17.7	21.1	16:20	15.1	00:00	1.2	0.4	0.8	2.9	24.1
23	17.8	23.2	16:50	13.4	6:20	1.8	1.2	0.0	3.9	19.3
24	18.0	20.8	11:00	16.4	00:00	0.7	0.3	6.0	4.8	29.0
25	17.7	19.2	18:00	16.4	0:20	0.8	0.2	27.6	4.8	24.1
26	19.1	23.6	15:00	15.6	6:50	0.7	1.4	0.0	3.5	27.4
27	18.4	23.8	15:50	14.1	7:50	1.3	1.4	0.0	4.7	20.9
28	18.1	23.8	14:50	15.1	6:50	1.4	1.2	0.0	5.3	30.6
29	17.3	22.6	15:40	13.5	6:50	1.9	0.9	0.2	3.5	24.1
30	18.1	23.6	15:40	12.9	7:30	1.6	1.3	0.0	4.2	20.9
	22.3	35.9	7	12.9	30	17.0	136.6	118.8	4.6	43.5

Max >= 32.0: 10
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 65.20 ON 15/09/08
Days of Rain: 8 (> .2 mm) 6 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for OCT. 2008

NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	18.8	23.9	15:20	15.3	5:40	0.9	1.4	0.0	4.5	24.1
2	20.6	24.8	13:00	18.6	7:10	0.0	2.2	31.0	5.6	27.4
3	20.3	24.8	16:40	16.5	11:20	0.1	2.1	71.6	3.7	30.6
4	19.3	24.4	14:30	16.7	23:30	0.4	1.4	36.8	4.3	40.2
5	16.2	20.4	16:00	12.1	00:00	2.4	0.3	1.0	3.9	30.6
6	15.0	21.9	16:30	9.9	3:30	3.9	0.6	0.0	3.9	30.6
7	16.6	23.1	15:30	12.1	8:10	2.7	1.0	0.0	3.7	22.5
8	17.8	23.8	14:10	12.1	8:20	2.1	1.4	0.0	3.7	20.9
9	19.7	27.1	15:40	13.8	8:00	1.2	2.6	0.0	3.7	22.5
10	19.1	26.1	16:00	15.2	7:40	1.1	1.9	6.4	4.7	35.4
11	18.3	25.3	15:50	13.8	8:30	1.8	1.9	0.0	5.1	24.1
12	19.1	25.3	16:30	13.4	7:00	1.4	2.2	0.0	5.1	30.6
13	19.5	26.1	14:20	14.6	1:10	1.2	2.3	0.0	3.9	27.4
14	18.2	25.2	15:00	13.0	8:10	1.8	1.7	0.0	5.6	25.7
15	17.7	23.0	14:00	13.6	5:40	1.7	1.1	0.0	5.6	20.9
16	18.4	23.6	14:30	14.7	7:30	1.2	1.3	0.0	3.4	17.7
17	18.4	23.9	15:00	13.9	8:00	1.4	1.5	0.0	4.5	20.9
18	19.6	23.4	14:30	16.4	4:20	0.4	1.7	0.0	3.2	17.7
19	19.8	24.6	14:20	17.6	1:00	0.2	1.6	0.0	3.5	20.9
20	19.4	25.2	15:00	14.5	8:30	0.8	1.8	0.0	3.5	24.1
21	19.6	25.9	15:50	14.9	5:00	0.7	2.0	0.0	3.9	24.1
22	19.1	24.9	15:50	14.8	5:50	1.0	1.8	0.0	4.7	25.7
23	18.4	24.3	15:30	13.6	8:20	1.4	1.6	0.0	3.9	19.3
24	17.7	23.9	16:00	13.2	5:40	1.9	1.3	0.0	5.0	22.5
25	18.0	23.0	14:50	13.8	7:20	1.4	1.1	0.0	4.0	19.3
26	17.4	22.0	14:20	13.8	7:20	1.6	0.6	0.0	2.9	19.3
27	15.9	19.9	14:30	13.5	6:50	2.5	0.1	0.0	3.1	17.7
28	17.1	23.0	15:30	12.7	7:30	2.2	0.9	0.0	4.8	25.7
29	19.2	24.9	15:00	14.4	2:20	0.9	1.8	0.0	5.3	22.5
30	20.9	25.3	15:20	17.3	4:40	0.2	2.7	0.6	6.1	27.4
31	22.2	26.9	15:50	18.3	7:30	0.0	3.9	1.0	4.7	19.3
	18.6	27.1	9	9.9	6	40.8	49.7	148.4	4.3	40.2

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 71.60 ON 03/10/08
Days of Rain: 7 (> .2 mm) 4 (> 2 mm) 3 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for NOV. 2008

NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	23.0	27.9	12:30	19.6	7:20	0.0	4.7	0.0	6.3	24.1
2	20.3	25.3	14:20	15.7	00:00	0.3	2.3	0.0	3.4	17.7
3	19.0	26.1	14:40	14.1	6:50	1.2	1.8	0.0	4.2	22.5
4	20.4	26.5	14:40	15.3	5:10	0.4	2.4	0.0	5.0	25.7
5	19.6	25.7	15:00	15.5	4:00	0.6	1.8	0.0	5.0	24.1
6	17.9	23.4	14:50	14.7	8:20	1.4	1.1	0.0	6.1	22.5
7	17.6	22.3	13:50	14.1	4:40	1.6	0.8	1.4	3.4	20.9
8	16.9	21.1	15:50	14.7	7:20	1.8	0.4	7.2	2.4	25.7
9	16.5	21.9	15:20	12.6	7:10	2.6	0.8	0.0	3.5	22.5
10	15.6	21.4	14:30	11.2	7:20	3.2	0.4	0.0	2.3	17.7
11	14.4	19.2	14:30	12.0	7:40	3.9	0.1	0.0	3.4	20.9
12	14.3	19.7	14:50	10.8	6:30	4.2	0.1	0.0	4.8	20.9
13	14.9	20.2	14:30	11.0	7:40	3.6	0.2	0.0	4.5	25.7
14	17.0	20.9	14:10	13.3	6:20	1.7	0.4	0.2	4.3	27.4
15	16.6	20.8	12:40	13.4	8:20	2.1	0.3	11.2	2.7	24.1
16	15.3	19.1	13:00	13.2	1:50	3.0	0.0	5.4	3.9	22.5
17	14.7	16.6	15:40	12.9	23:30	3.7	0.0	2.4	2.3	24.1
18	12.6	14.8	13:10	10.2	23:40	5.8	0.0	11.4	4.2	27.4
19	11.8	17.0	14:20	8.2	23:40	6.6	0.0	7.2	2.1	38.6
20	10.4	16.2	15:30	6.9	8:20	7.9	0.0	0.2	3.2	19.3
21	12.7	14.9	21:40	10.3	7:00	5.6	0.0	40.6	3.1	29.0
22	13.3	18.1	12:30	7.1	23:50	5.1	0.0	18.4	7.6	54.7
23	8.4	10.8	14:30	6.3	3:30	9.9	0.0	0.4	3.2	24.1
24	10.6	13.7	15:20	7.1	4:40	7.8	0.0	9.6	3.7	20.9
25	15.7	19.8	13:30	12.3	0:10	2.7	0.1	15.2	4.3	29.0
26	15.5	19.0	11:40	12.3	00:00	2.9	0.1	2.2	3.4	24.1
27	12.4	16.8	15:20	9.9	23:30	5.9	0.0	0.0	3.1	20.9
28	11.9	17.1	13:40	8.7	7:50	6.4	0.0	0.6	5.5	27.4
29	14.2	17.9	14:20	11.7	6:20	4.2	0.0	21.6	3.9	24.1
30	14.6	17.9	14:10	12.6	8:20	3.8	0.0	0.0	3.7	16.1
	15.3	27.9	1	6.3	23	109.7	17.8	155.2	3.9	54.7

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 40.59 ON 21/11/08
Days of Rain: 17 (> .2 mm) 12 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for DEC. 2008

NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	15.2	18.7	13:00	12.8	6:30	3.1	0.0	0.0	6.3	24.1
2	17.3	21.2	13:30	15.1	5:50	1.6	0.5	11.0	5.8	27.4
3	16.9	19.3	15:10	15.1	23:50	1.4	0.1	3.6	7.2	27.4
4	16.1	20.2	11:50	14.3	5:30	2.4	0.2	10.4	10.5	57.9
5	13.8	18.1	14:30	11.6	23:40	4.5	0.0	18.6	3.2	19.3
6	13.1	14.8	15:40	11.4	2:10	5.3	0.0	0.4	4.3	24.1
7	11.8	16.7	13:20	8.2	00:00	6.5	0.0	2.0	2.6	27.4
8	8.6	14.7	13:20	5.5	00:00	9.7	0.0	0.0	4.3	24.1
9	7.2	12.8	15:10	3.2	6:20	11.1	0.0	0.0	3.7	22.5
10	9.2	14.0	14:40	4.9	7:40	9.2	0.0	0.0	6.0	27.4
11	12.7	15.6	22:00	9.9	8:30	5.6	0.0	1.6	5.5	33.8
12	11.8	14.7	4:10	9.8	22:10	6.5	0.0	25.0	4.5	33.8
13	11.4	15.6	14:30	10.1	1:00	6.9	0.0	14.4	4.5	37.0
14	11.1	13.4	11:20	9.7	00:00	7.2	0.0	29.2	5.8	29.0
15	12.5	16.2	14:10	9.6	3:30	5.8	0.0	0.0	6.9	29.0
16	14.7	19.6	13:10	9.8	7:10	3.7	0.1	0.0	5.5	29.0
17	15.2	17.2	3:40	14.1	00:00	3.1	0.0	18.4	6.6	33.8
18	12.9	14.7	13:20	10.9	9:50	5.4	0.0	39.8	5.1	38.6
19	11.4	15.3	14:00	9.6	23:40	6.9	0.0	42.6	4.8	32.2
20	10.4	15.3	14:30	7.4	22:50	7.9	0.0	0.0	3.1	19.3
21	8.8	14.0	13:10	5.8	3:30	9.6	0.0	0.0	2.3	17.7
22	8.8	13.6	14:20	2.9	5:10	9.5	0.0	0.0	3.1	30.6
23	7.2	14.2	14:10	2.0	7:40	11.1	0.0	0.0	3.9	19.3
24	7.2	12.6	14:20	3.0	4:20	11.2	0.0	0.0	3.5	22.5
25	5.7	10.3	13:50	2.3	4:50	12.6	0.0	0.0	4.2	22.5
26	8.1	9.6	15:30	6.1	1:00	10.3	0.0	0.4	6.4	32.2
27	6.3	8.3	0:10	5.2	15:50	12.0	0.0	25.6	7.2	35.4
28	7.6	8.8	15:50	6.6	23:50	10.8	0.0	0.8	9.3	38.6
29	8.2	12.3	15:00	5.7	6:10	10.1	0.0	0.0	6.0	29.0
30	6.2	9.1	13:10	1.6	23:40	12.1	0.0	0.0	6.8	33.8
31	4.7	10.9	15:40	0.1	7:20	13.7	0.0	0.0	4.2	20.9
	10.7	21.2	2	0.1	31	236.8	0.8	243.8	5.3	57.9

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 42.60 ON 19/12/08
Days of Rain: 16 (> .2 mm) 12 (> 2 mm) 5 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for JAN. 2009

NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	6.7	11.3	16:10	2.9	0:10	11.7	0.0	1.2	3.9	22.5
2	9.8	13.2	14:40	7.4	0:50	8.5	0.0	42.6	4.0	20.9
3	10.5	12.3	13:10	8.9	00:00	7.8	0.0	55.8	5.1	25.7
4	9.4	11.2	15:20	7.9	00:00	8.9	0.0	25.4	5.0	22.5
5	7.1	9.3	13:10	4.8	4:10	11.2	0.0	6.4	3.5	27.4
6	9.8	14.5	14:10	6.8	8:40	8.6	0.0	0.0	2.4	24.1
7	9.8	14.1	14:30	7.6	8:20	8.5	0.0	0.0	4.0	20.9
8	10.3	13.6	14:10	8.1	8:00	8.0	0.0	2.0	4.0	17.7
9	11.1	13.1	12:30	10.0	1:50	7.2	0.0	2.8	6.3	32.2
10	11.5	17.2	14:50	8.5	00:00	6.8	0.0	1.2	4.5	27.4
11	9.9	13.6	13:00	6.6	2:10	8.4	0.0	0.0	7.1	40.2
12	9.3	13.4	15:00	5.1	00:00	9.1	0.0	0.0	4.8	32.2
13	9.6	13.0	15:10	4.8	0:40	8.8	0.0	4.0	4.8	38.6
14	11.8	13.4	9:40	10.1	1:10	6.5	0.0	29.2	5.8	38.6
15	13.1	17.3	15:00	10.7	22:00	5.2	0.0	3.2	3.9	16.1
16	11.6	14.7	15:50	9.1	00:00	6.7	0.0	0.0	4.3	20.9
17	9.7	15.1	13:50	5.8	7:10	8.7	0.0	0.4	6.1	20.9
18	9.3	13.8	13:20	5.5	8:50	9.0	0.0	0.0	5.8	22.5
19	11.1	16.3	14:40	8.0	8:30	7.3	0.0	0.2	5.6	19.3
20	12.3	15.3	12:40	9.0	8:00	6.1	0.0	0.4	5.5	20.9
21	14.4	17.9	13:30	11.7	7:50	3.9	0.0	25.2	4.7	30.6
22	15.3	19.7	14:40	12.9	1:20	3.2	0.1	8.4	4.8	24.1
23	10.4	15.1	0:10	6.8	23:30	7.9	0.0	29.0	3.7	30.6
24	10.1	14.1	00:00	7.3	0:10	8.2	0.0	12.8	4.0	27.4
25	11.3	14.6	2:30	8.8	22:50	7.0	0.0	19.2	4.2	29.0
26	11.3	15.6	14:20	8.8	0:10	7.1	0.0	8.6	3.4	20.9
27	10.9	13.8	11:10	7.3	00:00	7.4	0.0	45.8	5.3	33.8
28	8.5	11.1	15:10	6.8	8:40	9.8	0.0	4.0	3.2	25.7
29	10.4	15.3	14:50	7.3	7:10	7.9	0.0	0.0	4.2	22.5
30	9.7	16.1	15:20	5.5	6:10	8.6	0.0	24.6	4.7	32.2
31	7.7	10.6	16:30	6.5	11:10	10.7	0.0	26.2	3.5	22.5
	10.4	19.7	22	2.9	1	244.7	0.1	378.6	4.6	40.2

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 55.80 ON 03/01/09
Days of Rain: 24 (> .2 mm) 19 (> 2 mm) 9 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for FEB. 2009

NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	9.1	11.8	14:30	7.3	3:00	9.2	0.0	13.0	4.3	22.5
2	11.0	14.4	16:00	8.1	2:20	7.3	0.0	9.0	6.1	30.6
3	15.7	21.9	14:50	11.4	6:20	3.2	0.6	0.0	9.0	37.0
4	15.1	18.1	0:10	13.0	23:30	3.2	0.0	4.8	6.3	35.4
5	12.8	16.6	13:10	9.5	23:50	5.5	0.0	0.2	3.7	20.9
6	11.6	17.0	14:10	8.6	5:10	6.7	0.0	11.4	6.0	24.1
7	14.1	18.5	13:10	11.1	7:50	4.3	0.0	0.2	7.9	29.0
8	12.1	16.4	14:30	7.8	20:50	6.2	0.0	14.4	6.8	37.0
9	8.8	13.1	16:20	6.2	23:40	9.5	0.0	6.6	2.6	19.3
10	9.1	15.3	15:00	3.8	7:30	9.2	0.0	0.2	3.5	22.5
11	10.8	14.4	14:40	8.2	00:00	7.6	0.0	16.0	4.8	29.0
12	5.8	8.2	0:10	4.7	21:00	12.6	0.0	19.2	3.9	25.7
13	7.1	11.7	15:00	3.9	8:00	11.3	0.0	0.2	3.1	17.7
14	7.4	11.1	15:50	3.1	23:30	10.9	0.0	0.0	3.2	25.7
15	5.4	9.7	16:00	2.1	7:50	12.9	0.0	0.0	3.1	22.5
16	5.6	11.6	14:50	1.7	00:00	12.7	0.0	0.0	3.4	27.4
17	5.3	10.9	14:30	1.4	5:00	13.0	0.0	0.0	4.7	22.5
18	5.8	7.1	16:40	4.1	7:20	12.6	0.0	49.2	5.0	25.7
19	5.2	9.4	13:30	2.2	23:30	13.2	0.0	9.0	4.2	30.6
20	4.6	10.8	15:20	-0.3	7:20	13.8	0.0	0.2	1.9	22.5
21	6.4	12.6	15:40	1.1	6:50	11.9	0.0	0.0	4.0	22.5
22	5.1	9.9	14:50	2.8	7:50	13.2	0.0	3.4	3.7	25.7
23	6.5	11.6	15:50	3.2	3:10	11.8	0.0	0.0	4.0	35.4
24	7.0	13.4	15:50	2.0	6:50	11.3	0.0	0.0	3.4	24.1
25	8.7	11.8	14:50	6.3	5:30	9.6	0.0	0.0	8.9	43.5
26	8.2	13.7	15:00	3.6	8:20	10.1	0.0	0.0	4.5	24.1
27	7.9	13.7	16:10	1.8	6:00	10.4	0.0	0.0	5.6	25.7
28	10.3	17.6	16:00	4.0	6:00	8.1	0.0	0.0	4.3	41.8
	8.7	21.9	3	-0.3	20	271.4	0.6	157.0	4.7	43.5

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 1
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 49.20 ON 18/02/09
Days of Rain: 16 (> .2 mm) 11 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for MAR. 2009

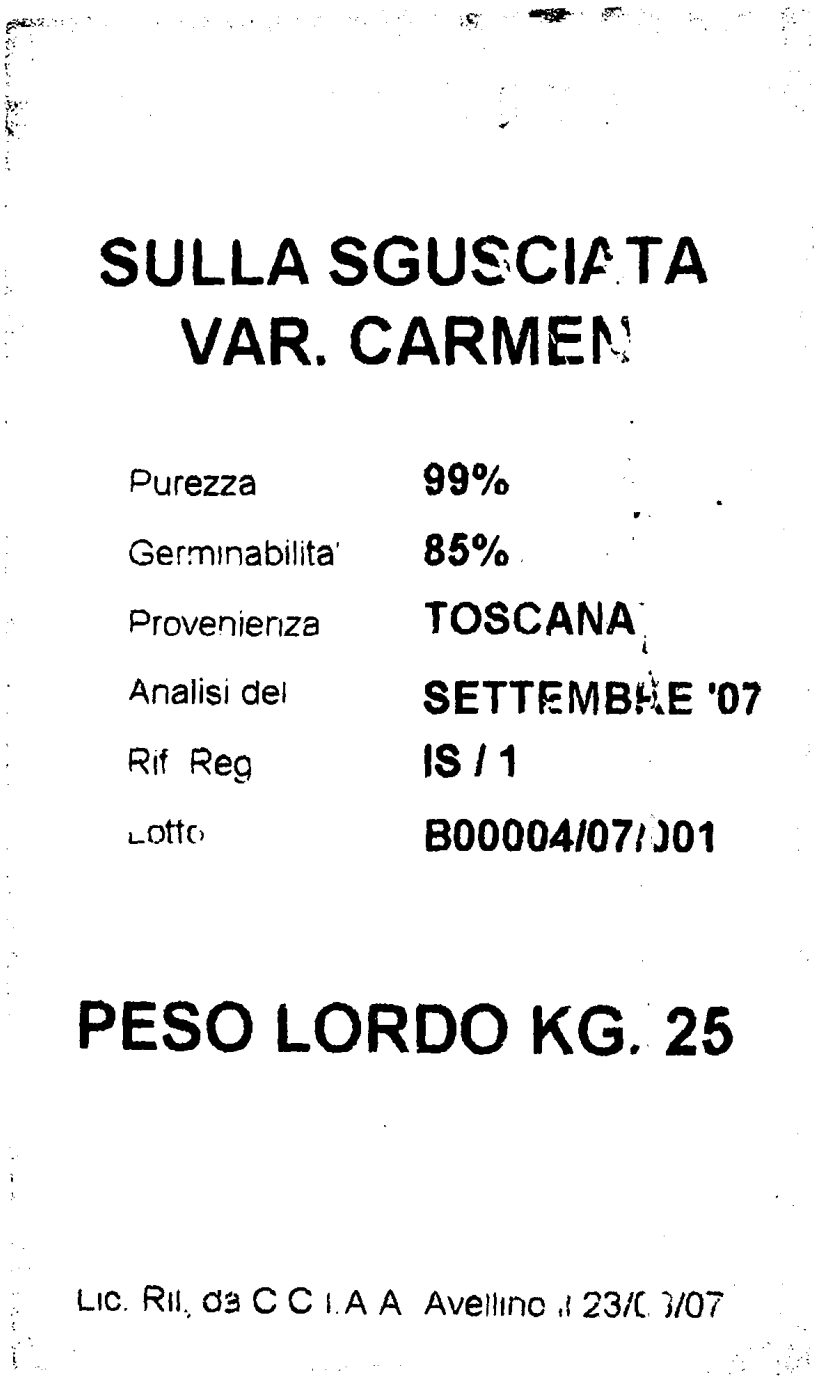
NAME: arta CITY: STATE:
ELEV: 50 m LAT: 39° 12' 00" N LONG: 20° 54' 00" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

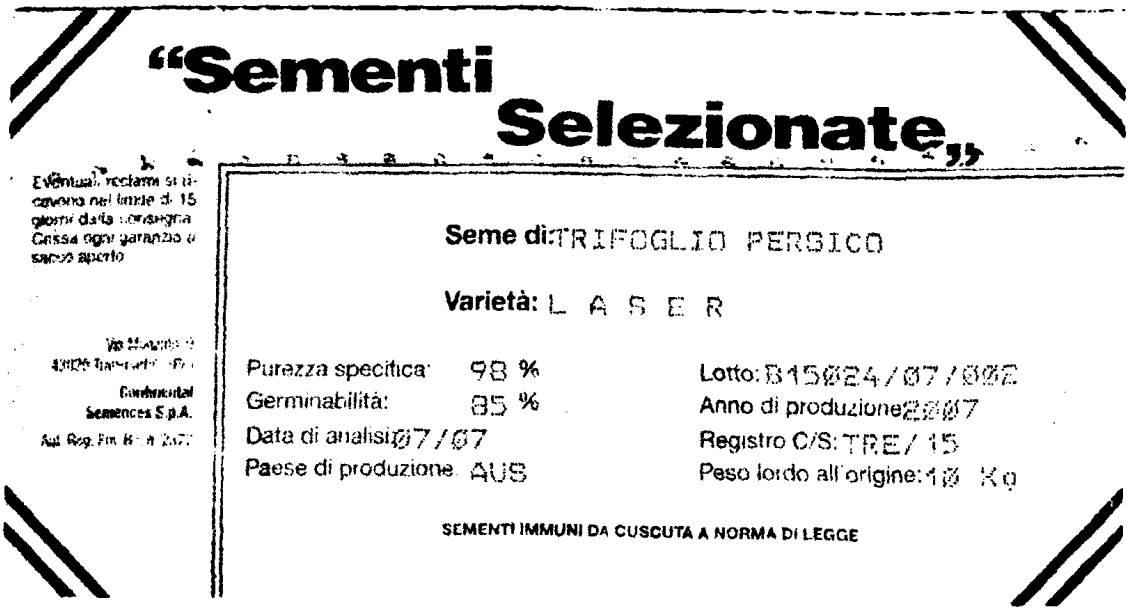
DOM DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH
1	10.6	16.7	14:10	4.4	7:40	7.8	0.0	0.0	5.5	25.7
2	11.8	15.9	14:50	8.2	6:50	6.5	0.0	8.6	4.5	30.6
3	12.7	17.5	15:30	9.9	6:10	5.7	0.0	7.2	4.3	19.3
4	13.4	19.3	14:30	8.6	4:30	5.0	0.1	0.0	5.1	22.5
5	13.2	16.6	15:40	10.4	3:30	5.2	0.0	31.4	8.5	41.8
6	11.5	14.9	16:30	8.1	00:00	6.8	0.0	20.4	7.4	43.5
7	7.4	9.2	11:30	6.2	18:20	10.9	0.0	33.8	7.1	29.0
8	9.7	16.2	15:20	4.5	4:20	8.7	0.0	0.0	5.1	20.9
9	10.7	16.4	14:50	5.4	7:20	7.6	0.0	0.0	5.3	24.1
10	12.4	16.8	15:50	5.9	00:00	5.9	0.0	0.0	7.6	38.6
11	7.7	12.2	11:20	5.1	5:10	10.7	0.0	13.8	5.1	38.6
12	9.0	14.4	13:20	5.6	23:40	9.3	0.0	11.6	3.9	25.7
13	9.0	14.7	15:40	3.6	7:30	9.3	0.0	0.0	5.3	29.0
14	9.9	16.3	14:50	4.3	7:30	8.4	0.0	0.0	4.3	27.4
15	10.7	17.0	14:20	5.2	5:50	7.7	0.0	0.0	5.3	25.7
16	11.6	18.6	14:30	7.0	3:00	6.7	0.0	0.0	6.0	25.7
17	11.9	17.9	14:50	6.7	7:00	6.4	0.0	0.0	5.1	22.5
18	10.9	16.7	13:40	4.2	23:30	7.4	0.0	0.0	5.6	41.8
19	8.8	16.6	15:30	2.3	7:10	9.5	0.0	0.0	6.6	32.2
20	10.1	15.5	13:50	6.7	3:50	8.2	0.0	13.6	9.5	43.5
21	8.7	12.4	12:50	6.8	1:30	9.7	0.0	33.4	6.0	35.4
22	7.9	12.3	13:40	6.3	00:00	10.4	0.0	0.8	3.2	29.0
23	9.3	15.1	13:40	3.3	6:10	9.1	0.0	0.0	4.5	25.7
24	10.3	15.7	14:00	5.1	6:00	8.1	0.0	0.0	6.3	29.0
25	10.6	14.2	9:10	7.3	23:30	7.7	0.0	12.2	6.1	40.2
26	8.2	13.6	11:40	5.4	5:00	10.1	0.0	16.0	2.6	25.7
27	9.3	15.8	15:00	3.6	6:40	9.1	0.0	0.2	4.0	24.1
28	11.9	18.7	14:50	6.2	6:30	6.4	0.0	0.0	5.5	22.5
29	15.9	23.5	16:00	9.8	5:20	3.3	1.0	0.0	6.3	29.0
30	18.8	26.0	15:20	13.2	4:10	1.4	1.9	0.0	6.1	29.0
31	18.7	25.1	15:40	13.7	4:50	1.1	1.4	0.0	5.5	24.1
	11.1	26.0	30	2.3	19	230.1	4.4	203.0	5.6	43.5

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 33.81 ON 07/03/09
Days of Rain: 13 (> .2 mm) 11 (> 2 mm) 4 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

Φωτ. 13. Ετικέτα από την συσκευασία του σπόρου του ηδύσαρου.



Φωτ. 14. Ετικέτα από την συσκευασία του σπόρου του ηδύσαρου.



Φωτ. 15. Ετικέτες από την συσκευασία του σπόρου του περσικού τριφυλιού.