

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας
ΠΜΣ: Επιστήμη και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής

Βιολογικοί παράμετροι του εντόμου *Closterotomus* (= *Calocoris*) *trivialis* επί των ειδών *Sinapis alba*- *Mercurialis annua* - *Urtica urens* - *Parietaria diffusa*- *Olea europaea* και *Citrus sinensis* σε διάφορες θερμοκρασίες.



Σοφία Α. Δερβίσογλου
Μεταπτυχιακή διατριβή
Επιβλέπων Καθηγητής: Γ. Παπαδούλης
Αθήνα 2017

Μεταπτυχιακή διατριβή

Βιολογικοί παράμετροι του εντόμου *Closterotomus (=Calocoris) trivialis* επί των ειδών *Sinapis alba- Mercurialis annua - Urtica urens - Parietaria diffusa- Olea europaea* και *Citrus sinensis* σε διάφορες θερμοκρασίες.

Σοφία Α. Δερβίσογλου

Επιβλέπων Καθηγητής: Γ. Παπαδούλης

Εξεταστική επιτροπή

Καθηγητής :Γ. Παπαδούλης

Επίκουρος Καθηγητής: Δ. Περδίκης

Επίκουρος Καθηγητής :Ν. Καβαλλιεράτος

Εικόνα ελιάς: [olive diseases.com/ olive-diseases/ miscellaneous-pests](http://olive-diseases.com/olive-diseases/miscellaneous-pests)

Εικόνα διανόχορτου: [en. wikipedia.org/ wiki/ Mercurialis_annua](http://en.wikipedia.org/wiki/Mercurialis_annua)

Εικόνα σιναπιού: [www. brc. ac. uk/plantaatlas/index/sinapis_alba](http://www.brc.ac.uk/plantaatlas/index/sinapis_alba)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

I. Εισαγωγή

Περίληψη-Summary

1. Γενικά

1. 1 <i>Closterotomus</i> (= <i>Calocoris</i>) <i>trivialis</i> (Costa) (Hemiptera:Miridae).....	18
1. 2 Μορφολογία-Ξενιστές.....	18
1. 3 Βιοοικολογία.....	19
1. 4 Ζημιά-Αντιμετώπιση.....	20
1. 5 Η επίδραση της θερμοκρασίας και της διατροφής στον ρυθμό ανάπτυξης των εντόμων.....	24

II. Υλικά και μέθοδοι

2. 1 Προγραμματισμός εργασιών.....	27
2. 2 Συλλογή του <i>C. trivialis</i>	27
2. 3 Εξέταση στο εργαστήριο.....	28
Στατιστική ανάλυση.....	38

III. Αποτελέσματα

3. 1 Καμπύλες βιωσιμότητας.....	40
3. 2 Νυμφική ανάπτυξη ανά θερμοκρασία και ανά φυτό- ξενιστή:	
α) <i>S. alba</i>	40
β) <i>M. annua</i>	49

Κατάλογος διαγραμμάτων

- Διάγραμμα 1 :** Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *C. trivialis* επί των φυτών *P. diffusa*.....42
- Διάγραμμα 2:** Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *C. trivialis* επί των φυτών *U. urens*.....43
- Διάγραμμα 3:** Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *C. trivialis* επί των φυτών *O. europaea*.....44
- Διάγραμμα 4:** Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *C. trivialis* επί των φυτών *C. sinensis*.....45
- Διάγραμμα 5 :** Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *S. alba* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς ($P<0,05$).....48
- Διάγραμμα 6 :** Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *M. annua* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$)..... 50
- Διάγραμμα 7:** Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *U. urens* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$)51
- Διάγραμμα 8 :** Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *P. diffusa* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$).....52
- Διάγραμμα 9 :** Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *O. europaea* σε δύο θερμοκρασίες.....53

Διάγραμμα 10 : Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του <i>C. trivialis</i> στο <i>C. sinensis</i> σε δύο θερμοκρασίες.....	54
Διάγραμμα 11: Συνολική διάρκεια νυμφικής ηλικίας επί των ειδών <i>S. alba</i> , <i>M. annua</i> , <i>U. urens</i> και <i>P. diffusa</i> στους 15° C, 19° C, 24° C και στους 27°C. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).....	55
Διάγραμμα 12: Ρυθμός ανάπτυξης σε ημέρες (ημέρες -1) του νυμφικού σταδίου (συνολική νυμφική ανάπτυξη) του <i>C. trivialis</i> στο <i>M. annua</i> σε σταθερές θερμοκρασίες, σύμφωνα με το μοντέλο Campbell.....	57
Διάγραμμα 13: Ρυθμός ανάπτυξης σε ημέρες (ημέρες -1) του νυμφικού σταδίου (συνολική νυμφική ανάπτυξη) του <i>C. trivialis</i> στο <i>S. alba</i> σε σταθερές θερμοκρασίες, σύμφωνα με το μοντέλο Campbell.....	57
Διάγραμμα 14: Διάρκεια ανάπτυξης του <i>C. trivialis</i> σε διάφορες θερμοκρασίες στο <i>S. alba</i>	58
Διάγραμμα 15: Διάρκεια ανάπτυξης του <i>C. trivialis</i> σε διάφορες θερμοκρασίες στο <i>M. annua</i>	59
Διάγραμμα 16: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί των φυτών <i>M. annua</i> στους 15°C.....	60
Διάγραμμα 17: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί των φυτών <i>S. alba</i> στους 15°C.....	61
Διάγραμμα 18: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>M. annua</i> στους 19°C.....	62
Διάγραμμα 19: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>S. alba</i> στους 19°C.....	62
Διάγραμμα 20: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>M. annua</i> στους 24°C.....	63

Διάγραμμα 21: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>S. alba</i> στους 24°C.....	63
Διάγραμμα 22: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>P. diffusa</i> στους 24° C	64
Διάγραμμα 23: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>U. urens</i> στους 24°C.....	64
Διάγραμμα 24: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>M. annua</i> στους 27° C.....	65
Διάγραμμα 25: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>S. alba</i> στους 27°C.....	65
Διάγραμμα 26: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>P. diffusa</i> στους 27°C.....	66
Διάγραμμα 27: Αναλογία φύλου <i>C. trivialis</i> επί φυτών <i>U. urens</i> στους 27°C.....	66
Διάγραμμα 28 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του <i>C. trivialis</i> στο <i>S. alba</i> σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά (P<0,05).....	67
Διάγραμμα 29 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του <i>C. trivialis</i> στο <i>M. annua</i> σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά (P<0,05).....	68
Διάγραμμα 30 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του <i>C. trivialis</i> στο <i>U. urens</i> σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά (P<0,05).....	68

Διάγραμμα 31 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του *C. trivialis* στο *P. diffusa* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).....69

Διάγραμμα 32: Ποσοστό θνησιμότητας στους ξενιστές *M. annua* και *S. alba* στις θερμοκρασίες των 15° C, 19° C, 24° C, 27° C.....72

Διάγραμμα 33: Ποσοστό θνησιμότητας στους ξενιστές *P. diffusa* και *U. urens* στις θερμοκρασίες των 24 ° C και 27° C72

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Τίναγμα των βλαστών σε χαρτί A4.

Εικόνα 2 : Συλλογή των νυμφών με την βοήθεια αναρροφητήρα.

Εικόνα 3: Συλλογή του *P. diffusa* από τον αγρό.

Εικόνα 4: Συλλογή του *U. urens* από τον αγρό.

Εικόνα 5: Συλλογή του *O. euroraea* από τον αγρό.

Εικόνα 6: Συλλογή του *C. sinensis* από τον αγρό.

Εικόνα 7: Προετοιμασία τρυβλίων Petri .

Εικόνα 8: Τρυβλία Petri με τοποθέτηση εμποτισμένου με νερό βρύσης ως υπόστρωμα καθώς και η προσθήκη φυτικού υλικού.

Εικόνα 9: Τοποθέτηση των συλλεγμένων ατόμων στο τρυβλίο με την βοήθεια πινέλου.

Εικόνα 10: Παρατήρηση των ατόμων στο στερεοσκόπιο για την καταγραφή των νυμφικών σταδίων του *C. trivialis*.

Εικόνα 11: Τοποθέτηση ετικέτας με τα απαραίτητα στοιχεία του εκάστοτε ατόμου.

Εικόνα 12: Καθημερινή συλλογή των τρυβλίων σε πλαστικό δίσκο.

Εικόνα 13: Τοποθέτηση των τρυβλίων σε θάλαμο ανάπτυξης υπό συγκεκριμένες συνθήκες ανάπτυξης.

Εικόνα 14: Αλλαγή ηλικίας με την παρατήρηση του εκδύμματος.

Εικόνα 15: Ενήλικο άτομο *C. trivialis* στο *P.diffusa*.

Πρόλογος

Από την αρχαιότητα έως και σήμερα, μια καλλιέργεια ζωτικής σημασίας με ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον για την ελληνική γεωργία αποτελεί εκείνη της ελιάς. Συχνά, πλήττεται από μια πληθώρα εντομολογικών εχθρών. Η προσβολή του ελαιοδέντρου από τους τελευταίους, μπορεί να ζημιώσει, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, την ποιότητα των τελικών προϊόντων, όπως εκείνων του ελαιοκάρπου και του ελαιολάδου. Συνεπώς, η γνώση των πληροφοριών που σχετίζονται με την βιοοικολογία του εκάστοτε εντομολογικού εχθρού, θα βοηθήσει στη λήψη των απαραίτητων εκείνων μέτρων, με σκοπό τη μείωση των δυσμενών επιδράσεων που μπορεί να επιτευχθούν μέσω της εκάστοτε προσβολής.

Στην παρούσα εργασία ασχοληθήκαμε με το έντομο *C. trivialis* (Costa) (Hemiptera: Miridae) - που αποτελεί έναν δευτερεύοντα εντομολογικό εχθρό. Το έντομο αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι έχει ένα μεγάλο εύρος ξενιστών, συμπεριλαμβανομένων και των εσπεριδοειδών, που με την σειρά τους, αποτελούν μια σημαντικής οικονομικής αξίας καλλιέργεια για τον ελληνικό χώρο. Επιπρόσθετα, είναι αξιοσημείωτο το γεγονός, ότι προσβάλλει τη περιβάλλουσα αυτοφυή βλάστηση που φύεται γύρω από την ελιά και τα εσπεριδοειδή, όπως το *Sinapis alba*, το *Mercurialis annua*, το *Urtica urens*, το *Parietaria diffusa*, το *Sonchus oleraceus*, το *Smyrniolum olusatrum* και το *Medicago sativa*. Η σοβαρότητα της ζημιάς που δύναται να προκαλέσει στην καλλιέργεια της ελιάς και της πορτοκαλιάς, καθορίζεται από διάφορους παράγοντες που θα αναφέρουμε στην παρούσα εργασία καθώς συχνά εκφράζονται αντικρουόμενες απόψεις. Πιο συγκεκριμένα, στο παρόν πόνημα, έγινε η μελέτη του βιολογικού κύκλου του *C. trivialis* μέσω της εκτροφής του σε εργαστηριακές συνθήκες.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η συλλογή ατόμων του εντόμου, η κατανόηση της βιοοικολογίας του μέσω της μελέτης του βιολογικού του κύκλου, ο προσδιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης των νυμφικών ηλικιών καθώς και η επίδραση της θερμοκρασίας και της διατροφής στον ρυθμό ανάπτυξης του, την μακροζωία και την επιβίωσή του σε διαφορετικά φυτά -ξενιστές. Πιο αναλυτικά, τα φυτά -ξενιστές με τα οποία ασχοληθήκαμε στην μελέτη ήταν η ελιά (*Olea europaea*, Οικ. Oleraceae), η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*, Οικ. Rutaceae), το περδικάκι (*Parietaria diffusa*, Οικ. Urticaceae), η τσουκνίδα (*Urtica urens*, Οικ. Urticaceae), το σινάπι

(*Sinapis alba*, Οικ. Brassicaceae) και το μερκουριάλη (*Mercurialis annua*, Οικ. Euphorbiaceae), που αποτέλεσαν την τροφή του εντόμου για την περαιτέρω ανάπτυξή του, υπό ελεγχόμενες συνθήκες στο εργαστήριο. Μέσω της καταγραφής των ατόμων του *C. trivialis*, στον εκάστοτε ξενιστή και στην αντίστοιχη θερμοκρασία, μπορεί να μελετηθεί η βιοοικολογία του εντόμου, εξυπηρετώντας μελλοντικές προβλέψεις που σχετίζονται με την εμφάνισή τους στον αγρό. Με αυτό τον τρόπο θα μπορεί να υλοποιηθεί η εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης αντιμετώπισης (IPM), για την αποφυγή της άσκοπης χρήσης φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα τη διατήρηση των ωφέλιμων οργανισμών.

Στην διάρκεια εκπόνησης και διαμόρφωσης του παρόντος πονήματος, σε μια πορεία προσέγγισης του θέματος με έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον, ήταν σημαντική η συμβολή ανθρώπων για την επίλυση αποριών και προβληματισμών που παρουσιάστηκαν κατά την διάρκεια της εργασίας. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Γ. Παπαδούλη, τον Επίκουρο Καθηγητή του Γ. Π. Α, κ. Δ. Πεردίκη και τον Επίκουρο Καθηγητή Γ. Π.Α κ. Ν. Καβαλλιεράτο, για την άρτια μεταλαμπάδευση των επιστημονικών γνώσεων τους στη διάρκεια της πανεπιστημιακής εκπαίδευσής μου καθώς και στην ανάγνωση, διόρθωση και εξέταση της παρούσας εργασίας. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ Αντώνιο Τσαγκαράκη, μέλος Ε. Δ. Ι. Π, για την συνεχή προτροπή και ενθάρρυνση του, λειτουργώντας ενισχυτικά και παράλληλα δίνοντας τις απαραίτητες επιστημονικές κατευθύνσεις για την υλοποίηση και περάτωσή της εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Δρα Αργυρώ Καλαιτζάκη από το Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, που εδρεύει στην Κρήτη, για την βοήθειά της στο κομμάτι των στατιστικών αναλύσεων καθώς υπήρξε πάντα πρόθυμη να μου επιλύσει κάθε είδους απορία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και ιδιαίτερα την αδερφή μου που με στήριξε στην συγγραφή του κειμένου καθώς και τους φίλους και συμφοιτητές μου για την πολύτιμη συμβολή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Closterotomus* (= *Calocoris*) *trivialis* (Hemiptera: Miridae) είναι ένα ευρέως διαδεδομένο καθώς συναντάται σε χώρες της Μεσογειακής λεκάνης (Ελλάδα, Ιταλία). Χαρακτηρίζεται ένα πολυφάγο είδος, έχοντας ένα πλήθος φυτών-ξενιστών (ελιά, εσπεριδοειδή, πυρηνόκαρπα, καλλωπιστικά και διάφορα είδη αυτοφυούς βλάστησης). Τρέφεται με τα άνθη και έχει αναφερθεί ότι μπορεί να μειώσει την καρπόδεση εξαιτίας της πτώσης των ανθέων. Η ζημιά που προκαλεί είναι αμφίβολη και καθορίζεται από διάφορες παραμέτρους με κυρίαρχη αυτή του φαινολογικού σταδίου της καλλιέργειας ακολουθούμενη από την πληθυσμιακή πυκνότητα του εντόμου την κρίσιμη περίοδο (από την πρώιμη εμφάνιση των ανθοφόρων οφθαλμών ως και την έναρξη της άνθισης), την ποικιλία και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Ειδικότερα στην ελιά και τα εσπεριδοειδή μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην καρπόδεση και την καρπόπτωση αντίστοιχα. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η κατανόηση του βιολογικού κύκλου του *C. trivialis* μέσω της συλλογής και παρατήρησής του στο εργαστήριο καθώς και η αξιολόγηση της επίδρασης της θερμοκρασίας και της διατροφής στην ανάπτυξη, την επιβίωση και την μακροζωία του εντόμου. Για το σκοπό αυτό, κατά το έτος 2016, διενεργήθηκαν συλλογές ατόμων από διάφορα φυτά-ξενιστές όπως το : *Urtica urens*, *Parietaria diffusa*, *Sinapis alba* και *Mercurialis annua*. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στον εσπεριδεώνα και στην πρόσθια πλευρά του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών καθώς έγινε ταυτόχρονη συλλογή και αποστολή ατόμων από το Ινστιτούτο Ελιάς Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου. Τα συλλεγμένα άτομα μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, όπου με την βοήθεια ερευνητικού στερεοσκοπίου και πινέλου γίνονταν η παρατήρηση των νυμφικών ηλικιών του *C. trivialis* τοποθετημένα σε ειδικώς διαμορφωμένα τρυβλία Petri. Στην συνέχεια, μεταφέρονταν σε θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασιών 24+/-0,5 και 27+/-0,5, υγρασίας 47+/-5% και φωτοπεριόδου 16:8 (L:D) για την παρατήρηση της εξέλιξης του βιολογικού κύκλου στις εκάστοτε θερμοκρασίες, στους αντίστοιχα επιλεγμένα φυτά-ξενιστές. Από τα αποτελέσματα, προέκυψε ότι το *C. trivialis* ολοκλήρωσε επιτυχώς την ανάπτυξή του, φτάνοντας δηλαδή στο στάδιο του ενηλίκου στην αυτοφυή βλάστηση κάτι που δεν παρατηρήθηκε στην ελιά και την πορτοκαλιά. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της ελιάς και της πορτοκαλιάς, τα συλλεγμένα άτομα

έφτασαν το πολύ μέχρι την τρίτη νυμφική ηλικία. Με αυτό τον τρόπο, καταδεικνύεται ότι οι κύριοι ξενιστές του *C. trivialis* είναι η αυτοφυή βλάστηση και πιο συγκεκριμένα το *U. urens* και το *P. diffusa* ακολουθούμενα από το *S. alba* και το *M. annua*. Ο μεγαλύτερος αριθμός των νυμφών του *C. trivialis* σημειώθηκαν την περίοδο Μαρτίου-Απριλίου. Από τα μέσα Μαΐου παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του πληθυσμού ενώ τον Ιούνιο δεν συναντήσαμε άτομα του είδους Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας στον ρυθμό ανάπτυξης του *C. trivialis* στους δύο μελετούμενους ξενιστές στηριζόμενοι στην μέθοδο παλινδρόμησης του Campbell . Ταυτόχρονα, ως προς την βιωσιμότητα μεταξύ των δύο φύλων δεν παρατηρήθηκαν ποσοστιαίες διαφορές σε αντίθεση με την θνησιμότητα. Η κατανόηση του βιολογικού κύκλου του *C. trivialis* και η ερμηνεία της επίδρασης των δύο αναφερόμενων παραγόντων (θερμοκρασία και διατροφή) μπορούν να βοηθήσουν στην επιτυχή αντιμετώπιση του μελετούμενου εντόμου.

Λέξεις –κλειδιά: *Closterotomus (=Calocoris) trivialis*, βιολογικός κύκλος, φυτά-ξενιστές, διατροφικές προτιμήσεις, επίδραση της θερμοκρασίας.

SUMMARY

The plant bug species *Closterotomus* (= *Calocoris*) *trivialis* (Hemiptera: Miridae) is an insect commonly found in olive crops. It is widespread in the Mediterranean basin such as regions of Greece and Italy. It is a polyphagous species because it has a wide range of host plants. *C. trivialis* feeds on flowers by piercing them. It has been reported for its ability to reduce fruit setting due to flower abortion. However, the potential damage has not been clearly determined. The aim of this study is a better understanding of the life cycle of *C. trivialis* through its collection and observation in the laboratory. Furthermore, the study aims to evaluate the effect of temperature and diet on its development, survival and longevity. For this purpose in 2016, the collection of *C. trivialis* was taken place in the premises Agricultural University of Athens. The same procedure was followed in the Institute of Olive and Subtropical Crops and Viticulture, to which the collected insects were sent. The experiments were conducted in the laboratory of Agricultural University of Athens, where the *C. trivialis* was collected with the engine brush under a stereo-microscope. Afterwards, *C. trivialis* was placed onto a container with a wet cotton on the base and a hole on the upper part of the Petri dish. Finally, Petri dishes were placed onto cabinet at 25 \pm 0,5 $^{\circ}$ C, 27 \pm 0,5 $^{\circ}$ C, with 47 \pm 5% RH and photoperiod of 16:8 (L:D) h for the development of the biological cycle. Results showed that *C. trivialis* were managed to complete their development in *Urtica urens*, *Parietaria diffusa*, *Sinapis alba* and *Mercurialis annua* in contrast with *Olea europaea* and *Citrus sinensis*. To be more specific, *C. trivialis* was reached in third nymphal instar in *O. europaea* and *C. sinensis*. As a result, it is obvious that *C. trivialis* prefers to feed on weeds. Furthermore, according with the Campbell method, the relation between temperature and development time was determined in *S. alba* and *M. annua*. In the first host plant results explained the effect of temperature in the development of this insect. The mortality rate was greater at the extreme temperature tested. No differences were showed in the viability between male and female. During the period of March-April was recorded the maximum number of nymphs. In May, a decline was observed and finally in June no insects were recorded. The knowledge of the life cycle of *C. trivialis* and the interpretation of the impact of temperature and diet can lead to a successful combat of this insect.

Keywords: *Closterotomus (=Calocoris) trivialis*, life cycle, host-plants, nutrition preference, effect of temperature.

Εισαγωγή

Α. Γενικά

Το έντομο *Closterotomus* (= *Calocoris*) *trivialis* (Costa) (Hemiptera: Miridae) στηριζόμενοι στους Perdikis et al. (2010) είναι ευρέως διαδεδομένο στις χώρες της Μεσογειακής λεκάνης, όπως στην Ελλάδα και την Ιταλία. Εντοπίζεται σε καλλιέργειες υψίστης οικονομικής σημασίας, όπως αυτή της ελιάς και των εσπεριδοειδών (Gerakaki et al. 2007). Είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος καθώς το *C. trivialis* συναντάται κυρίως σε ελαιώνες των Μεσογειακών χωρών όπως στην Σικελία (Barbagallo 1970) και στην Απουλία καθώς και σε περιοχές της Β. Ιταλίας (Monaco 1975). Στη Σικελία και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Κατανίας, έχει καταγραφεί ως ένα είδος που αποικίζει διάφορα είδη εσπεριδοειδών όπως την πορτοκαλιά και την μανταρινιά (Perdikis et al. 2010). Όσο αφορά την Ελλάδα, στις περιοχές της Κ. Ελλάδας, στη Κέρκυρα, στη Δ. Πελοπόννησο (Μεσσήνη) και τη Κρήτη (Χανιά), το έντομο αυτό αναφέρεται ότι είναι υπεύθυνο για την πρόκληση ζημιάς στην καρπώδεση των ελαιοδέντρων, κάτι που διαφαίνεται με τη μείωση της παραγωγής άρα και τη μείωση της απόδοσης (Γιαμβριάς 1998, Τζανακάκης και Κατσόγιαννος (1998), Γερακάκη 2007).

Εκτός όμως από τις δύο καλλιέργειες που αναφέραμε παραπάνω, το *C. trivialis* έχει καταγραφεί και σε άλλες καλλιέργειες, για παράδειγμα σε μερικά πυρηνόκαρπα αλλά και σε καλλωπιστικά. Επιπλέον, σύμφωνα με μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι αυτό το έντομο παρουσιάζει έντονη διατροφική προτίμηση και σε άλλους ξενιστές, όπως τα ποώδη αυτοφυή φυτά (Γιαμβριάς 1998). Επιπρόσθετα, η ύπαρξη του ακόμα και σε περιοχές που δεν υπάρχουν ελαιόδεντρα και εσπεριδοειδή, καταδεικνύει ότι είναι ένα πολυφάγο είδος (Drosopoulos 1993). Η κατανόηση της βιολογίας του είναι σημαντική για την αποφυγή ζημιών για την καλλιέργεια και τον παραγωγό. Με αυτό το τρόπο, επιτυγχάνεται η λήψη απαραίτητων μέτρων για την επιτυχή αντιμετώπιση του.

1.1 *Closterotomus (=Calocoris) trivialis* (Costa)

(Hemiptera:Miridae)

1.2 Μορφολογία- Ξενιστές

Αρχικά ως προς την **μορφολογία** του *C. trivialis* διακρίνονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Το ακμαίο έχει ατρακτοειδές σώμα και χρώμα κιτρινοπράσινο. Σε κάτοψη είναι στενόμακρο, μήκους 7-8 mm, με λεπτά και σχετικά μακριά πόδια. Το αρσενικό είναι μικρότερο (6,5-7,5 mm) από το θηλυκό. Οι κεραίες είναι μακριές, πλησιάζοντας το μήκος του σώματος του ατόμου. Στα νώτα είναι τεφροκίτρινο έως καστανό και στο πρόνωτο έχει 4 μικρές, μαύρες σχεδόν κυκλικές κηλίδες. Τα ημιέλυτρα είναι λίγο μακρύτερα από την κοιλία έχοντας ελαιοκάστανο χρώμα (Silvestri 1934, Τζανακάκης 1980). Γενικά, το αρσενικό έχει βαθύτερο χρωματισμό από το θηλυκό (Γιαμβριάς 1996, Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003).

Όπως προαναφέραμε, χαρακτηρίζεται ως ένα πολυφάγο είδος, για αυτό έχει ένα πλήθος **ξενιστών**. Πιο συγκεκριμένα, προσβάλλει κυρίως στο στάδιο του ενηλίκου την καλλιέργεια της ελιάς και των εσπεριδοειδών ενώ στα νυμφικά στάδια προτιμούν μια πλειάδα αυτοφυών ποωδών φυτών όπως η τσουκνίδα (*U. membranacea* και *U. urens*- *Urticaceae*), το περδικάκι (*Parietaria diffusa*- *Urticaceae*) (Barbagallo 1970) αλλά και το μερκουριάλη (*Mercurialis annua* L.- *Euphorbiaceae*), ο ζωχός (*Sonchus oleraceus* L. - *Compositae*) (Barbagallo 1970, Gerakaki et al. 2007), το αγριοσέλινο ή σμυρνιά (*Smyrniium olusatrum* L. - *Ariaceae*), τη μηδική (*Medicago sativa* - *Leguminosae*) (Barbagallo 1970, Γιαμβριάς 1998, Gerakaki et al. 2007). Επιπλέον, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι συναντάται και σε άλλες καλλιέργειες όπως τα πυρηνόκαρπα, στην ροδακινιά και βερικοκιά (*Prunus persica*, *Prunus armeniaca* - *Prunaceae*) και διάφορα καλλωπιστικά όπως την αγγελική (*Pittosporum tobira* - *Pitosporaceae*) (Γιαμβριάς 1996, Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003).

1.3 Βιοοικολογία

Ως προς τον **βιολογικό του κύκλο**, το *C. trivialis* υφίσταται ατελή μεταμόρφωση (ετερομετάβολο). Έχει 1 γενεά το έτος. Τα ωά εναποτίθενται σε εκτεθειμένο ξύλο των δέντρων μετά από εφαρμογή κλαδέματος στο τέλος της άνοιξης. Μετά από αυτή την περίοδο δεν καταγράφονται ενήλικα άτομα στον αγρό. Οι νύμφες εμφανίζονται από τα τέλη του χειμώνα μέχρι τις αρχές της άνοιξης. Ακολουθεί η εμφάνιση των ενηλίκων που μετακινούνται από τα δέντρα στην αυτοφυή βλάστηση, τρεφόμενα κάτω από την κόμη των δέντρων. Οι νύμφες διέρχονται συνολικά (5) νυμφικές ηλικίες για να φτάσουν στην ενηλικίωση (Perdikis et al. 2010).

Ως προς τον τρόπο διατροφής τους διαθέτουν νύσσοντος μυζητικού τύπου στοματικά μόρια. Με αυτό τον τρόπο έχουν την ικανότητα να νύσσουν και να μυζούν το περιεχόμενο των φυτικών οργάνων της ελιάς, των εσπεριδοειδών καθώς και της αυτοφυούς βλάστησης. Αναλυτικότερα, το *C. trivialis* διατρέφεται νύσσοντας τους κάλυκες των ανθέων ενώ στα ελαιόδεντρα νύσσει το μίσχο των ταξιανθιών προκαλώντας την πτώση τους. Μια σημαντική παρατήρηση έγινε από τον Monaco (1975), ο οποίος διαπίστωσε ότι η διατροφική δραστηριότητα του εντόμου συνεχίζεται και πάνω στα ανοιχτά άνθη με το να νύσσει, τόσο τους ανθήρες όσο και τις ωοθήκες. Μέσω της μύζησης των χυμών που εξασκεί καθώς και από την τοξική δράση του σιέλου, που το έντομο εγχύει με τη σειρά του στους φυτικούς ιστούς, προκαλείται η πτώση των ανθέων, κάτι που συμβαίνει και στα κλειστά άνθη. Επιπλέον, η ζημιά μπορεί να παρατηρηθεί σε πολύ νεαρά αλλά όχι πολύ καλώς αναπτυγμένα φρούτα (Barbagallo 1970, Perdikis et al. 2010). Τόσο τα ακμαία όσο και οι 5 νυμφικές ηλικίες χαρακτηρίζονται ως ένα είδος, τυπικά ανθόφιλο (Barbagallo 1970, Γιαμβριάς 1996). Με άλλα λόγια, τα ενήλικα και οι νύμφες νύσσουν τα άνθη της ελιάς και των εσπεριδοειδών χωρίς να επιτρέπουν τη περαιτέρω ανάπτυξή τους (Drosopoulos 1993).

Τα ενήλικα είναι πτερωτά και εμφανίζονται αργά την άνοιξη. Αργότερα, τόσο οι νύμφες όσο και τα ενήλικα διασπείρονται στα δέντρα και ξεκινούν να διατρέφονται με την νεαρή βλάστηση (Perdikis et al. 2010). Πιο αναλυτικά, ως προς τις διατροφικές τους προτιμήσεις (φύλλα, άνθη και οφθαλμούς) στους εκάστοτε ξενιστές που εμπλέκονται στην εξέλιξη και ανάπτυξή τους παρατηρούνται τα ακόλουθα.

Στην αυτοφυή βλάστηση, οι νύμφες και τα ενήλικα προτιμούν να τρέφονται με τους νεαρούς βλαστούς, τους οφθαλμούς και τα άνθη. Αντίστοιχα στην ελιά, τα μέρη του φυτού που προτιμούν για να διατραφούν είναι οι ανθοφόροι οφθαλμοί [μεταξύ 54^{ου} και 59^{ου} φαινολογικού σταδίου σύμφωνα με τους Sanz - Cortes et al. (1997), BBCH scale] καθώς και τα άνθη οδηγώντας στην πρόωρη πτώση τους. Τέλος, στα εσπεριδοειδή προτιμούν να τρέφονται με τους νεαρούς μίσχους νεαρούς μήκους 3-5cm, τους ανθοφόρους οφθαλμούς διαμέτρου 2-4mm [μεταξύ 51^{ου} και 59^{ου} φαινολογικού σταδίου σύμφωνα με τους Agusti et al. (1997), BBCH scale] και τα άνθη οδηγώντας στην πτώση των κατεστραμμένων ιστών (φύλλα, άνθη και οφθαλμοί) (Perdikis et al. 2010, Kalaitzaki et al. 2012). Το τέλος της ύπαρξής τους παρατηρείται τους καλοκαιρινούς μήνες εξαιτίας του τέλους άνθισης του ελαιοδέντρου και λόγω της επικράτησης υψηλών θερμοκρασιών (Varikou et al. 2014).

1.4 Ζημιά-Αντιμετώπιση

Η **ζημιά** που μπορεί να προκαλέσει το *C. trivialis* δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, καθώς υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις. Σύμφωνα με τον Drosopoulos (1993), η ζημιά που προκαλείται δεν έχει σημαντική οικονομική σημασία, ενώ οι Perdikis et al. (2009), παρατήρησαν ότι η σοβαρότητα της ζημιάς εξαρτάται από το φαινολογικό στάδιο της ελιάς την περίοδο της έξαρσης του εντόμου και επισήμαναν ότι το *C. trivialis* είναι ικανό να προκαλέσει ζημιά στην καρπόδεση της ελιάς, κάτι που δεν ισχύει για τα εσπεριδοειδή (Perdikis et al. 2010). Αντίστοιχα, στην περιοχή της Δ. Κρήτης (στην περιοχή των Χανίων) έχουν καταγραφεί υψηλοί πληθυσμοί του *C. trivialis* αλλά η ζημιά είναι τοπική και περιστασιακή (Gerakaki et al. 2007). Η περίοδος εμφάνισης του ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή. Η θεώρηση αυτού του εντόμου ως εχθρό θα πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπόψιν μια σειρά παραγόντων. Για αυτό το λόγο, είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε τους παράγοντες που μπορούν να καθορίσουν την ζημιά που μπορεί να προκληθεί από το *C. trivialis* οδηγώντας τελικά στην μείωση της απόδοσης.

Αρχικά, ο κύριος παράγοντας πρόκλησης σοβαρής ζημιάς είναι το φαινολογικό στάδιο (Perdikis et al. 2009), που βρίσκεται η ελιά και τα εσπεριδοειδή στη περίοδο έξαρσης του πληθυσμού, που χαρακτηρίζεται ως κρίσιμη περίοδος. Πρακτικά η κρίσιμη αυτή περίοδος ορίζεται από την εμφάνιση των ανθοφόρων

οφθαλμών μέχρι την έναρξη της άνθισης. Πιο συγκεκριμένα, γνωρίζουμε ότι στην ελιά το *C. trivialis* προτιμά τους ανθοφόρους οφθαλμούς και τα άνθη. Η προσβολή σε αυτά τα στάδια μπορεί να οδηγήσει στην πρόωμη πτώση τους. Αντίστοιχα στα εσπεριδοειδή, η γνώση των αντίστοιχων φαινολογικών σταδίων είναι σημαντική διότι μπορεί να αναπτυχθεί ένας πολύ μεγάλος αριθμός ανθέων και να καταλήξει, λόγω της προσβολής σε χαμηλή παραγωγή καρπών. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη θρεπτικών συστατικών όπως έχει διαπιστωθεί στην ποικιλία *Valencia* (μια ποικιλία από την οποία γίνονταν και η συλλογή φυτικών δειγμάτων για την διεξαγωγή της παρούσας μελέτης) κάτω από συνθήκες υψηλών ποσοστών επιτυχημένης άνθισης (Goldschmidt 1999, Ribeiro et al. 2008).

Επιπλέον, η υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα του εντόμου, στα κρίσιμα φαινολογικά στάδια καθορίζει το βαθμό της ζημιάς. Δηλαδή, στα πρώιμα ή στα ενδιάμεσα στάδια της άνθισης, έχουμε υψηλότερες πιθανότητες πρόκλησης ζημιάς, κάτι που δεν συμβαίνει στα όψιμα στάδια. Παρόλο αυτά, η παρουσία τους στα δέντρα κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου, δεν προκαλεί ζημιά στην καρπόδεση. Πιο συγκεκριμένα, η ζημιά που προκαλεί το έντομο στο στάδιο της πρόωμης άνθισης μπορεί να οδηγήσει στην πτώση ολόκληρου του τρυφερού μπουμπουκιού, τρεφόμενο στην βάση του κάλυκα. Στα επόμενα στάδια της ανάπτυξης, ο κάλυκας γίνεται σκληρός και δεν είναι δεκτικός, καταλήγοντας να ρίχνει τα άνθη. Οι ίδιες παρατηρήσεις σημειώνονται και στα εσπεριδοειδή (Varikou et al. 2014).

Φαίνεται ότι η ελιά και τα εσπεριδοειδή παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευπάθεια που μπορεί να προκληθεί από το *C. trivialis*, από τη πρόωμη εμφάνιση των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την έναρξη της άνθισης. Η περίοδος αυτή εκτείνεται από τα τέλη Φεβρουαρίου μέχρι τα μέσα Απριλίου - για τα εσπεριδοειδή - και αρχές Μαρτίου μέχρι τα μέσα Μαΐου - για την ελιά αντίστοιχα - (Kalaitzaki et al. 2012). Σε αυτή την περίοδο, η παρατήρηση της παρουσίας 3 ή 6 ατόμων/κλαδί, δεν προκαλεί σημαντική μείωση στην καρπόδεση της ελιάς (Perdikis et al. 2009). Όμως η παρουσία 8 ατόμων/βλαστό είναι ικανή να προκαλέσει ζημιά στον ελαιόκαρπο (Perdikis et al. 2009) αλλά δεν είναι σημαντική για τα εσπεριδοειδή (Perdikis et al. 2010, Kalaitzaki et al. 2012).

Τέλος, ένας ακόμη παράγοντας που καθορίζει το ύψος της ζημιάς είναι η ποικιλία. Με άλλα λόγια, η ευπάθεια που παρουσιάζει η κάθε ποικιλία είναι

διαφορετική και σχετίζεται ταυτόχρονα με το στάδιο της άνθισης. Σύμφωνα με μελέτες (Drosopoulos 1993), στην ποικιλία Αμφίσσης που προσβλήθηκε από το *C. trivialis*, δεν παρατηρήθηκε σημαντική οικονομική ζημιά σε αντίθεση με άλλες ποικιλίες, όπως η Κορωνέικη (Perdikis et al. 2009). Επιπλέον, για την ποικιλία Τσουνάτη, που αναπτύσσεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα και ανθίζει αργότερα από την Κορωνέικη, δεν υπάρχει μεγάλος κίνδυνος προσβολής από το έντομο. Παρόλο αυτά, απαιτείται εκτενής μελέτη για αυτή την ποικιλία και γενικότερα μια περαιτέρω μελέτη για την εκάστοτε ποικιλία (Varikou et al. 2014). Είναι σημαντικό να τονίσουμε, ότι οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή την κρίσιμη περίοδο καθορίζει με την σειρά της την σοβαρότητα της ζημιάς που τυχόν μπορεί να προκληθεί στις καλλιέργειες.

Ως προς την **αντιμετώπιση** του *C. trivialis*, γνωρίζοντας την βιολογία του σε συνδυασμό με την παρατήρηση και την καταγραφή της πληθυσμιακής του πυκνότητας στον αγρό κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή μιας σειράς μέτρων. Η έγκαιρη λήψη μέτρων συντελεί στην αντιμετώπιση αυτού του εντόμου για την αποφυγή σοβαρής ζημιάς σε καλλιέργειες όπως της ελιάς και των εσπεριδοειδών. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος με το χτύπημα των βλαστών – δειγμάτων ανά εβδομαδιαία διαστήματα τις κρίσιμες περιόδους. Όταν διαπιστωθεί η ύπαρξη υψηλού πληθυσμού ατόμων στα δέντρα (> 6 ατόμων/κλαδί) θα πρέπει να επέμβουμε με την εφαρμογή εγκεκριμένων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων (Kalaitzaki et al. 2012). Η ένταξη αυτού του εχθρού για την αποτελεσματική του αντιμετώπιση θα πρέπει να γίνει στα πλαίσια ολοκληρωμένης αντιμετώπισης έναντι των κυριότερων εχθρών της ελιάς.

Είναι πολύ σημαντικό να εστιάσουμε στις διατροφικές προτιμήσεις του σε διάφορα φυτά - ξενιστές. Με αυτό τον τρόπο, μπορούμε να προβλέψουμε τη πιθανή εμφάνιση και κίνησή του μεταξύ των καλλιεργειών αλλά και σε καλλιέργειες που δεν αποτελούν ξενιστές για αυτό το έντομο (Kalaitzaki et al. 2012). Η διατήρηση των ειδών - ξενιστών που το *C. trivialis* παρουσιάζει ιδιαίτερη διατροφική προτίμηση στον αγρό μέχρι την έναρξη της άνθισης στην ελιά και τα εσπεριδοειδή, βοηθά στην ολοκλήρωση της ανάπτυξής τους στην αυτοφυή βλάστηση χωρίς να προκαλούν σημαντική ζημιά στην κύρια καλλιέργεια (Gerakaki et al. 2007, Kalaitzaki et al. 2012). Ταυτόχρονα, ευνοείται η δημιουργία καταφυγίων για την ανάπτυξη φυσικών εχθρών που μπορούν να δράσουν έναντι του μελετώμενου εντόμου. Σε αυτό το

σημείο θα πρέπει να σημειώσουμε ότι κατά την διάρκεια της συλλογής των ατόμων στον αγρό παρατηρήθηκαν και άτομα του αρπακτικού *Macrolophus sp.* στην αυτοφυή βλάστηση. Έτσι, η δημιουργία καταφυγίων φυσικών εχθρών του εντόμου μέσω της διατήρησης μπορντούρας αυτοφυούς βλάστησης μπορεί να συντελέσει σε σημαντική μείωση των ατόμων του *C. trivialis* και στην αποφυγή πρόκλησης ζημιάς στη παραγωγή και ακολούθως στην απόδοση της εκάστοτε καλλιέργειας, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στην άσκοπη χρήση εγκεκριμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

1.5 Η επίδραση της θερμοκρασίας και της διατροφής στον ρυθμό ανάπτυξης των εντόμων.

Η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα της τροφής αποτελούν περιβαλλοντικούς παράγοντες που επιδρούν άμεσα στην εξέλιξη και την ανάπτυξη των εντόμων, όπως και όλων των ποικιλόθερων οργανισμών (Perdikis et al. 2003).

Πιο αναλυτικά, η θερμοκρασία είναι ο κυριότερος αβιοτικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη (Laudien 1973, Asante et al. 1991) δυναμική του πληθυσμού και τον χρόνο των βιολογικών διεργασιών του εντόμου (Danilevski 1965, Angilletta 2009). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι έχει σημαντική επίδραση στην κατανομή, την επιβίωση, την αφθονία, τη καλή φυσική κατάσταση και στο βιολογικό κύκλο των εντόμων (Cossins and Bowler 1987, Hallman and Denlinger 1998). Ο πολλαπλός ρόλος της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη των εντόμων, ενισχύεται από την ικανότητα προσαρμογής τους στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και έτσι η ανάπτυξή του επιτυγχάνεται σε ένα ειδικό εύρος θερμοκρασιών (Speight et al. 1999). Το θερμικό εύρος ποικίλλει μεταξύ των ειδών του εντόμου. Επιπλέον, η θερμοκρασία επηρεάζει άμεσα τον ρυθμό των βιολογικών αντιδράσεων του εντόμου καθώς και τις περισσότερες μεταβολικές του αντιδράσεις.

Οι τελευταίες φαίνονται στη συμπεριφορά που εκδηλώνει ως προς τον ρυθμό ανάπτυξής του, σε συνθήκες διακύμανσης της θερμοκρασίας, στις οποίες εκτίθενται. Αρκετά πειράματα έχουν δείξει ότι η διακύμανση της θερμοκρασίας επηρεάζει τον μεταβολισμό του εντόμου (Neven 2000) επιδρώντας τελικά στον ρυθμό ανάπτυξης του. Αναλυτικότερα, η επικράτηση ψυχρών συνθηκών, οδηγεί στην πτώση του ρυθμού ανάπτυξης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να μειώσουν τον μεταβολικό ρυθμό των εντόμων. Αντίθετα, σε θερμές συνθήκες, ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνεται μέχρι η θερμοκρασία να φτάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα, έχοντας αρνητική επίδραση σε αυτά, οδηγώντας ακόμα και στο θάνατο. Η εξήγηση της παραπάνω συμπεριφοράς δίνεται από το εξής παράδειγμα: σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, η νυμφική ανάπτυξη εκτείνεται περισσότερο διότι το έντομο χρειάζεται περισσότερο χρόνο για την κάλυψη των διατροφικών του αναγκών εξαιτίας του χαμηλού ρυθμού μεταβολισμού του (Perdikis et al. 2003).

Όπως προαναφέραμε, ο ρυθμός ανάπτυξης των εντόμων επηρεάζεται από την θερμοκρασία στην οποία εκτίθενται. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η σχέση του ρυθμού ανάπτυξης και της θερμοκρασίας, περιγράφεται από μια σιγμοειδή καμπύλη. Αρκετά μοντέλα στηριζόμενα σε απλές αναλυτικές μεθόδους (Davidson 1944, Bodenheimer and Swirski 1957, Campbell et al. 1974, Logan et al. 1974, Stinner et al. 1974, Lactin et al. 1995, Briere et al. 1999, Ikemoto and Takai (2000), Shi et al. 2011a) και σε βιοφυσιολογικές προσεγγίσεις (Sharpe and De Michele (1977), Schoolfield et al. 1981, Ikemoto 2005, Shi et al. 2011b, Ikemoto et al. 2013) χρησιμοποιούνται ευρέως για να περιγράψουν την σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας και του ρυθμού ανάπτυξης των εντόμων. Πιο αναλυτικά, ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι ενός ορίου και στη συνέχεια αρχίζει να μειώνεται σημαντικά καθώς προσεγγίζει το ανώτερο θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης του εντόμου. Για το σκοπό αυτό, έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα (Davidson 1944, Stinner et al. 1974, Logan et al. 1976, Lactin et al. 1995). Για κάθε είδος, η θερμοκρασία κάτω από την οποία δεν παρατηρείται, ή σταματά η ανάπτυξη του εντόμου, ονομάζεται κατώτερο θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης ή αναπτυξιακό μηδέν (**temperature threshold, t**). Το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης ενός είδους είναι σταθερό και ονομάζεται θερμική σταθερά (**thermal constant, K**). Το κατώτερο θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης και η θερμική σταθερά, αποτελούν χρήσιμους δείκτες για την δυνατότητα διασποράς και ανάπτυξης υψηλών πληθυσμών ενός εντόμου (Messenger 1959).

Αναφορικά με τη σιγμοειδή καμπύλη που αναφέραμε παραπάνω, στην ενδιάμεση περιοχή θερμοκρασιών που ευνοείται η ανάπτυξη του εντόμου, η σχέση μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης και της θερμοκρασίας, μπορεί να θεωρηθεί ευθύγραμμη (Andrewartha and Birch 1954, Arnold 1959, Campbell et al. 1974, Sharpe and De Michele 1977). Η εκτίμηση του κατώτερου ορίου ανάπτυξης γίνεται θεωρώντας αυτό, ως το σημείο τομής της παραπάνω ευθείας γραμμής με τον άξονα της θερμοκρασίας (Campbell et al. 1974). Σύμφωνα με τη μέθοδο της παλινδρόμησης των Campbell et al. (1974), το κατώτερο όριο ανάπτυξης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση $Y = a + bx$ όπου Y είναι ο ρυθμός ανάπτυξης (αντίστροφη τιμή της μέσης διάρκειας σε ημέρες) και X η αντίστοιχη θερμοκρασία σε °C. Το κατώτερο όριο ανάπτυξης (t) υπολογίζεται ως $t = -a/b$ όπου a είναι το σημείο τομής με τον x και b η κλίση της παραπάνω αναφερόμενης γραμμικής

παλινδρόμησης. Η θερμική σταθερά υπολογίζεται ως $K=1/b$. Η εύρεση του κατώτερου ορίου ανάπτυξης γίνεται με τον προαναφερόμενο τρόπο διότι η μελέτη της ανάπτυξης του εντόμου σε τόσο χαμηλές θερμοκρασίες δεν είναι δυνατή λόγω της υψηλής θνησιμότητας και της δυσκολίας επιλογής ατόμων του πληθυσμού που αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες (Campbell et al. 1974). Ωστόσο, το πραγματικό όριο ανάπτυξης είναι λίγο μικρότερο από αυτό που εκτιμάται με την γραμμική μέθοδο Campbell et al. (1974). Αυτό συμβαίνει διότι η σχέση μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης και της θερμοκρασίας σε χαμηλές θερμοκρασίες, δεν είναι γραμμική αλλά η καμπύλη προσεγγίζει τον άξονα των θερμοκρασιών ασυμπτωτικά (Howe 1967, Sharpe and DeMichele 1977, Lamb 1992). Ο υπολογισμός του κατώτερου θερμοκρασιακού ορίου ανάπτυξης (t) και των θερμικών σταθερών είναι χρήσιμος για την πρόβλεψη των μέγιστων πληθυσμών Taveras et al. (2004), για τον προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής εγκεκριμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων Tolly and Robinson (1986), για τον υπολογισμό του πραγματικού ρυθμού της αύξησης του πληθυσμού των φυσικών εχθρών Kinjo and Arakaki (2002), για την ανάπτυξη ενός συστήματος πρόβλεψης με στόχο την παρακολούθηση της εμφάνισης των ενηλίκων Ahmad and Ali (1985) και για την ανάπτυξη φαινολογικών μοντέλων Jarosik et al. (2011).

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει τον ρυθμό ανάπτυξης του εντόμου, είναι η ποιότητα της τροφής. Φαίνεται ότι ορισμένα φυτά ή μέρη αυτών, είναι θρεπτικά επαρκή για τη πρόσληψη των χυμών μέσω των στοματικών τους μορίων, όπως στην περίπτωση του *C. trivialis*. Το περιεχόμενο των φυτών - ξενιστών σε άζωτο είναι σημαντικό για την ανάπτυξη των φυτοφάγων εντόμων και η συγκέντρωση του διαλυτού αζώτου, με την μορφή των ελεύθερων αμινοξέων μπορεί να διαφέρει σύμφωνα με τα είδη, την ποικιλία και τα μέρη του φυτού (Bertin et al. 2013). Οι διαφορές που παρατηρούνται στον βιολογικό κύκλο, σχετίζονται με διατροφικούς παράγοντες καθώς διαφορετικά διατροφικά είδη δείχνουν διαφορές ως προς την θρεπτική τους ποιότητα που μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη και την επιβίωση του εντόμου.

Συμπερασματικά, είναι σημαντική η κατανόηση της επίδρασης του κάθε παράγοντα που αναφέραμε παραπάνω ξεχωριστά αλλά και η αλληλεπίδρασή τους στην συμπεριφορά του εκάστοτε εντόμου.

II. Υλικά και μέθοδοι

2.1. Προγραμματισμός εργασιών

Για την διεξαγωγή του πειράματος με σκοπό τη συλλογή ατόμων του εντόμου *C. trivialis* και στη συνέχεια την εκτροφή τους σε ελεγχόμενες συνθήκες, στο εργαστήριο της Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, πραγματοποιήθηκε η συλλογή εντόμων από αυτοφυή βλάστηση. Σε αυτά τα δείγματα, περιελήφθησαν φυτικά υλικά αυτοφυούς βλάστησης (*Urtica urens*, *Parietaria diffusa*, *Sinapis alba*, *Mercurialis annua*) καθώς και δείγματα από δενδρώδεις καλλιέργειες (*Olea europaea*-cv. *Koroneiki*, *Citrus sinensis*-cv. *Valencia*). Ο προσδιορισμός του είδους των νωπών φυτικών υλικών αυτοφυούς βλάστησης έγινε με την βοήθεια της κλείδας προσδιορισμού σπερματοφύτων του Τρίγκα (2012). Αντίστοιχα, ο προσδιορισμός των φαινολογικών σταδίων της ελιάς και της πορτοκαλιάς έγινε με την βοήθεια της BBCH scale (2002) και (1997) αντίστοιχα. Η συλλογή των δειγμάτων έγινε κυρίως στον χώρο του δενδροκομείου και στην πρόσθια πλευρά του Κεντρικού κτιρίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, αλλά και στο Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου, στο Αγροκήπιο Χανίων. Η συλλογή και η παρακολούθηση του βιολογικού κύκλου του εντόμου πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

2.2 Συλλογή του *C. trivialis*

Η συλλογή των εντόμων από τον αγρό διήρκησε από τις 3 Μαρτίου 2016 και ολοκληρώθηκε στις 5 Μαΐου του ίδιου έτους. Η συλλογή των ατόμων γίνονταν επί καθημερινής βάσεως για 5 ημέρες της εβδομάδας. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιούνταν τις πρωινές ώρες της ημέρας. Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν 28 συλλογές ατόμων του *C. trivialis*. Αρχικά, γίνονταν η κοπή των δειγμάτων αυτοφυούς βλάστησης σε σκιαζόμενες τοποθεσίες, γύρω από τα ελαιόδεντρα και τους εσπεριδοειδώνες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Στη συνέχεια, μετά την κοπή των βλαστών, μήκους 10-12 cm, ακολουθούσε το τίναγμα τους σε φύλλο χαρτιού A4 (εικόνα 1). Με την βοήθεια αναρροφητήρα γινόταν η συλλογή των νυμφών του εντόμου (1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας). Μετά την συλλογή των ατόμων στον αναρροφητήρα (εικόνα 2), γίνονταν η συλλογή νωπών φυτικών δειγμάτων (*U. urens*,

P. diffusa, *O. europaea*, *C. sinensis*), (εικόνα 3, 4, 5, 6), σε πλαστική σακούλα για την διατήρησή τους και μεταφορά τους στο εργαστήριο.

2.3 Εξέταση στο εργαστήριο

Με το πέρας της διαδικασίας, τα νωπά φυτικά δείγματα και τα συλλεγμένα άτομα, μεταφέρονταν άμεσα στο χώρο του εργαστηρίου για την τοποθέτησή τους σε ειδικά διαμορφωμένα τρυβλία Petri (εικόνα 7). Πιο αναλυτικά, το κάθε άτομο τοποθετούνταν σε ένα τρυβλίο Petri (διαμέτρου 9 cm και ύψους 1,5 cm), στη βάση του οποίου βάζαμε ως υπόστρωμα βαμβάκι εμποτισμένο με νερό βρύσης, για την διασφάλιση της απαραίτητης υγρασίας. Στη συνέχεια, πάνω στο υπόστρωμα τοποθετούσαμε φρέσκα φυτικά δείγματα (όπως το *P. diffusa*, το *U. urens*, το *O. europaea* και το *C. sinensis*), μήκους 3-4 cm(εικόνα 8). Στο τέλος, τοποθετούσαμε, με την βοήθεια ειδικού πινέλου, το άτομο που συλλέγαμε από την καθημερινή συλλογή και κλείναμε το καπάκι στο άνω μέρος του οποίου υπήρχε οπή διαμέτρου 3cm που καλύπτονταν από λεπτή μουσελίνα για την επίτευξη του αερισμού του τρυβλίου (εικόνα 9). Με αυτό τον τρόπο, διασφαλιζόνταν ο καλός αερισμός για την αποφυγή αλλοιώσεων και την διατήρηση των ατόμων. Στην συνέχεια, τοποθετούσαμε μια μικρή αυτοκόλλητη ετικέτα στο άνω τμήμα του τρυβλίου, με το όνομα του φυτικού δείγματος, τον αριθμό του, την θερμοκρασία και την ημερομηνία συλλογής του, για παράδειγμα T(20), 25° C , 2/3/2016 (εικόνα 11) . Μόλις ολοκληρώνονταν η κατανομή και ο προσδιορισμός των ατόμων στα τρυβλία, τοποθετούνταν σε πλαστικό δίσκο (εικόνα 12) και ακολουθούσε η μεταφορά τους σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών ανάπτυξης, δηλαδή υπό συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτοπεριόδου (εικόνα 13). Πιο συγκεκριμένα, η παρακολούθηση της ανάπτυξης του ατόμου στον παραπάνω θάλαμο έγινε σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες, στους 24+/-0,5°C και 27+/-0,5°C και σε υγρασία (47+/-5%) και φωτοπερίοδο 16:8h (L:D) .

Η εξέλιξη των σταδίων ανάπτυξης παρατηρείτο και καταγραφόταν καθημερινά (εικόνα 14). Ταυτόχρονα, ανά 2 ημέρες, γίνονταν αλλαγή του φυτικού υλικού σε κάθε τρυβλίο, με νωπά φυτικά δείγματα, καθώς και την αντικατάσταση του αφυδατωμένου υποστρώματος με ένα καινούργιο για τη διατήρηση των πρώτων, μια διαδικασία που λάμβανε χώρα έως το στάδιο του ενήλικου ατόμου (εικόνα 15).

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η ανανέωση του φυτικού υλικού καθώς και του υποστρώματος που είχαμε τοποθετήσει στο εκάστοτε τρυβλίο Petri διακόπτονταν μετά την εμφάνιση και την παρατήρηση των ενηλίκων ατόμων του *C. trivialis*. Με αυτό τον τρόπο, γίνονταν η καθημερινή καταγραφή και παρατήρηση του βιολογικού κύκλου του *C. trivialis* στο εκάστοτε προς μελέτη φυτικό υλικό μέχρι το σημείο που σημειώνονταν η θνησιμότητα του. Η διαδικασία της παρατήρησης του βιολογικού κύκλου και της αναγνώρισης των νυμφικών ηλικιών του μελετώμενου εντόμου έγινε βάσει της κλείδας των Perdikis and Lykouressis (2002)- όπου στηρίζεται στην διάκριση των νυμφικών ηλικιών του *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera:Miridae) με την βοήθεια στερεοσκοπίου, στην κατάλληλη μεγέθυνση (εικόνα 10). Τέλος, κατά την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος παρατηρούνταν τα φαινολογικά στάδια με ιδιαίτερη έμφαση στο στάδιο των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την ανάπτυξη της βοτρυώδους ταξιανθίας των συλλεγμένων φυτικών υλικών .

Ως προς τις βιολογικές παραμέτρους που μελετήθηκαν αρχικά έγιναν οι καμπύλες επιβίωσης του *C. trivialis*. Η υλοποίηση τους έγινε στηριζόμενοι στην παρατήρηση και καταγραφή των ατόμων σε κάθε νυμφική ηλικία σε σχέση με την χρόνο που απαιτούνταν για την ολοκλήρωση των τελευταίων μέχρι το στάδιο του ενηλίκου.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο αναλύσεων, μελετήθηκε η διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης σε διαφορετικές θερμοκρασίες και σε κάθε μελετώμενο ξενιστή ξεχωριστά. Στα διαγράμματα αυτά, παρατηρήθηκε η συμπεριφορά των ατόμων του *C. trivialis* της κάθε νυμφικής ηλικίας, ως προς τις διαφορές που παρουσιάζουν, στον χρόνο που απαιτείται, για την ανάπτυξή τους σε ένα εύρος θερμοκρασιών. Στη συνέχεια, έγινε η σύγκριση της συνολικής διάρκειας της νυμφικής ανάπτυξης επί όλων των θερμοκρασιών και ξενιστών, για την διαπίστωση πιθανών διαφορών όσο αφορά την ανάπτυξή τους.

Σε ένα τρίτο επίπεδο αναλύσεων, εξετάστηκε η θνησιμότητα των ατελών νυμφικών σταδίων. Πιο αναλυτικά, έγινε ο υπολογισμός των ατόμων που ολοκλήρωσαν την ατελή τους ανάπτυξη στον εκάστοτε ξενιστή και σε διάφορες θερμοκρασίες, προς τον αρχικό αριθμό των ατόμων που συλλέχθηκαν. Ταυτόχρονα, μελετήθηκε ο ρυθμός ανάπτυξης της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* μέσω της παρατήρησης των ημερών που απαιτούνται σε σχέση με τις δύο

θερμοκρασίες στους δύο ξενιστές (*S. alba* και *M. annua*). Με αυτό τον τρόπο, επιτεύχθηκε η συσχέτιση των δύο παραπάνω μεταβλητών υποδεικνύοντας την συμπεριφορά του εντόμου ως προς την ανάπτυξή του στους παραπάνω ξενιστές και στις αντίστοιχες θερμοκρασίες.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι μελετήθηκε η αναλογία φύλου των ατόμων του *C. trivialis*, δηλαδή η καταμέτρηση αρσενικών και θηλυκών καθώς και η βιωσιμότητά τους στις μελετώμενες θερμοκρασίες και στους εκάστοτε μελετώμενους ξενιστές.



Εικόνα 1: Τίναγμα των βλαστών σε χαρτί A4.



Εικόνα 2 : Συλλογή των νυμφών με την βοήθεια αναρροφητήρα.



Εικόνα 3: Συλλογή του *Parietaria diffusa* (περδικούλι) από τον αγρό.



Εικόνα 4: Συλλογή του *Urtica* sp. (τσουκνίδα) από τον αγρό.



Εικόνα 5: Συλλογή του *O. europaea* (ελιά) από τον αγρό.



Εικόνα 6: Συλλογή του *C. sinensis* (πορτοκαλιά) από τον αγρό.



Εικόνα 7 : Προετοιμασία τρυβλίων Petri .



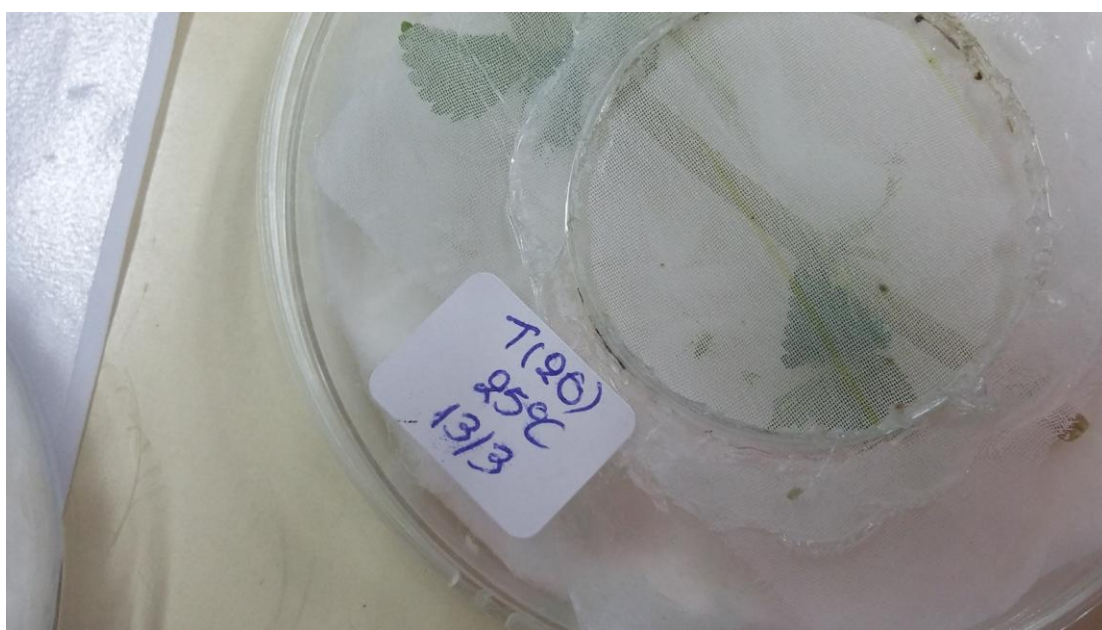
Εικόνα 8: Τρυβλία Petri με τοποθέτηση εμποτισμένου με νερό βρύσης ως υπόστρωμα καθώς και η προσθήκη φυτικού υλικού.



Εικόνα 9: Τοποθέτηση των συλλεγμένων ατόμων στο τρυβλίο με την βοήθεια πινέλου.



Εικόνα 10: Παρατήρηση των ατόμων στο στερεοσκόπιο για την καταγραφή των νυμφικών ηλικιών του *C. trivialis*.



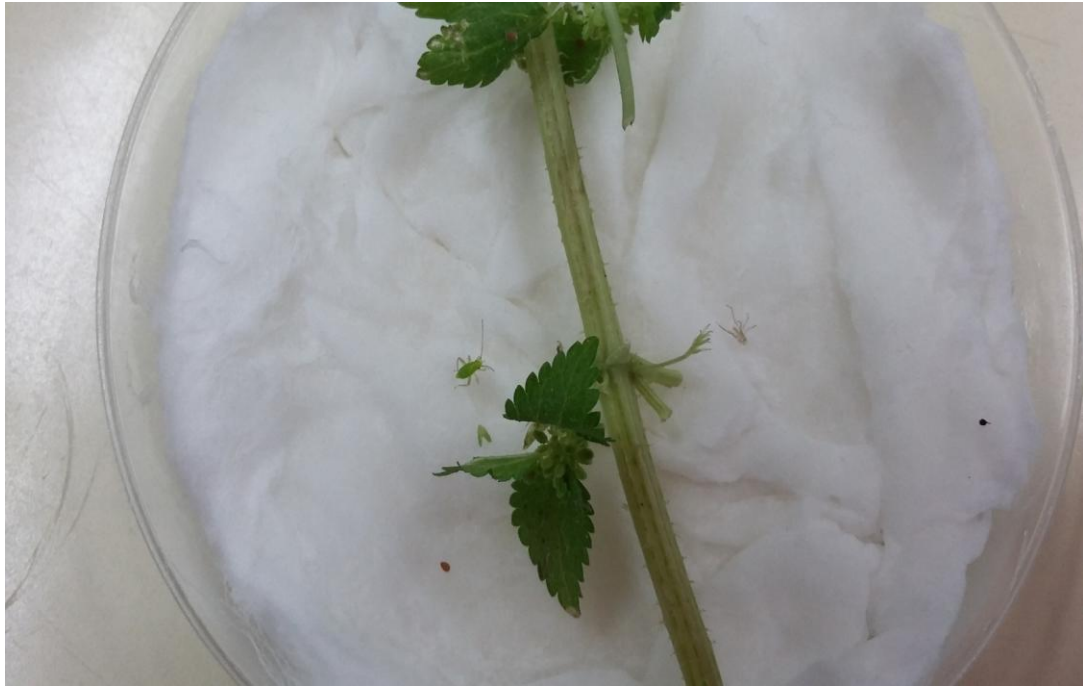
Εικόνα 11: Τοποθέτηση ετικέτας με τα απαραίτητα στοιχεία του εκάστοτε ατόμου.



Εικόνα 12: Καθημερινή συλλογή των τρυβλίων σε πλαστικό δίσκο.



Εικόνα 13: Τοποθέτηση των τρυβλίων σε θάλαμο ανάπτυξης υπό συγκεκριμένες συνθήκες ανάπτυξης.



Εικόνα 14: Αλλαγή ηλικίας με παρατήρηση του εκδύμματος.



Εικόνα 15: Ενήλικο άτομο *C. trivialis* στο *P. diffusa*.

Στατιστική ανάλυση

Σε όλα τα πειράματα που αφορούσαν στην ανάπτυξη νυμφικών ηλικιών τα δεδομένα που αποκτήθηκαν αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας την ανάλυση διασποράς (ANOVA). Οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με την δοκιμασία Tukey-Kramer HSD ($\alpha=0,05$). Οι αναλύσεις διεξήχθησαν με την χρήση στατιστικού πακέτου JMP13(SAS Institute, 2016). Τα ποσοστά θνησιμότητας των ατελών σταδίων συγκρίθηκαν με την δοκιμασία χ^2 .

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη έγινε η παρατήρηση του βιολογικού κύκλου του *C. trivialis* στους παρακάτω ξενιστές: το *S. alba*, το *M. annua*, το *U. urens*, το *P. diffusa*, το *O. europaea* και το *C. sinensis* σε ένα εύρος θερμοκρασιών όπου παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα αποτελέσματα. Αρχικά, ως προς τις καμπύλες βιωσιμότητας μεταξύ των ξενιστών *U. urens*, *P. diffusa*, *O. europaea* και *C. sinensis* παρατηρήθηκε ότι τα άτομα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος και ολοκλήρωσαν την ανάπτυξή τους φτάνοντας στο στάδιο του ενηλίκου εντοπίστηκαν στο *U. urens* και στο *P. diffusa*. Αντίθετα, τόσο στο *O. europaea* όσο και στο *C. sinensis* κανένα άτομο δεν κατάφερε να ολοκληρώσει επιτυχώς την ανάπτυξή του. Στην συνέχεια, ως προς την διάρκεια ανάπτυξης της κάθε νυμφικής ηλικίας στον εκάστοτε ξενιστή διέφερε σημαντικά μεταξύ των μελετώμενων ξενιστών (*M. annua*, *U. urens*, *P. diffusa* και *S. alba*) στις διάφορες θερμοκρασίες (15° C, 19° C, 24° C και 27° C).

Ως προς την σύγκριση της συνολικής διάρκειας της νυμφικής ανάπτυξης σημειώθηκε διαφορά στους 24° C για το *M. annua* και το *P. diffusa* όπου τα συλλεγμένα άτομα έδειξαν ιδιαίτερη προτίμηση στον δεύτερο ξενιστή καθώς ευνόησε την ανάπτυξή τους. Επιπλέον, ως προς τη θνησιμότητα, παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας οδήγησε στην αύξηση του ποσοστού θνησιμότητας στο *S. alba*, στο *M. annua*, στο *U. urens* και στο *P. diffusa*. Ταυτόχρονα, δεν παρατηρήθηκε διαφορά ως προς την βιωσιμότητα μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Τέλος, από την καμπύλη συσχέτισης στο *S. alba*, τα άτομα έδειξαν καλύτερη προσαρμογή - συσχέτιση του ρυθμού ανάπτυξης με τη θερμοκρασία σε σχέση με το *M. annua*.

3.1 Καμπύλες επιβίωσης

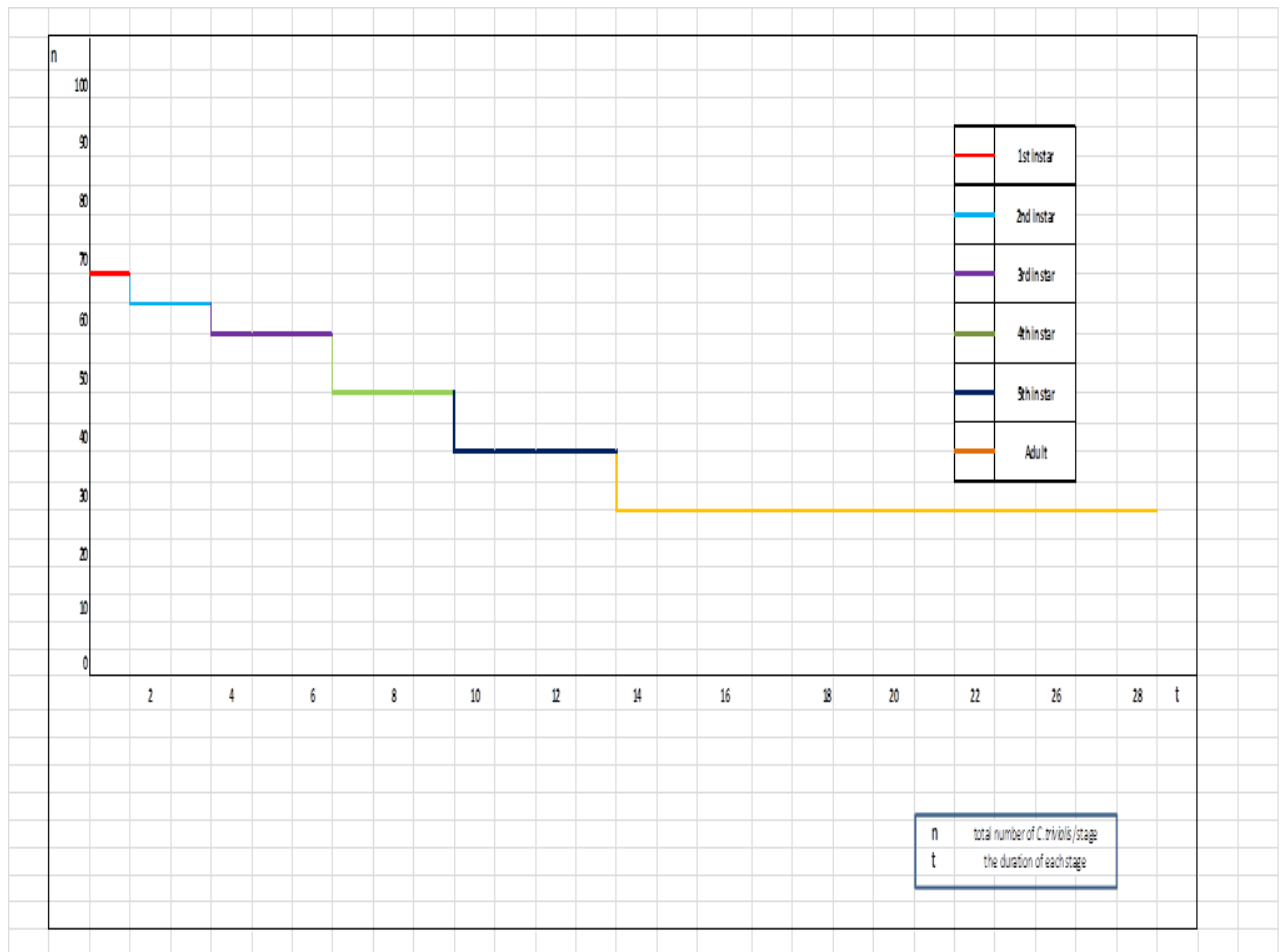
Στα διαγράμματα 1 – 4 έγινε μια συσχέτιση του συνολικού αριθμού των ατόμων που συλλέχθηκαν σε όλη τη διάρκεια της μελέτης, σε σχέση με στο στάδιο της ανάπτυξης καθώς και τον χρόνο που απαιτήθηκε, για την ολοκλήρωση της εκάστοτε ηλικίας, όπως σημειώθηκε κατά την παρατήρηση στο στερεοσκόπιο με τη βοήθεια της κλείδας. Με αυτό τον τρόπο, παρατηρήθηκε ο χρόνος ανάπτυξης της κάθε ηλικίας, φτάνοντας τελικά στο σημείο, όπου καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων που έφτασαν στο ενήλικο στάδιο. Η καταγραφή και η ανάλυση αυτών των διαγραμμάτων πραγματοποιήθηκε για κάθε ένα από τους εξεταζόμενους ξενιστές.

Αρχικά, για το περδικούλι (*P. diffusa*), από τα αρχικώς συλλεγμένα 70 άτομα, παρατηρήθηκε ότι παρέμειναν στην πρώτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 1 ημέρας. Ακολούθως, από τα 70 άτομα, σημειώθηκε ότι τα 65 παρέμειναν στην δεύτερη νυμφική ηλικία για 2 ημέρες. Στην συνέχεια, από τα 65 άτομα, μόλις τα 60 παρέμειναν στην τρίτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 3 ημερών και ακολούθως 50 άτομα χρειάστηκαν τον ίδιο αριθμό ημερών παραμονής στην τέταρτη νυμφική ηλικία. Από τα 50 άτομα, παρατηρήθηκε ότι μόλις 40 άτομα πέμπτης νυμφικής ηλικίας παρέμειναν σε αυτή την ηλικία για 4 ημέρες. Τέλος, από τα 40 άτομα, καταγράφηκε ότι μόλις 30 άτομα ολοκλήρωσαν επιτυχώς την ανάπτυξή τους, φτάνοντας στο στάδιο του ενηλικού επιβιώνοντας για 13 ημέρες.

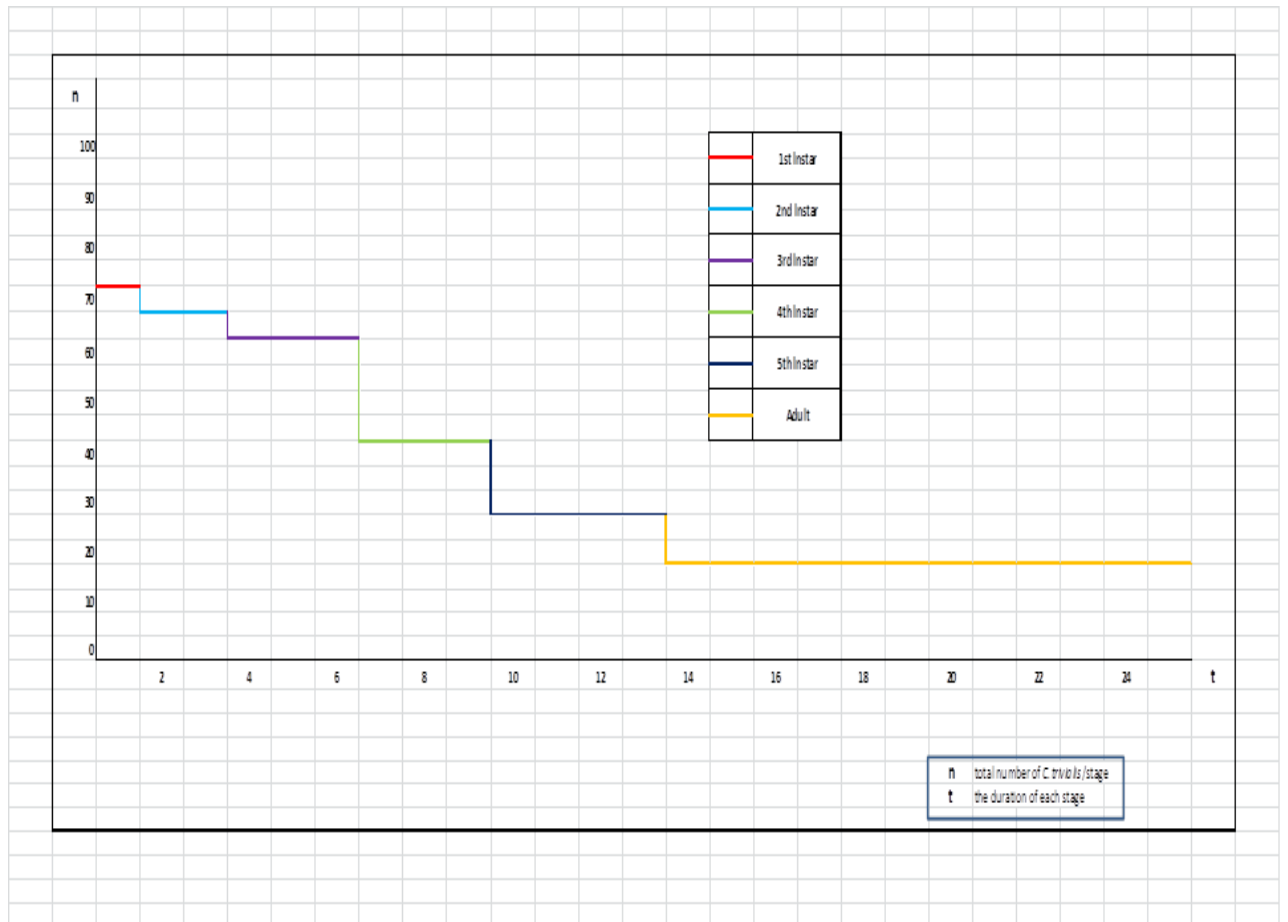
Όσο αφορά την τσουκνίδα (*U. urens*), από τα αρχικώς συλλεγμένα 75 άτομα, παρατηρήθηκε ότι παρέμειναν στην πρώτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 1 ημέρας. Ακολούθως, από τα 75 άτομα, σημειώθηκε ότι τα 70 παρέμειναν στην δεύτερη νυμφική ηλικία για 2 ημέρες. Στην συνέχεια, από τα 70 άτομα, μόλις τα 65 παρέμειναν στην τρίτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 3 ημερών και ακολούθως 45 άτομα χρειάστηκαν τον ίδιο αριθμό ημερών παραμονής στην τέταρτη νυμφική ηλικία. Από τα 45 άτομα, παρατηρήθηκε ότι μόλις 30 άτομα πέμπτης νυμφικής ηλικίας παρέμειναν σε αυτή την ηλικία για 4 ημέρες. Τέλος, από τα 30 άτομα, καταγράφηκε ότι μόλις 20 άτομα ολοκλήρωσαν επιτυχώς την ανάπτυξή τους, φτάνοντας στο στάδιο του ενηλικού επιβιώνοντας για 12 ημέρες.

Στην περίπτωση της ελιάς (*O. europaea*), από τα αρχικώς συλλεγμένα 60 άτομα, παρατηρήθηκε ότι παρέμειναν στην πρώτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 1 ημέρας. Ακολούθως, από τα 60 άτομα, σημειώθηκε ότι τα 50 παρέμειναν στην δεύτερη νυμφική ηλικία για 2 ημέρες. Τέλος, από τα 50 άτομα, μόλις τα 20 παρέμειναν στην τρίτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 3 ημερών.

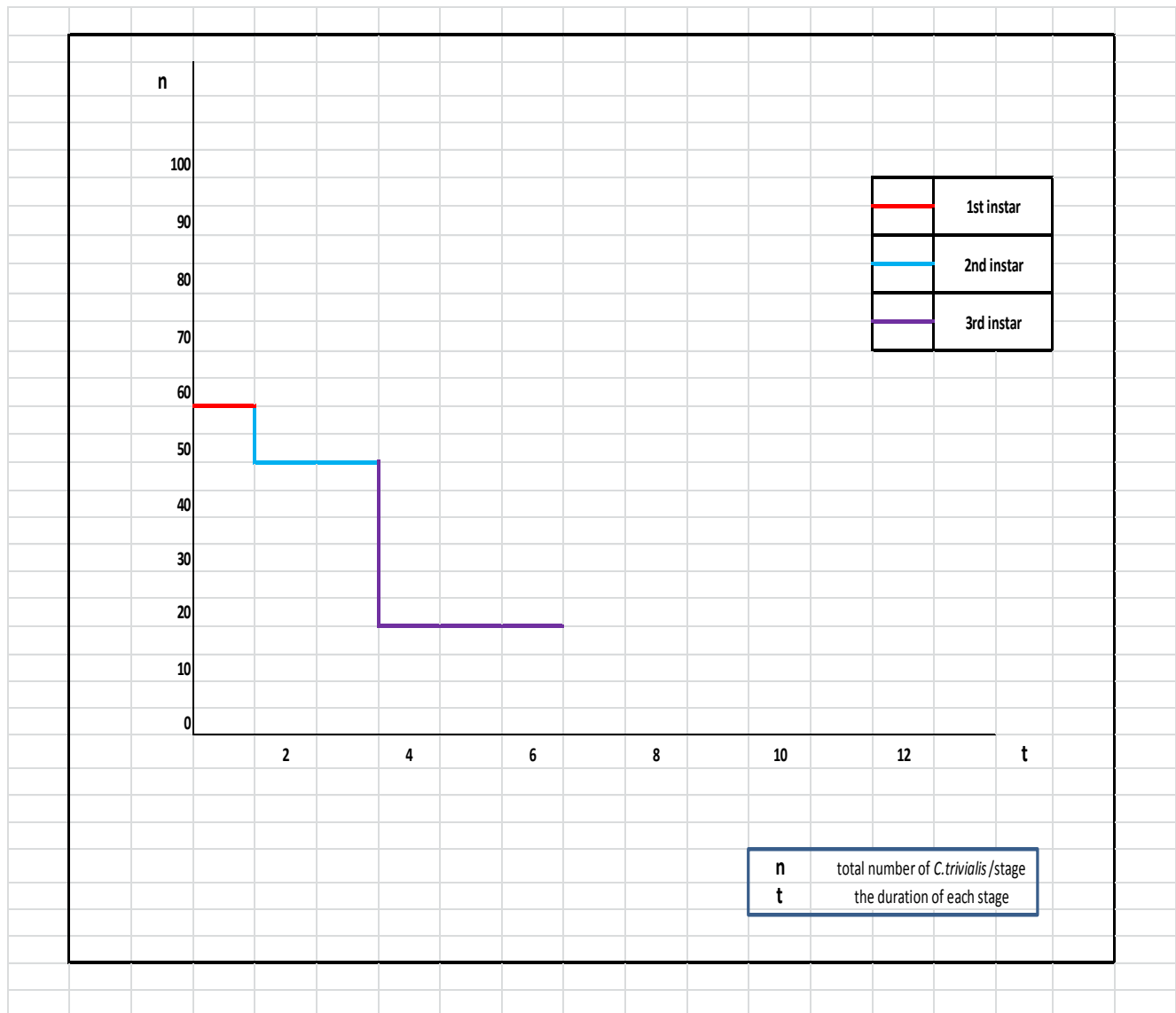
Επιπρόσθετα, στην πορτοκαλιά (*C. sinensis*), από τα αρχικώς συλλεγμένα 50 άτομα, παρατηρήθηκε ότι παρέμειναν στην πρώτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 1 ημέρας. Ακολούθως, από τα 50 άτομα, σημειώθηκε ότι τα 40 παρέμειναν στην δεύτερη νυμφική ηλικία για 2 ημέρες. Τέλος, από τα 40 άτομα, μόλις τα 20 παρέμειναν στην τρίτη νυμφική ηλικία για διάρκεια 2 ημερών.



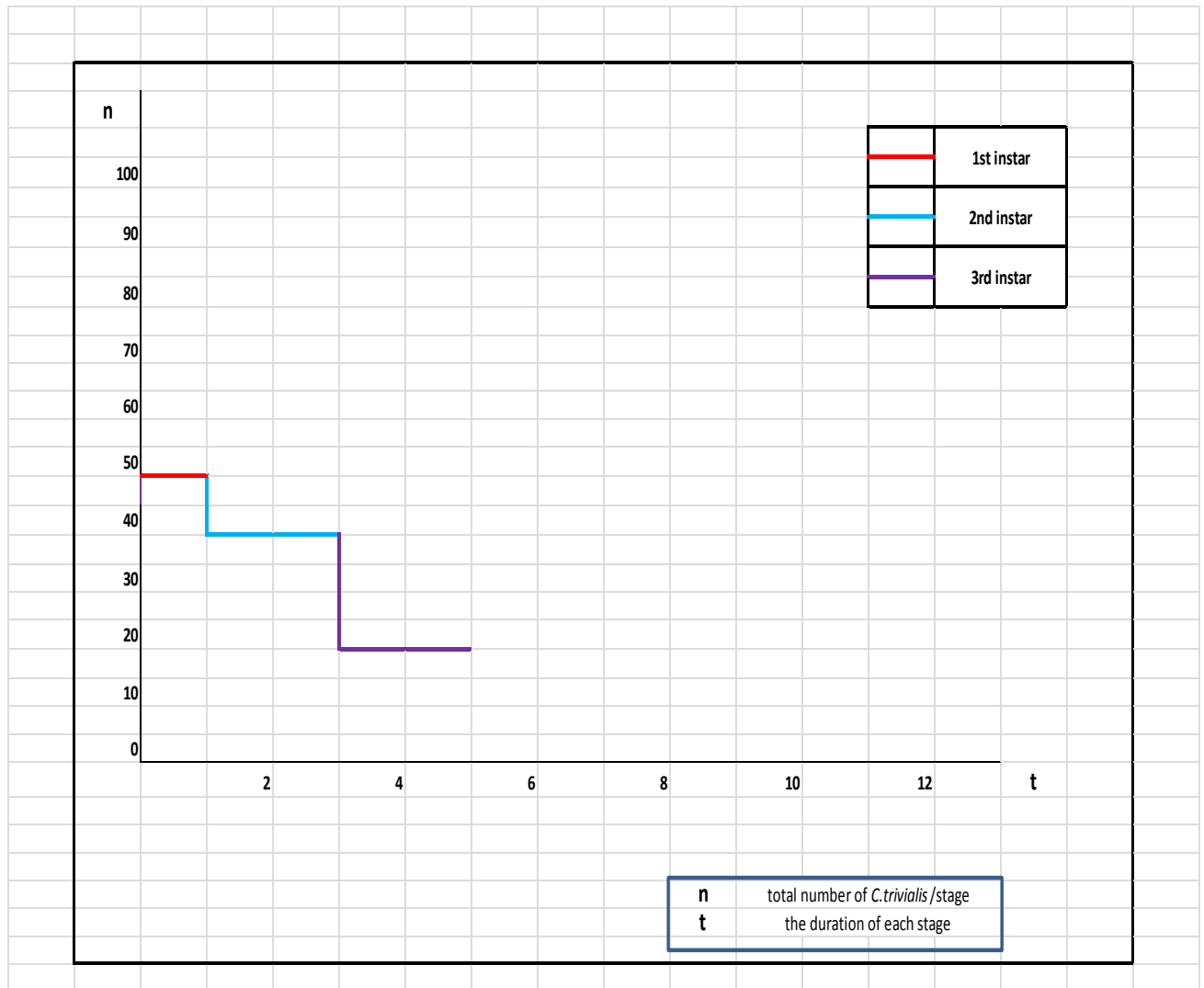
Διάγραμμα 1: Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *Closterotomus trivialis* επί φυτών *Parietaria diffusa*.



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *Closterotomus trivialis* επί φυτών *Urtica urens*.



Διάγραμμα 3: Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *Closterotomus trivialis* επί φυτών *Olea europaea*.



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα βιωσιμότητας νυμφικών ηλικιών του εντόμου *Closterotomus trivialis* επί φυτών *Citrus sinensis*.

3.2 Νυμφική ανάπτυξη ανά θερμοκρασία και ανά ξενιστή

A. *S. alba*

Σύμφωνα με το διάγραμμα, η διάρκεια ανάπτυξης της πρώτης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *S. alba* στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=53,2$, $dF=93$, $P<0,0010$) σε σχέση με την αντίστοιχη διάρκεια ανάπτυξης αυτής της νυμφικής ηλικίας στους 19°C, 24°C και 27°C. Αντίστοιχα, στους 19°C και 27°C η διάρκεια ανάπτυξης της πρώτης νυμφικής ηλικίας διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=93$, $P<0,001$) από την διάρκεια ανάπτυξης που παρατηρείται στους 15°C και 24°C. Τέλος, η αντίστοιχη διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* στους 24°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=96$, $P<0,001$) στους 15°C και 19°C.

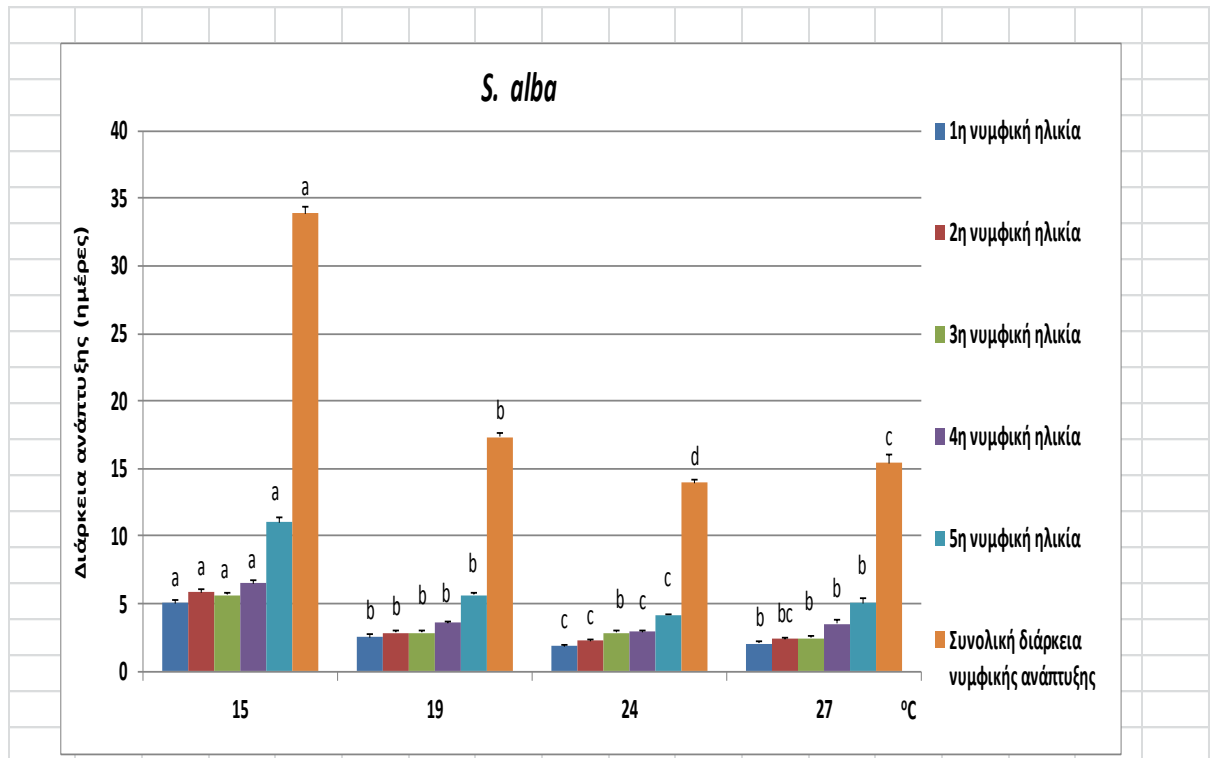
Στην δεύτερη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *S. alba* η διάρκεια ανάπτυξης του στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=111$, $dF=93$, $P<0,001$) από αυτή στους 19°C, 24°C και 27°C. Αντίστοιχα, στους 19°C σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ($dF=93$, $P<0,001$) στην διάρκεια ανάπτυξης σε σχέση με τους 15°C και 24°C. Επιπλέον, στους 24°C η διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *S. alba* διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=93$, $P<0,001$) με τους 15°C και 19°C. Τέλος, η διάρκεια της ανάπτυξης του εντόμου στους 27°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=96$, $P<0,001$) με εκείνη που παρατηρείται στους 15°C.

Ως προς την τρίτη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *S. alba* σημειώνεται ότι η διάρκεια της ανάπτυξης στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=70,2$, $dF=93$, $P<0,001$) με εκείνη που παρατηρείται στους 19°C, 24°C και 27°C. Επιπρόσθετα, η διάρκεια της ανάπτυξης της τρίτης νυμφικής ηλικίας του μελετώμενου εντόμου στο *S. alba* στους 19°C, 24°C και 27°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=96$, $P<0,001$) με εκείνη που σημειώνεται στους 15°C.

Στην τέταρτη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *S. alba*, η διάρκεια ανάπτυξής του στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=106,2$, $dF=93$, $P<0,001$) με εκείνη που παρατηρείται στους 19°C, 24°C και 27°C. Τόσο στους 19°C όσο και στους 27°C σημειώνεται στατιστικώς σημαντική ($dF=96$, $P<0,001$) διαφορά στην διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* σε σχέση με εκείνη που σημειώνεται στους 15°C και 24°C.

Τέλος, στην πέμπτη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* η διάρκεια ανάπτυξης στο *S. alba* στους 27 °C παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική ($F=257,2$, $dF=96$, $P<0,001$) διαφορά με εκείνη στους 15°C και 24°C.

Ως προς την συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *S. alba* στους 15°C σημειώνεται στατιστικώς ($F=1,07$, $dF=20$, $P=0,31$) σημαντική διαφορά με τους 19°C, 24°C και 27°C. Αντίστοιχα, στους 19°C παρατηρείται στατιστικώς ($F=0,60$, $dF=27$, $P=0,44$) σημαντική διαφορά με τους 15°C, 24°C και 27°C. Επιπλέον, στους 24°C φαίνεται στατιστικώς ($F=1,59$, $dF=30$, $P=0,22$) σημαντική διαφορά σε σχέση με τις θερμοκρασίες των 15°C, 19°C και 27°C. Τέλος, στους 27°C η συνολική νυμφική ανάπτυξη του μελετώμενου εντόμου στο συγκεκριμένο ξενιστή παρουσιάζει σημαντική στατιστικώς ($F=0,02$, $dF=16$, $P=0,9$) διαφορά σε σχέση με τους 15°C, 19°C και 24°C. Έτσι διαπιστώθηκε ότι στις εξεταζόμενες θερμοκρασίες (15°C, 19°C, 24°C, 27°C) στο *S. alba*, η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* διέφερε μεταξύ των τεσσάρων θερμοκρασιών.



Διάγραμμα 5 : Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό. ± τ. σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C.trivialis* στο *S. alba* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς ($P < 0,05$).

B. *M. annua*

Σύμφωνα με το διάγραμμα, η διάρκεια ανάπτυξης της πρώτης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *M. annua* στους 15 °C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=31$, $dF=94$, $P<0,001$) τη διάρκεια ανάπτυξης του εντόμου στους 19°C, 24°C και 27°C. Αντίστοιχα, στους 19°C η διάρκεια ανάπτυξης της πρώτης νυμφικής ηλικίας διαφέρει σημαντικά ($dF=94$, $P<0,001$) με εκείνη στους 15°C και 27°C. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η διάρκεια της ανάπτυξης στους 24°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=94$, $P<0,001$) με εκείνη στους 15°C. Τέλος, στους 27°C σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά ($dF=97$, $P<0,001$) στη διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* σε σχέση με εκείνη στους 15°C και 19°C.

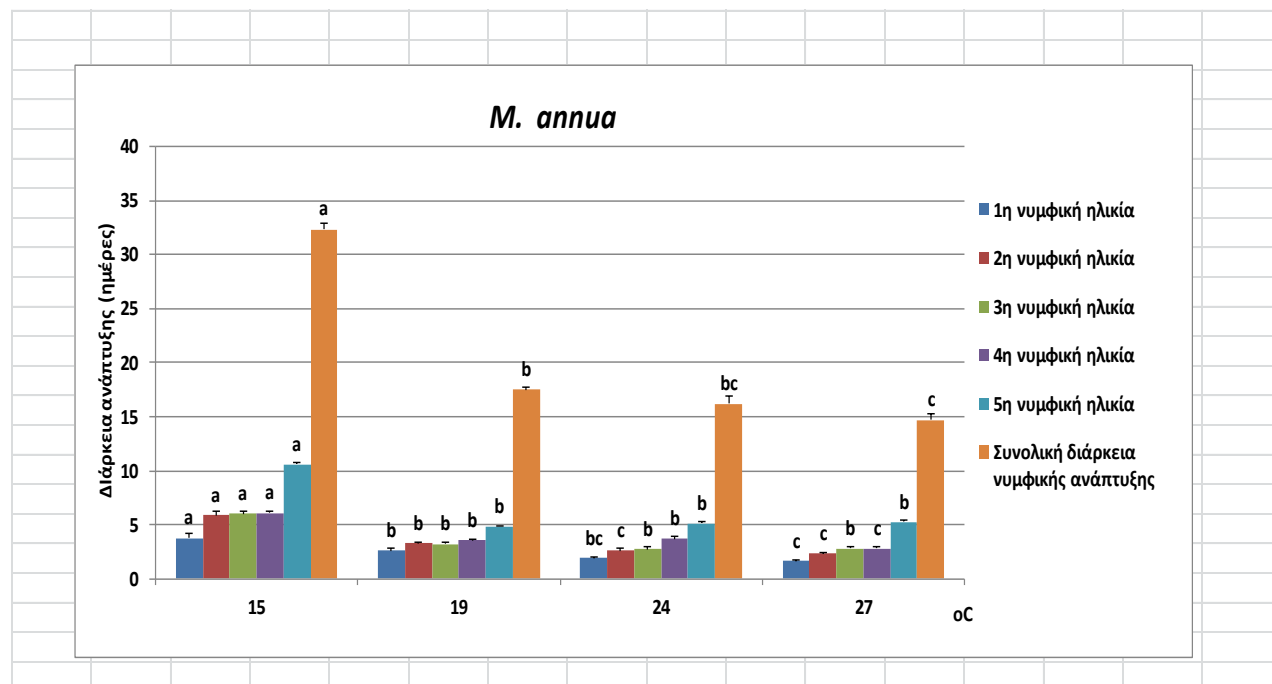
Στην δεύτερη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *M. annua*, η διάρκεια ανάπτυξης του, στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=47,8$, $dF=94$, $P<0,001$) με τους 19°C, 24°C και 27°C. Στους 19°C η διάρκεια ανάπτυξης της δεύτερης νυμφικής του ηλικίας διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=94$, $P<0,001$) με εκείνη στους 15°C, 24°C και 27°C. Τέλος, σημειώνεται ότι η διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* τόσο στους 24°C όσο και στους 27°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=97$, $P<0,001$) σε σχέση με εκείνη που απεικονίζεται στους 15°C.

Ως προς την τρίτη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *M. annua* παρατηρείται ότι η διάρκεια ανάπτυξης του στον 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=50,9$, $dF=94$, $P<0,001$) από εκείνη στους 19°C, 24°C και 27°C. Επιπλέον, η διάρκεια ανάπτυξης του εντόμου και στις τρεις εξεταζόμενες θερμοκρασίες (19°C, 24°C και 27°C) διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=97$, $P<0,001$) από την διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* στους 15°C.

Στη τέταρτη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *M. annua* η διάρκεια ανάπτυξης του στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=60,7$, $dF=94$, $P<0,001$) με εκείνη στους 19°C, 24°C και 27°C. Επιπλέον, σημειώνεται ότι η διάρκεια ανάπτυξης του εντόμου τόσο στους 19°C όσο και στους 24°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=94$, $P>0,001$) σε σχέση με τους 15°C και 27°C. Τέλος, στους 27°C η διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *M. annua* διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=97$ $P<0,001$) με εκείνη στους 15°C, 19°C και 24°C.

Στη πέμπτη νυμφική ηλικία του *C. trivialis* στο *M. annua* παρατηρείται ότι η διάρκεια ανάπτυξης στους 15°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=156,2$, $dF=94$, $P<0,001$) από εκείνη στους 19°C, 24°C και 27°C. Τέλος, σημειώνεται ότι η διάρκεια ανάπτυξης της πέμπτης νυμφικής ηλικίας του μελετώμενου εντόμου και στις τρεις θερμοκρασίες (19°C, 24°C και 27°C) διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($dF=97$, $P<0,001$) από εκείνη στους 15°C.

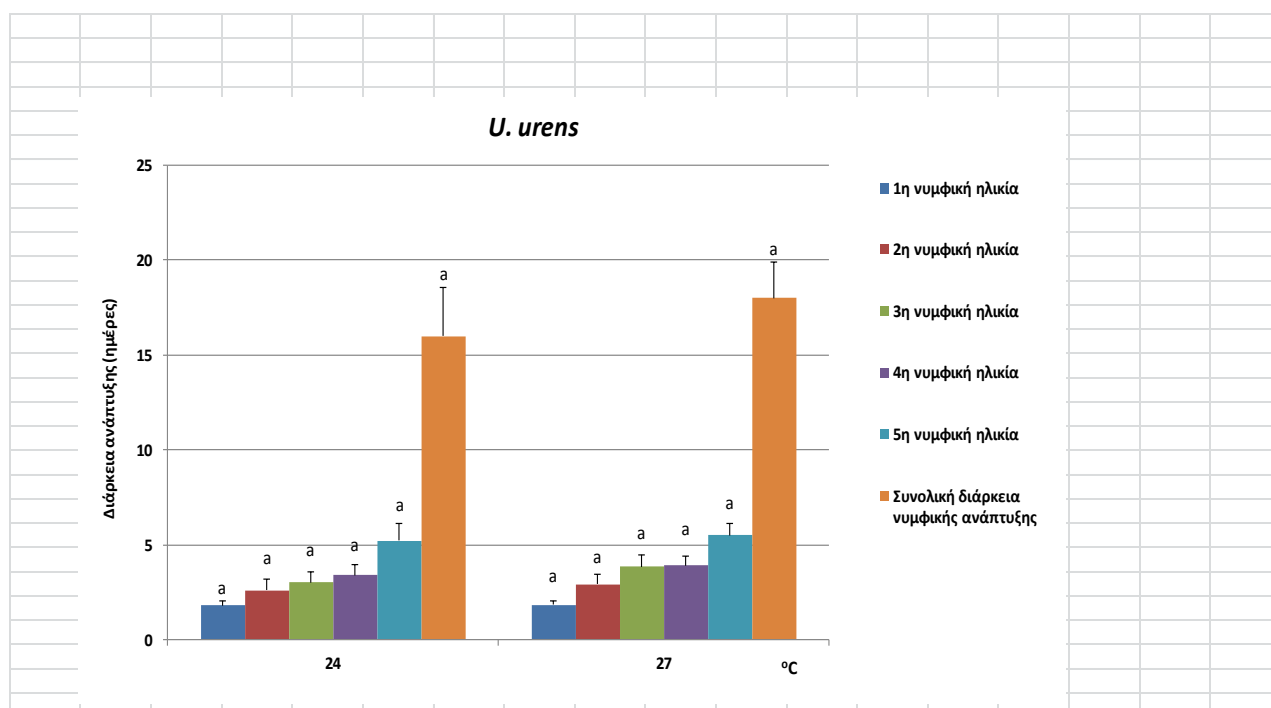
Ως προς την συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *M. annua* παρουσιάζονται τα παρακάτω αποτελέσματα. Στους 15°C η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης διαφέρει στατιστικώς ($F=1,94$, $P>0,18$, $dF=17$) σημαντικά με εκείνη στους 19°C, 24°C και 27°C. Αντίστοιχα, η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης στους 19°C διαφέρει στατιστικώς ($F=1,54$, $P>0,22$, $dF=40$) σημαντικά με εκείνη στους 15°C και 27°C. Επιπλέον, στους 24°C η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης διαφέρει στατιστικώς ($F=0,73$, $P>0,40$, $dF=22$) σημαντικά από εκείνη στους 15°C. Τέλος, στους 27°C η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=0,24$, $P>0,64$, $dF=15$) από εκείνη στους 15°C και 19°C.



Διάγραμμα 6 : Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό. ± τ. σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *M. annua* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$).

G. U. urens

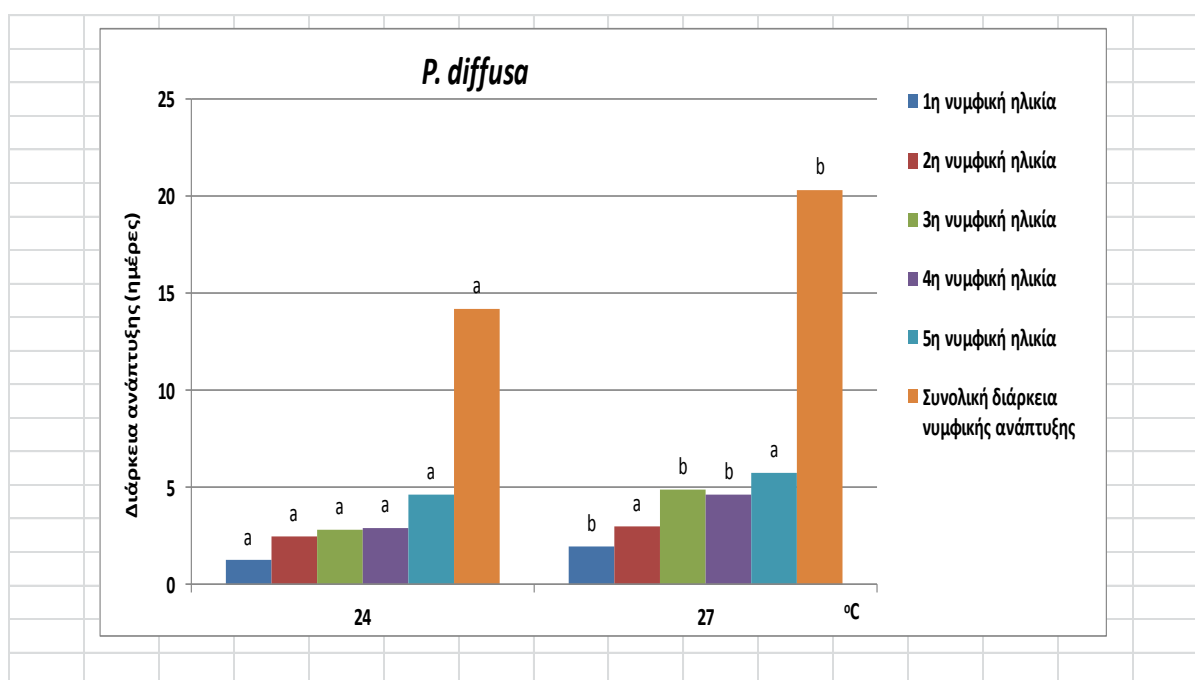
Σύμφωνα με το διάγραμμα, τόσο στους 24°C όσο και στους 27°C μεταξύ των σταδίων ανάπτυξης του *C. trivialis* δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντική ($F=0,01$, $P>0,92$, $dF=21$), ($F=0,17$, $P>0,70$, $dF=21$), ($F=0,9$, $P>0,36$, $dF=21$), ($F=0,57$, $P>0,46$, $dF=21$), ($F=0,08$, $P>0,80$, $dF=21$) διαφορά καθώς και στην συνολική διάρκεια της νυμφικής του ανάπτυξης ($F=0,40$, $P>0,53$, $dF=21$) στο *U. urens*.



Διάγραμμα 7: Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό. ± τ. σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *U. urens* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$).

A. *P. diffusa*

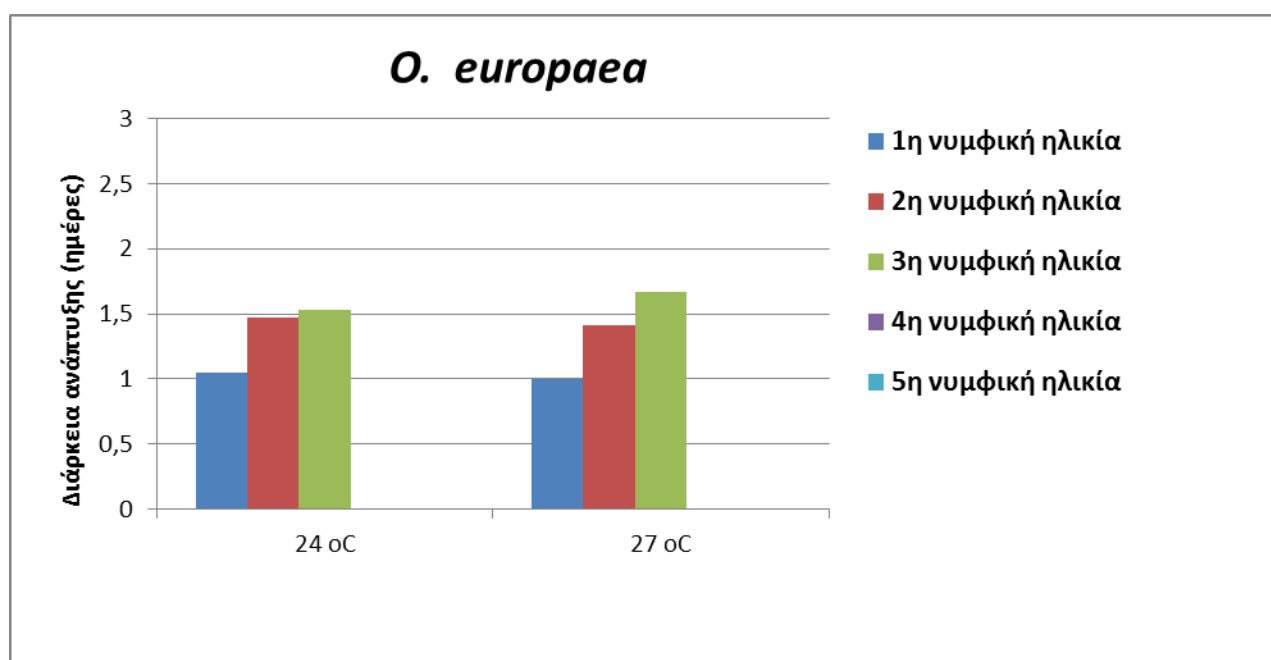
Σύμφωνα με το διάγραμμα, η διάρκεια ανάπτυξης της πρώτης, της τρίτης και της τέταρτης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *P. diffusa* στους 24°C διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=6,05$, $P>0,020$, $dF=27$), ($F=8,5$, $P>0,007$, $dF=27$), ($F=10,6$, $P>0,003$, $dF=27$) με την διάρκεια ανάπτυξης του εντόμου στους 27°C. Αντίθετα, παρατηρείται ότι η διάρκεια ανάπτυξης της δεύτερης και της πέμπτης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στους 24°C δεν διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($F=0,008$, $P>0,93$, $dF=29$), ($F=0,85$, $P>0,36$, $dF=27$) με την διάρκεια ανάπτυξής του στους 27°C. Επιπλέον, ως προς την συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *P. diffusa* υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($F=10,1$, $P>0,0036$, $dF=29$) στους 24°C σε σχέση με τους 27°C. Η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης του μελετώμενου εντόμου στους 27°C είναι μεγαλύτερη από εκείνη στους 24°C.



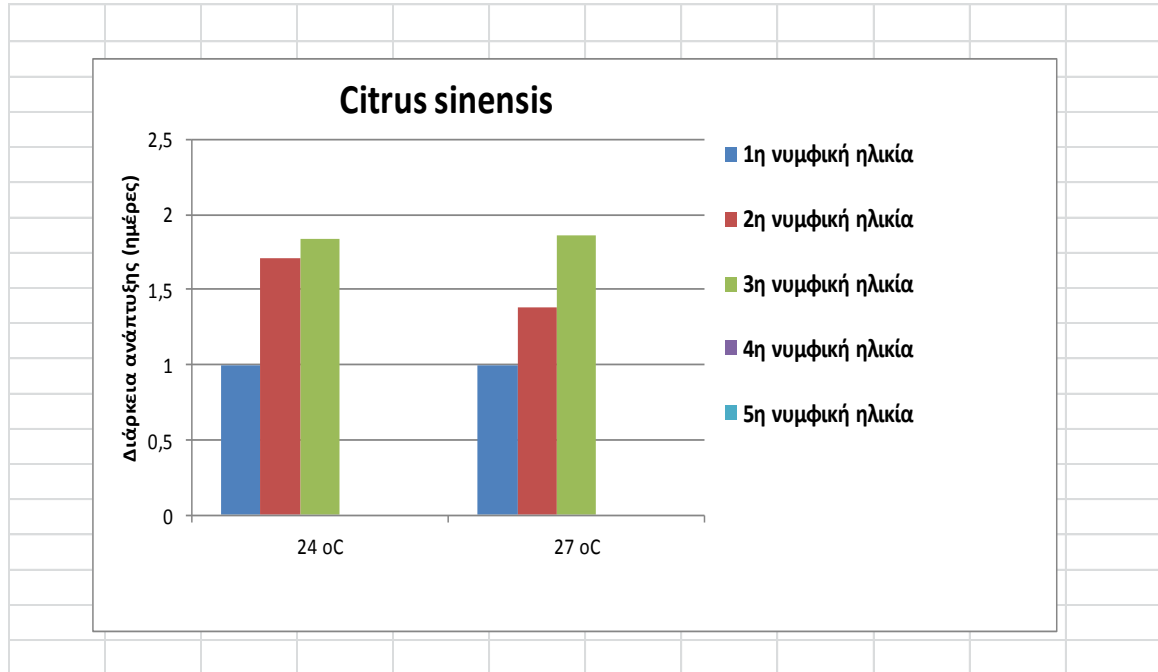
Διάγραμμα 8 : Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό. ± τ. σ.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *P. diffusa* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$).

E. *O. europaea* και *C. sinensis*

Από τα παρακάτω διαγράμματα 9 - 10 παρατηρούμε ότι τόσο στην *O. europaea* όσο και στην *C. sinensis*, η διάρκεια ανάπτυξης σε ημέρες του *C. trivialis* στους 24° C και 27° C, καταδεικνύει ότι δεν κατάφερε να ολοκληρώσει την ανάπτυξή του. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται, η ανάπτυξή του και στα δύο φυτά – ξενιστές (που βρίσκονταν στα φαινολογικά στάδια 54^{ου} -59^{ου} και 51^{ου} -59^{ου} αντίστοιχα για την ελιά και την πορτοκαλιά), ολοκληρώθηκε στην τρίτη νυμφική ηλικία.



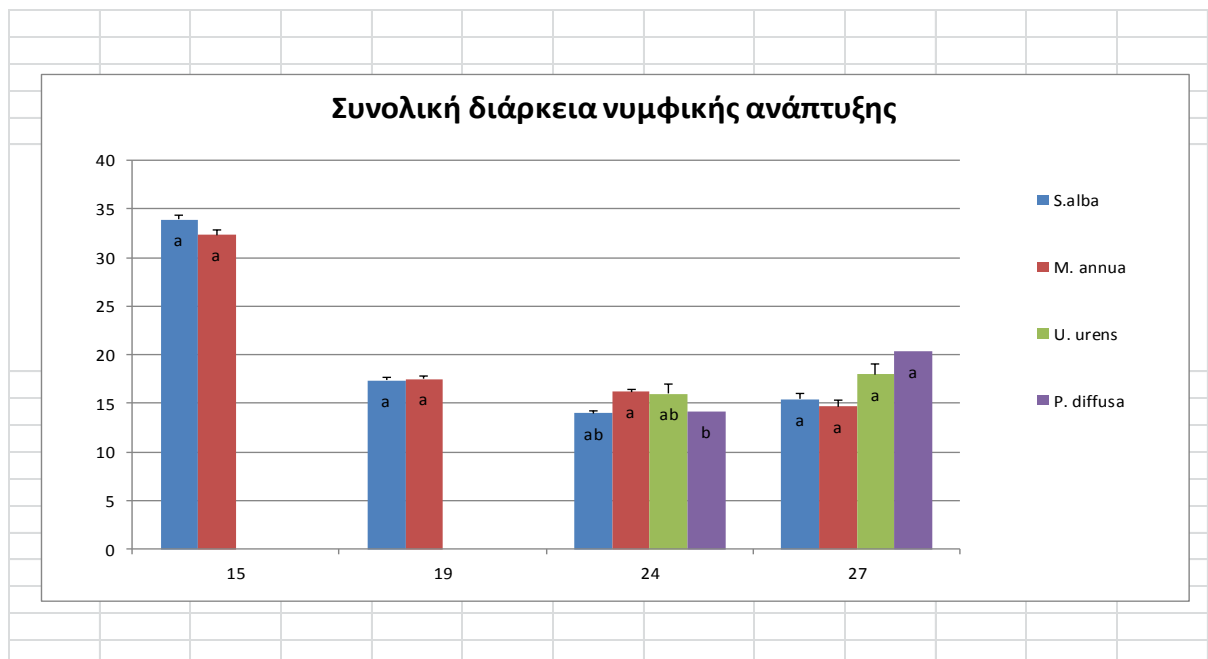
Διάγραμμα 9 : Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *O. europaea* σε δύο θερμοκρασίες.



Διάγραμμα 10 : Διάρκεια της ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό.) έκαστης νυμφικής ηλικίας του *C. trivialis* στο *C. sinensis* σε δύο θερμοκρασίες.

3.3 Σύγκριση συνολικής διάρκειας νυμφικής ανάπτυξης επί όλων των θερμοκρασιών και ξενιστών

Στο διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται η σύγκριση μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών (15° C, 19° C, 24° C, 27° C) και στους τέσσερις μελετώμενους ξενιστές (*S. alba*, *M. annua*, *U. urens*, *P. diffusa*). Αρχικά, παρατηρούμε ότι η συνολική διάρκεια νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* στους 15° C δεν σημείωσε στατιστικώς σημαντική διαφορά ($F=0,0005$, $dF=38$, $P>0,98$) μεταξύ του *M. annua* και του *U. urens*. Αντίστοιχα, στους 19° C δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ($F=0,17$, $dF=68$, $P>0,98$) όπως και στους 27° C ($F=2,52$, $dF=53$, $P>0,068$) μεταξύ του *M. annua* και του *U. urens*. Γενικά, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις παραπάνω θερμοκρασίες και ξενιστές. Αντίθετα, σημειώθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ($F=3,84$, $dF=82$, $P>0,013$) στους 24° C μεταξύ του *M. annua* και του *P. diffusa*. Αναλυτικότερα, στο *P. diffusa* η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης ήταν στατιστικώς σημαντικά μικρότερη από εκείνη του *M. annua*. Οπότε, στο *P. diffusa* χρειάστηκε λιγότερες μέρες να ολοκληρώσει την νυμφική του ανάπτυξη σε σχέση με το *M. annua*.



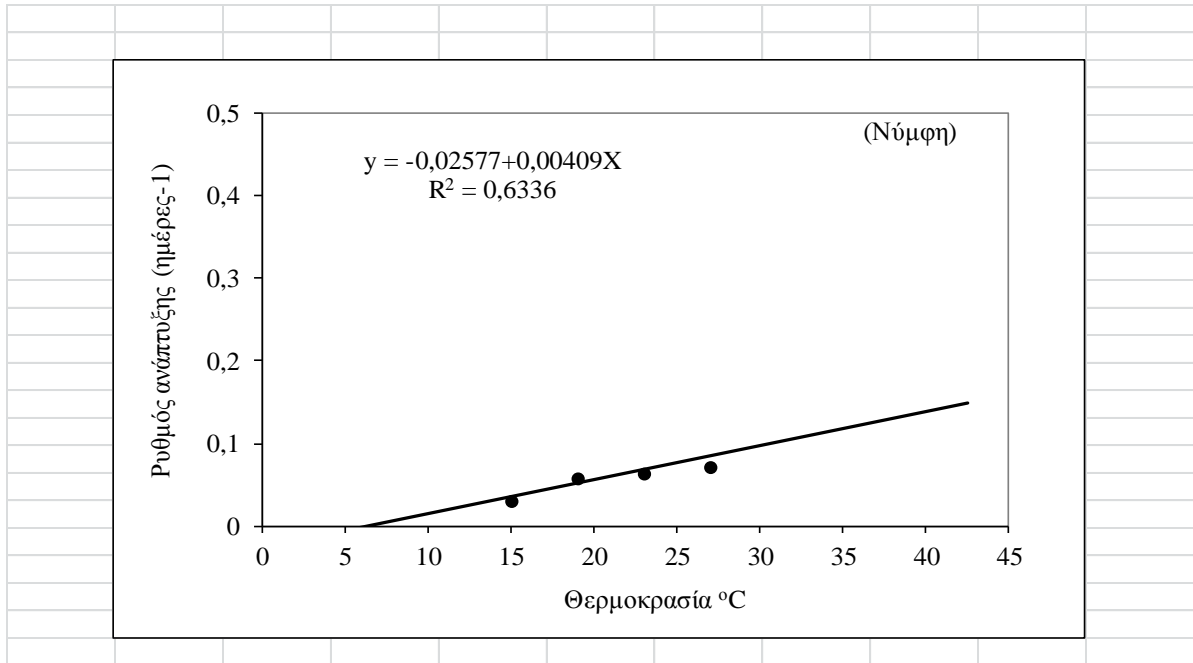
Διάγραμμα 11: Συνολική διάρκεια νυμφικής ηλικίας επί των ειδών *S. alba*, *M. annua*, *U. urens* και *P. diffusa* στους 15° C, 19° C, 24° C και στους 27° C. Οι μέσοι όροι που δεν περιέχουν κοινά γράμματα μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών σε κάθε νυμφική ηλικία, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$).

3.4 Καμπύλες ρυθμού ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *S. alba* και το *M. annua*

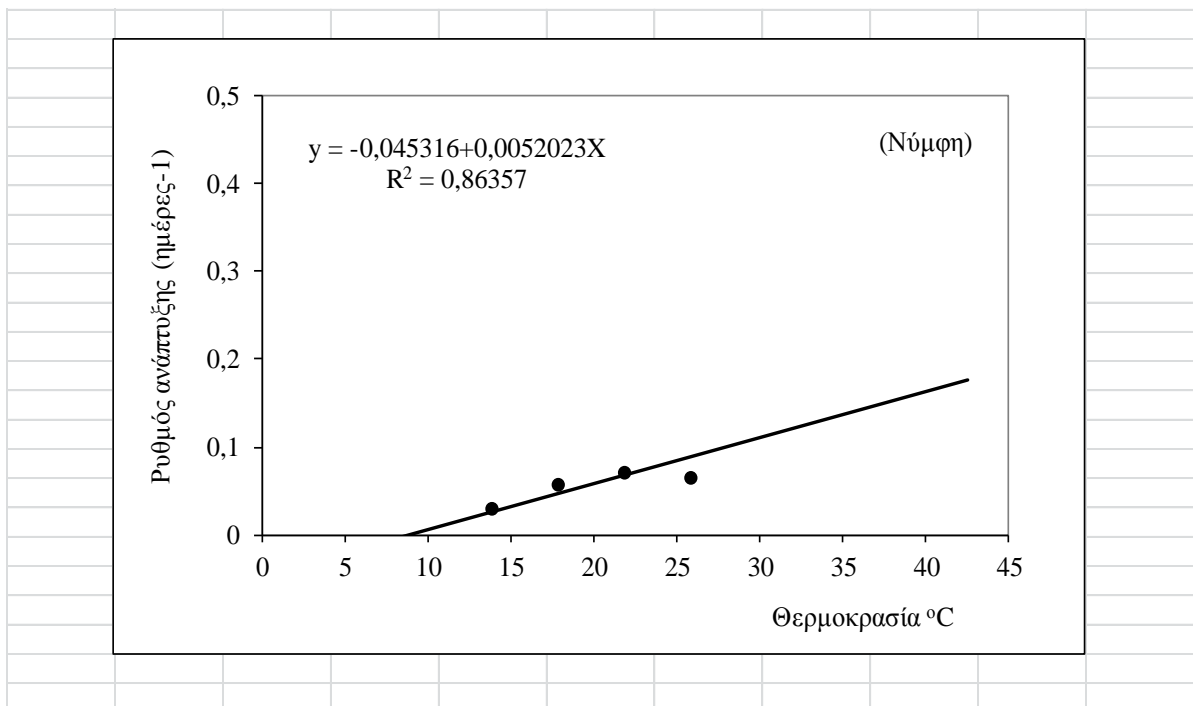
Σύμφωνα με τα διαγράμματα που ακολουθούν παρατηρούμε τη σχέση του ρυθμού ανάπτυξης με την θερμοκρασία, η οποία περιγράφεται με τη γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης του Campell et al. (1974) που αναλύσαμε παραπάνω. Αρχικά, παρατηρούμε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται ο ρυθμός ανάπτυξης του *C. trivialis*. Με άλλα λόγια, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσες περισσότερες μέρες αντίστοιχα απαιτούνται για την ανάπτυξη του εντόμου. Επιπλέον, σύμφωνα με τα αποτελέσματα στο *M. annua*, παρατηρείται ότι το κατώτερο θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης υπολογίστηκε στους 6,29° C σε αντίθεση με το *S.alba* στους 8,71° C.

Ως προς την θερμική σταθερά, από τα διαγράμματα φαίνεται ότι στο *M. annua* απαιτούνται περισσότεροι ημεροβαθμοί (244) από ότι στο *S. alba* που απαιτούνται λιγότεροι (192). Ταυτόχρονα, ο συντελεστής προσδιορισμού(r^2) που μας δείχνει την συσχέτιση των προς εξέταση παραγόντων διέφερε μεταξύ των ξενιστών. Πιο συγκεκριμένα, στο *M. annua* και το *S. alba* υπολογίστηκε ως 0,64 και 0,86 αντίστοιχα. Έτσι, μεταξύ των δύο ξενιστών, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει καλύτερη συσχέτιση στο *S. alba*.

Επομένως, η ανάπτυξη του *C. trivialis* στο *S. alba* σταματά σε υψηλότερες θερμοκρασίες (για παράδειγμα στους 27° C) σε σχέση με το *M. annua* και χρειάζεται λιγότερους ημεροβαθμούς για την ολοκλήρωση της ανάπτυξής του από το τελευταίο ξενιστή.



Διάγραμμα 12: Ρυθμός ανάπτυξης σε ημέρες (ημέρες⁻¹) του νυμφικού σταδίου (συνολική νυμφική ανάπτυξη) του *C. trivialis* στο *M. annua* σε σταθερές θερμοκρασίες, σύμφωνα με το μοντέλο Campbell.



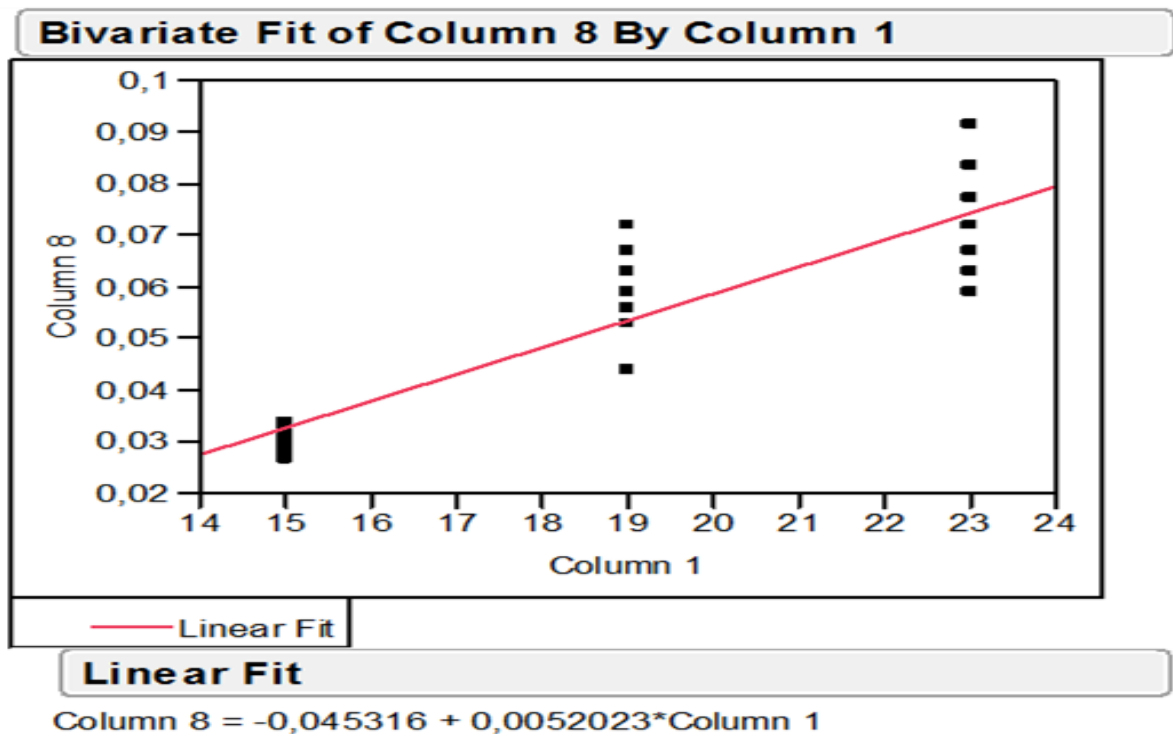
Διάγραμμα 13: Ρυθμός ανάπτυξης σε ημέρες (ημέρες⁻¹) του νυμφικού σταδίου (συνολική νυμφική ανάπτυξη) του *C. trivialis* στο *S. alba* σε σταθερές θερμοκρασίες, σύμφωνα με το μοντέλο Campbell.

3.5 Συσχέτιση της διάρκειας ανάπτυξης του *C. trivialis* με ένα εύρος θερμοκρασιών στον εκάστοτε ξενιστή

A) *S. alba*

$$\text{Διάρκεια ανάπτυξης} = -0,045316 + 0,0052023 * \text{θερμοκρασία} (^{\circ}\text{C})$$

Από το διάγραμμα και με τη βοήθεια της παραπάνω εξίσωσης, παρατηρούμε ότι η διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* σε ένα εύρος θερμοκρασιών, παρουσιάζει πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $r^2 = 0,86$, $P < 0,001$). Άρα, το *C. trivialis* στο *S. alba*, μας υποδεικνύει τη θετική συσχέτιση των παραπάνω μεταβλητών, δηλαδή της διάρκειας ανάπτυξης και της θερμοκρασίας. Με αυτό το τρόπο, παρατηρείται ότι η διακύμανση της θερμοκρασίας επηρεάζει τη διάρκεια της ανάπτυξης του μελετώμενου εντόμου.

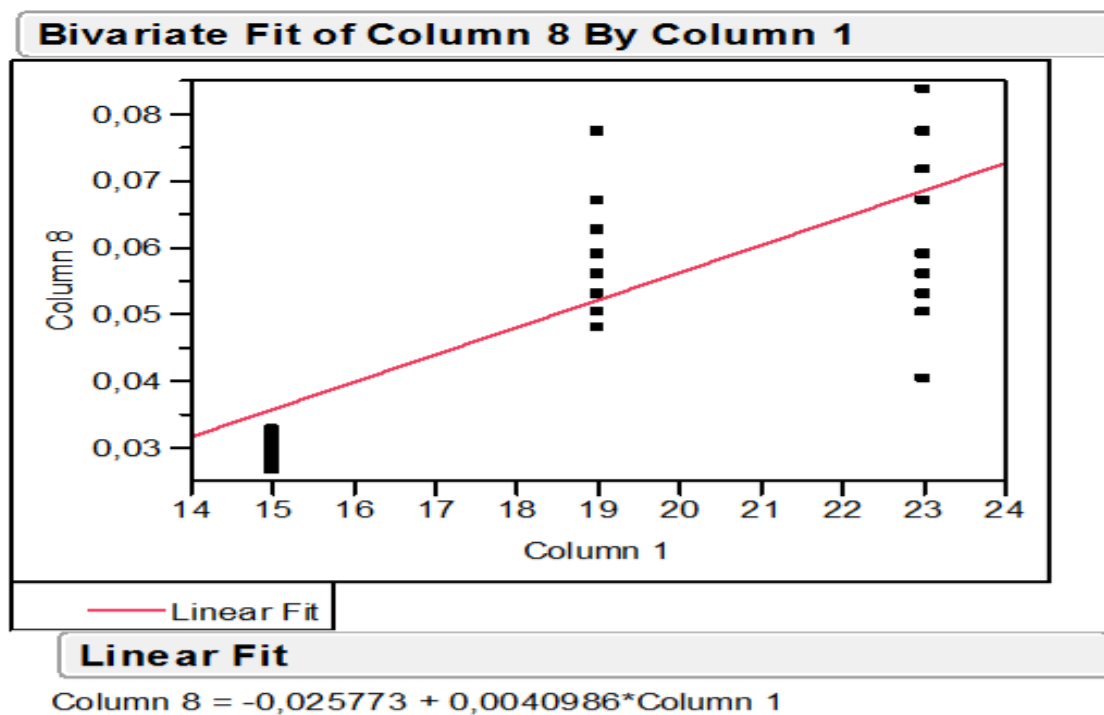


Διάγραμμα 14: Διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* σε διάφορες θερμοκρασίες στο *S. alba*.

B) *M.annua*

$$\text{Διάρκεια ανάπτυξης} = -0,045316 + 0,0052023 * \text{θερμοκρασία} (^{\circ}\text{C})$$

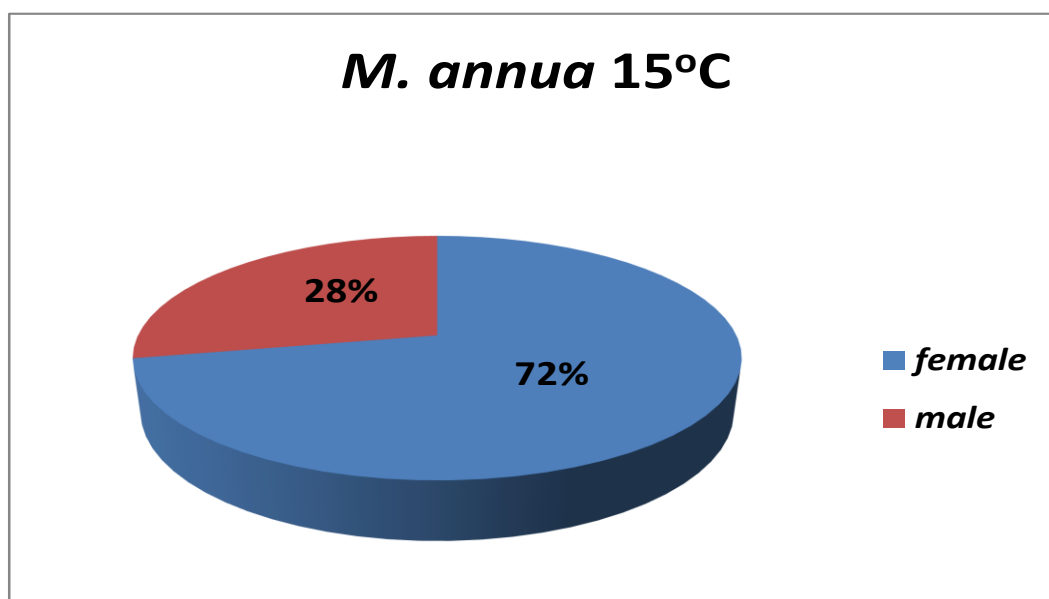
Από το διάγραμμα και με την βοήθεια της παραπάνω εξίσωσης, παρατηρούμε ότι η διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* σε ένα εύρος θερμοκρασιών, παρουσιάζει γραμμική συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $r = 0,64$, $P < 0,001$). Άρα, το *C. trivialis* στο *M. annua* παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας ανάπτυξης και σε ένα εύρος θερμοκρασιών. Και στην περίπτωση του *M. annua*, παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης και της θερμοκρασίας.



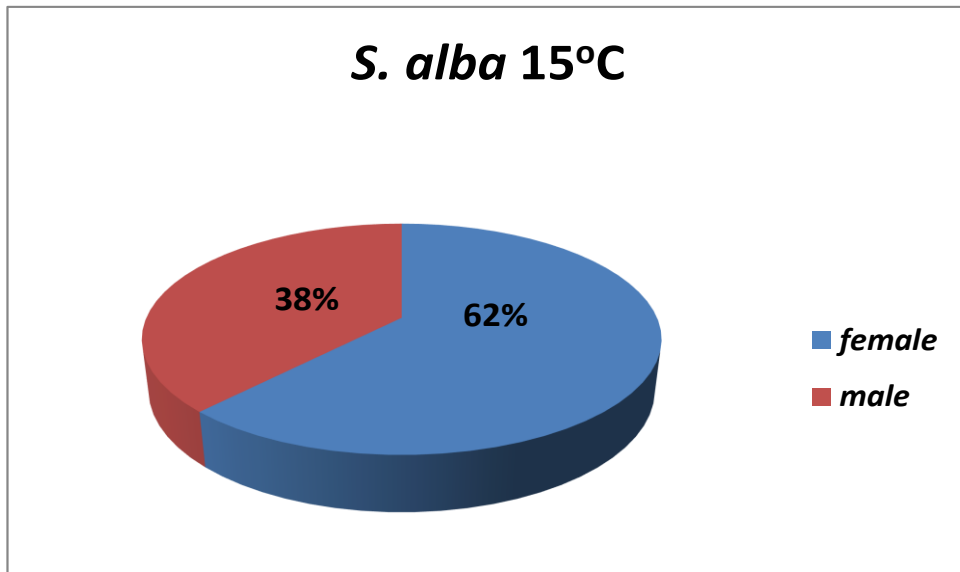
Διάγραμμα 15: Διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* σε διάφορες θερμοκρασίες στο *M. annua*.

3.6 Αναλογία φύλου σε σχέση με την θερμοκρασία στον εκάστοτε ξενιστή

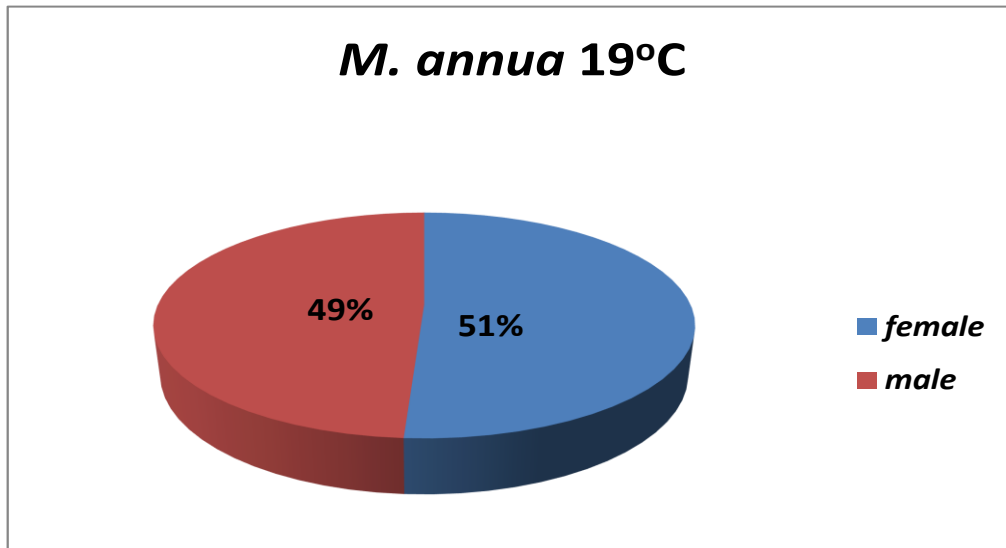
Στην παρούσα εργασία εξετάσαμε την αναλογία φύλου (αρσενικού προς θηλυκού) σε σχέση με τις επικρατούσες θερμοκρασίες. Πιο συγκεκριμένα, οι θερμοκρασίες που διεξάχθηκε η μελέτη ήταν στους **15° C, 19° C, 24° C και 27° C**. Σε αυτές τις θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις στην αναλογία φύλου σε καθένα από τους εξεταζόμενους ξενιστές όπως το *M. annua*, το *S. alba*, το *P. diffusa* και το *U. urens*.



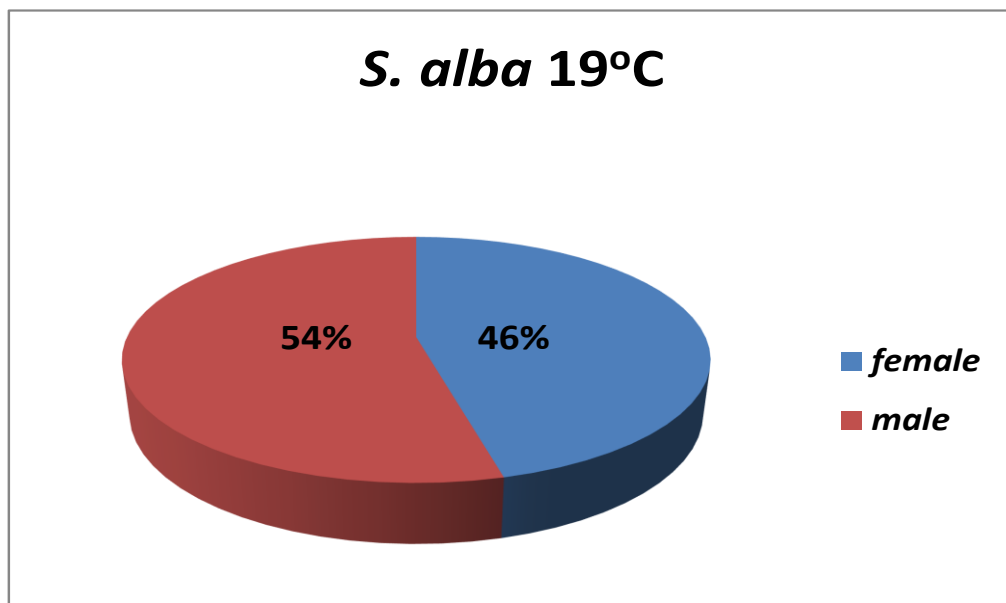
Διάγραμμα 16: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί φυτών *M. annua* στους 15° C.



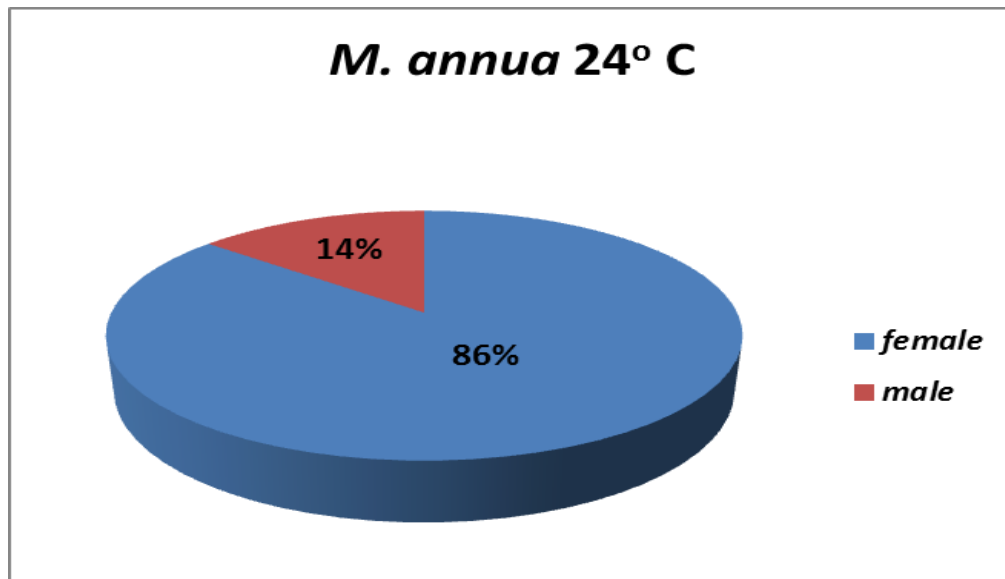
Διάγραμμα 17: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί φυτών *S. alba* στους 15° C.



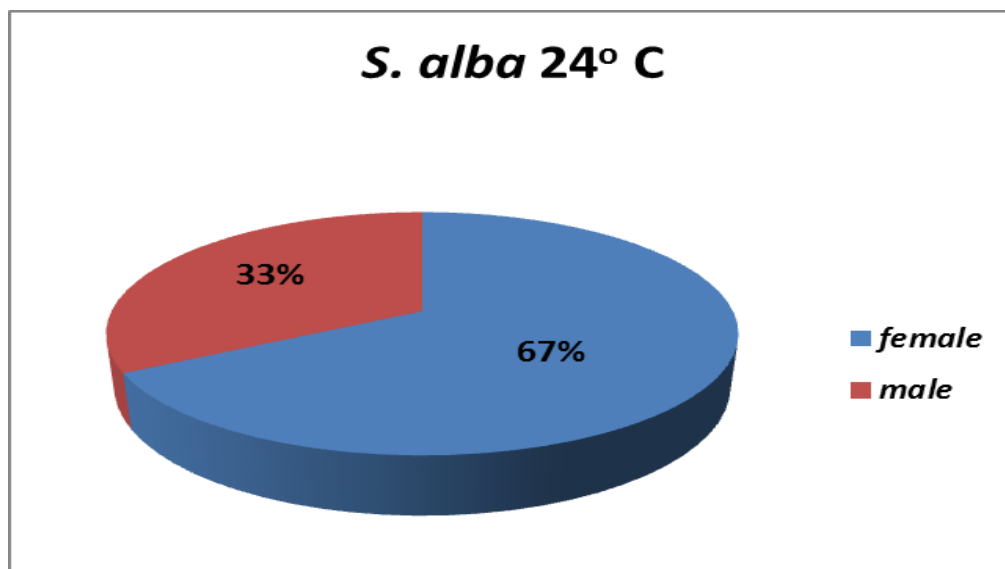
Διάγραμμα 18: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *M. annua* στους 19° C.



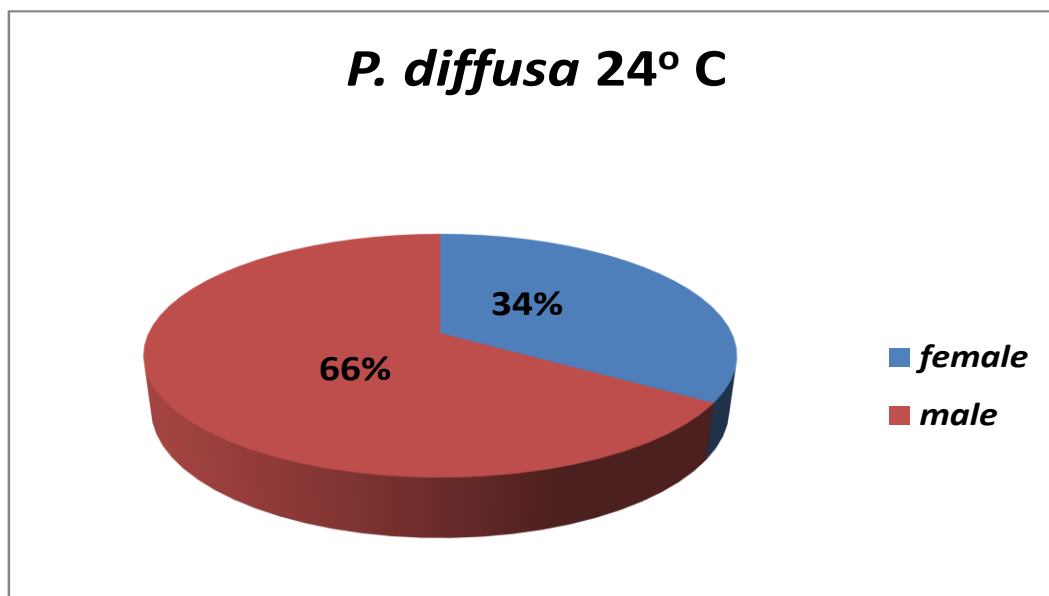
Διάγραμμα 19: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *S. alba* στους 19° C.



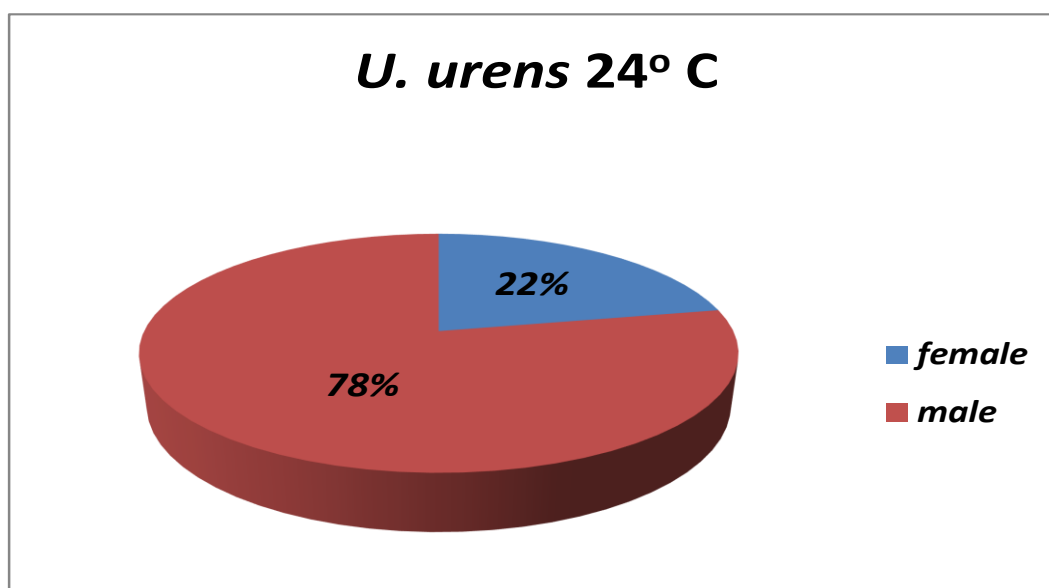
Διάγραμμα 20: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *M. annua* στους 24° C.



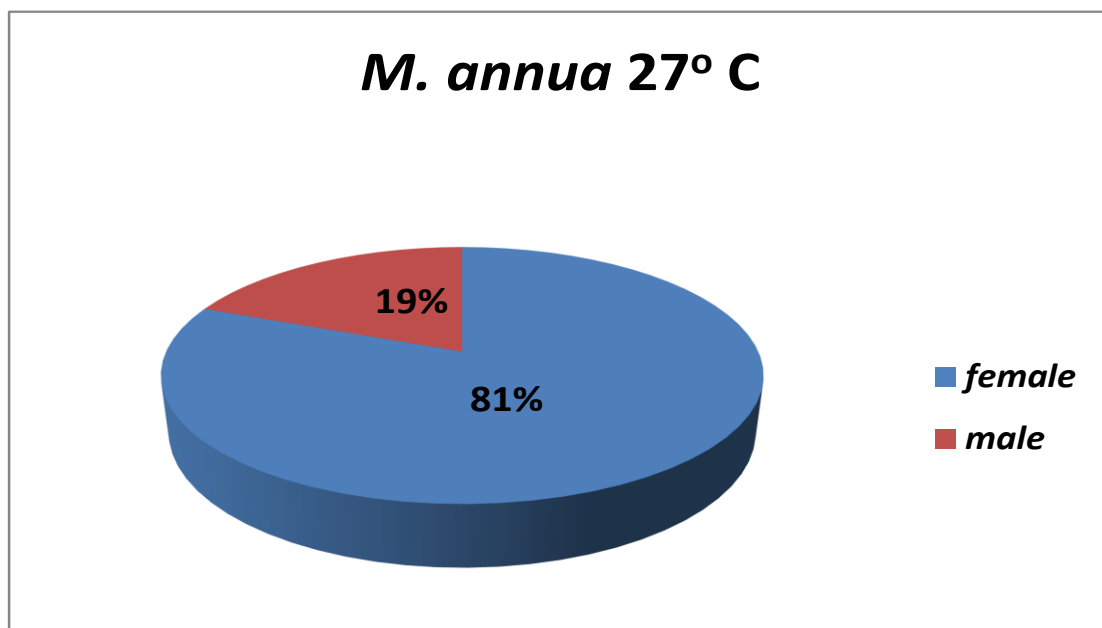
Διάγραμμα 21: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *S. alba* στους 24° C.



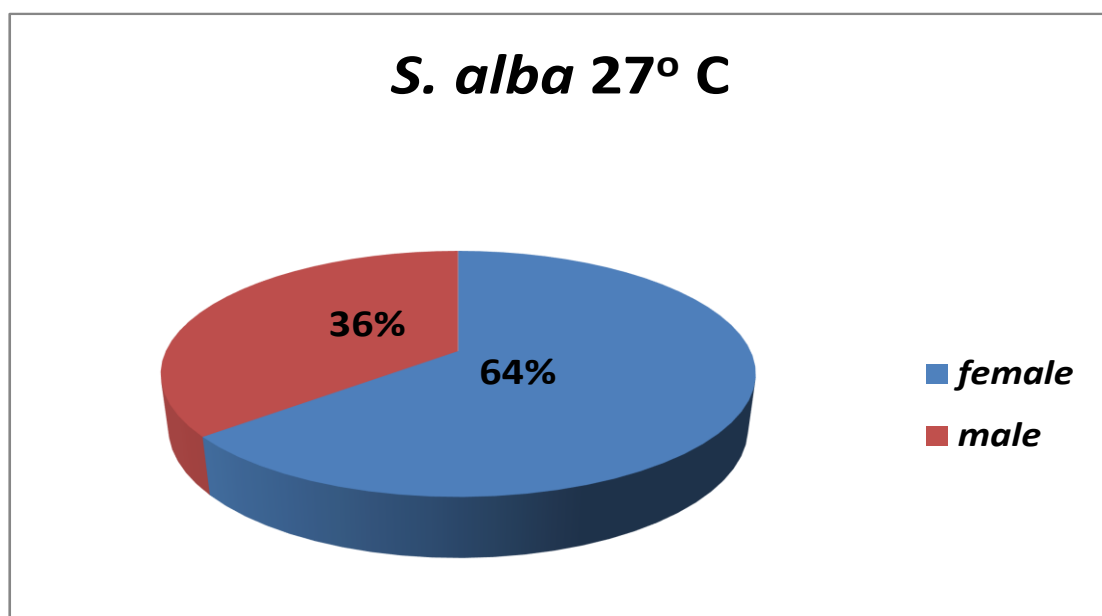
Διάγραμμα 22: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *P. diffusa* στους 24° C.



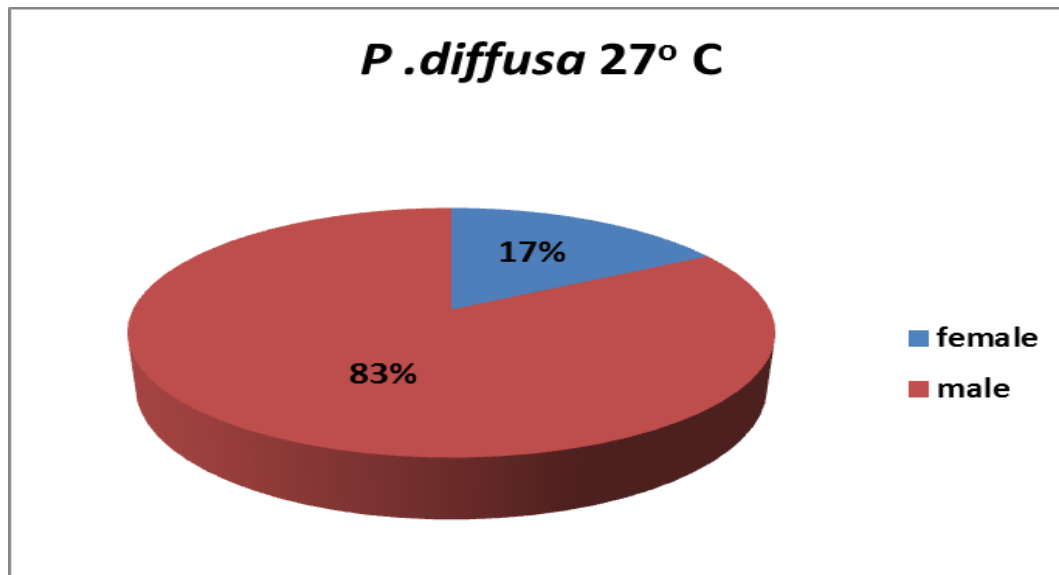
Διάγραμμα 23: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *U. urens* στους 24° C.



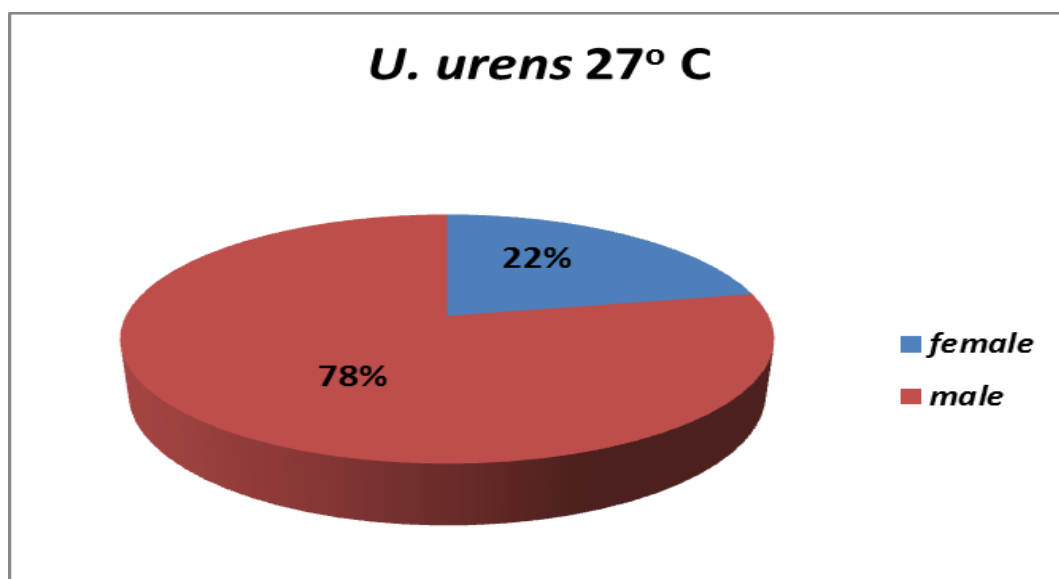
Διάγραμμα 24: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *M. annua* στους 27° C.



Διάγραμμα 25: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *S. alba* στους 27° C.



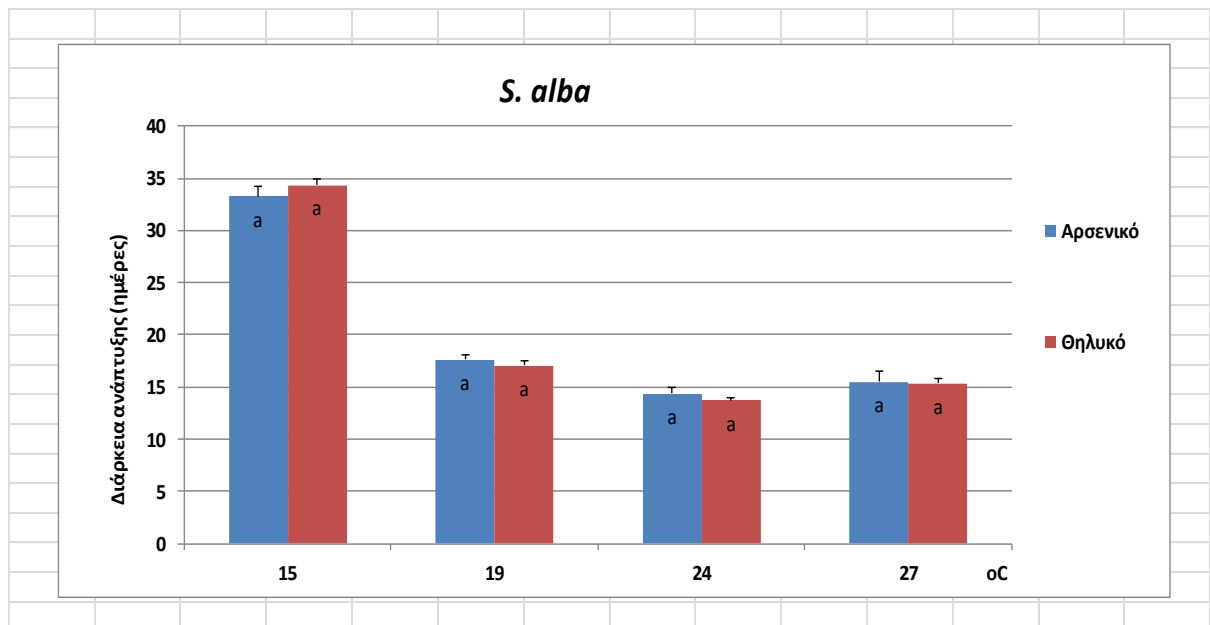
Διάγραμμα 26: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *P. diffusa* στους 27° C.



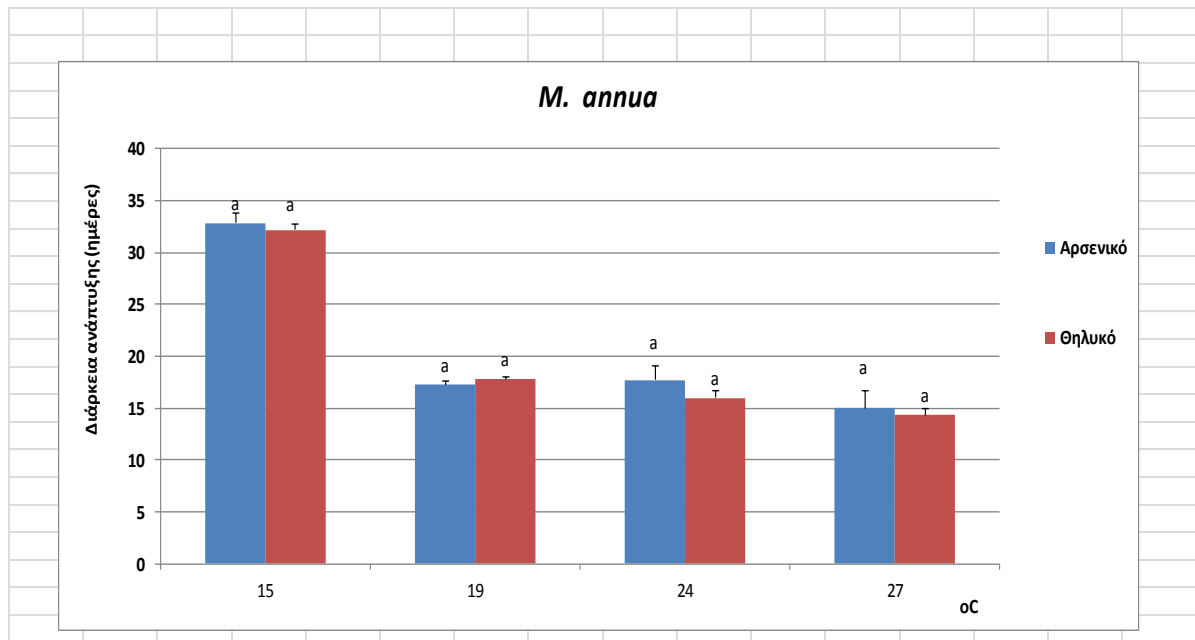
Διάγραμμα 27: Αναλογία φύλου *C. trivialis* επί των φυτών *U. urens* στους 27° C.

3.7 Μελέτη της βιωσιμότητας αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά φυτό - ξενιστή σε διάφορες θερμοκρασίες

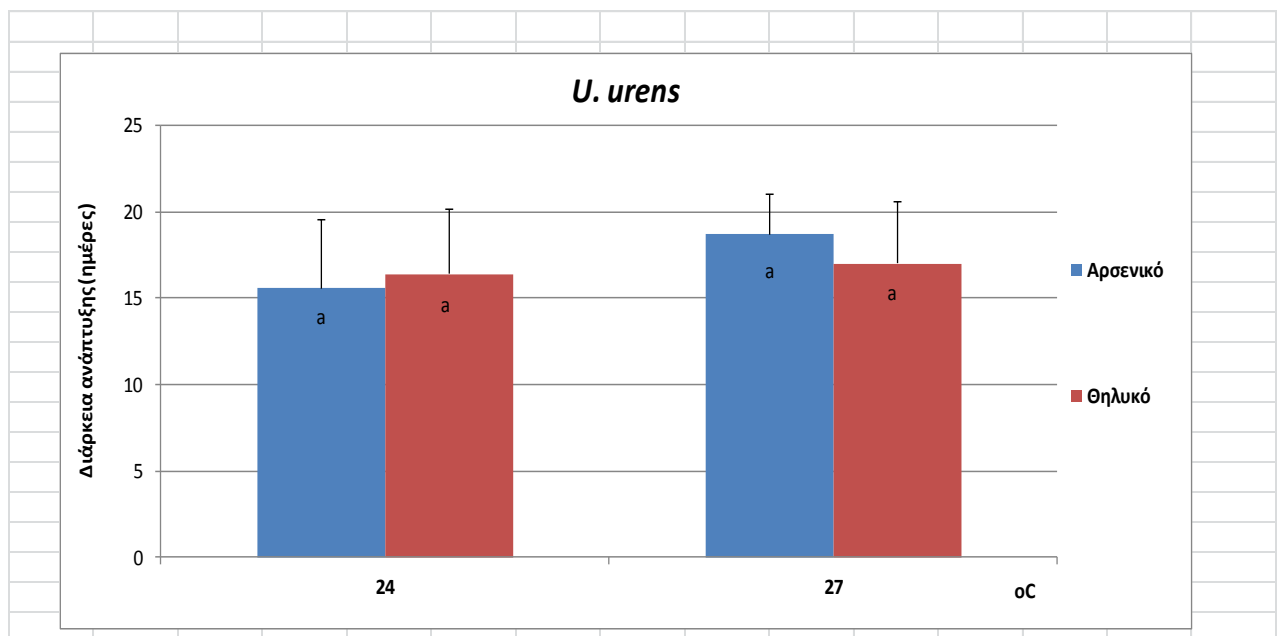
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρατηρούμε τη διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης των αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά φυτό- ξενιστή στην εκάστοτε μελετώμενη θερμοκρασία που διεξάχθηκε η μελέτη. Από τα παρακάτω διαγράμματα σημειώνεται ότι στα φυτά – ξενιστές *M. annua*, *S. alba*, *P. diffusa* και *U. urens* και στις θερμοκρασίες των 15, 19, 24 και 27° C δεν σημειώθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Με άλλα λόγια, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ως προς την μακροζωία του θηλυκού και του αρσενικού, τρεφόμενα από τα παραπάνω φυτά - ξενιστές υπό τις ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας.



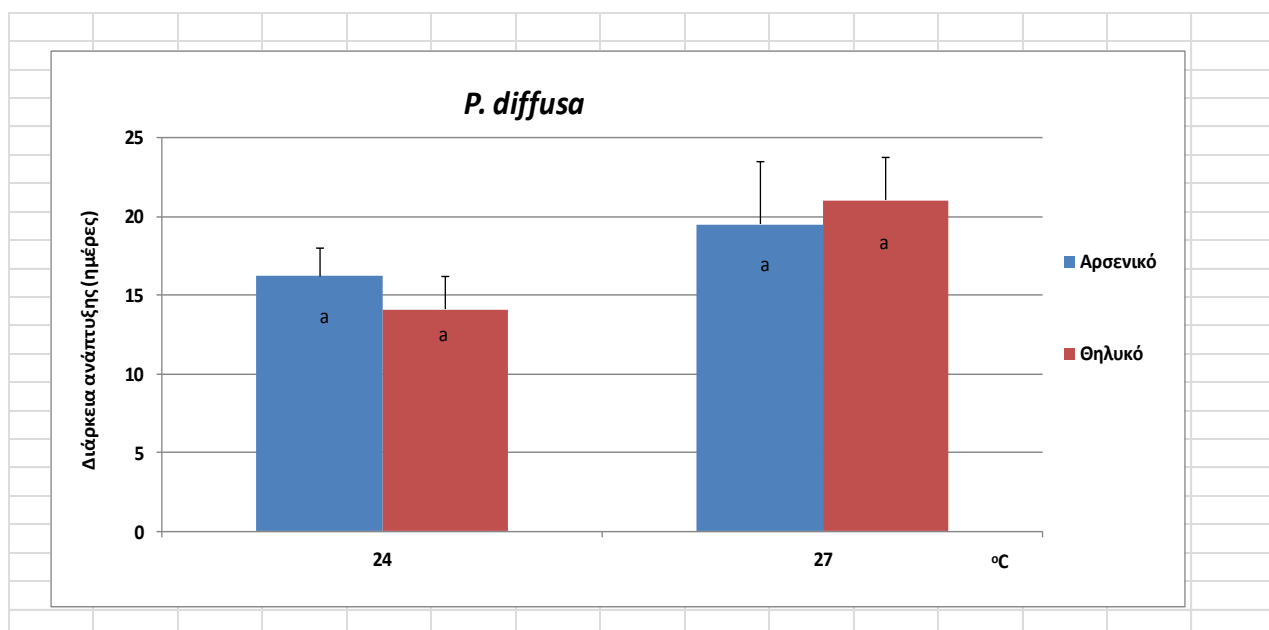
Διάγραμμα 28 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του *C. trivialis* στο *S. alba* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



Διάγραμμα 29 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του *C. trivialis* στο *M. annua* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



Διάγραμμα 30 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ.ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του *C. trivialis* στο *U. urens* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).



Διάγραμμα 31 : Διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης σε ημέρες (μ. ό. ± τ.σ.) των αρσενικών και των θηλυκών του *C. trivialis* στο *P. diffusa* σε διάφορες θερμοκρασίες. Οι μέσοι όροι των αρσενικών και θηλυκών που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα σε κάθε θερμοκρασία, διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

3.8 Μελέτη της θνησιμότητας των ατελών σταδίων ανάπτυξης του *C. trivialis*

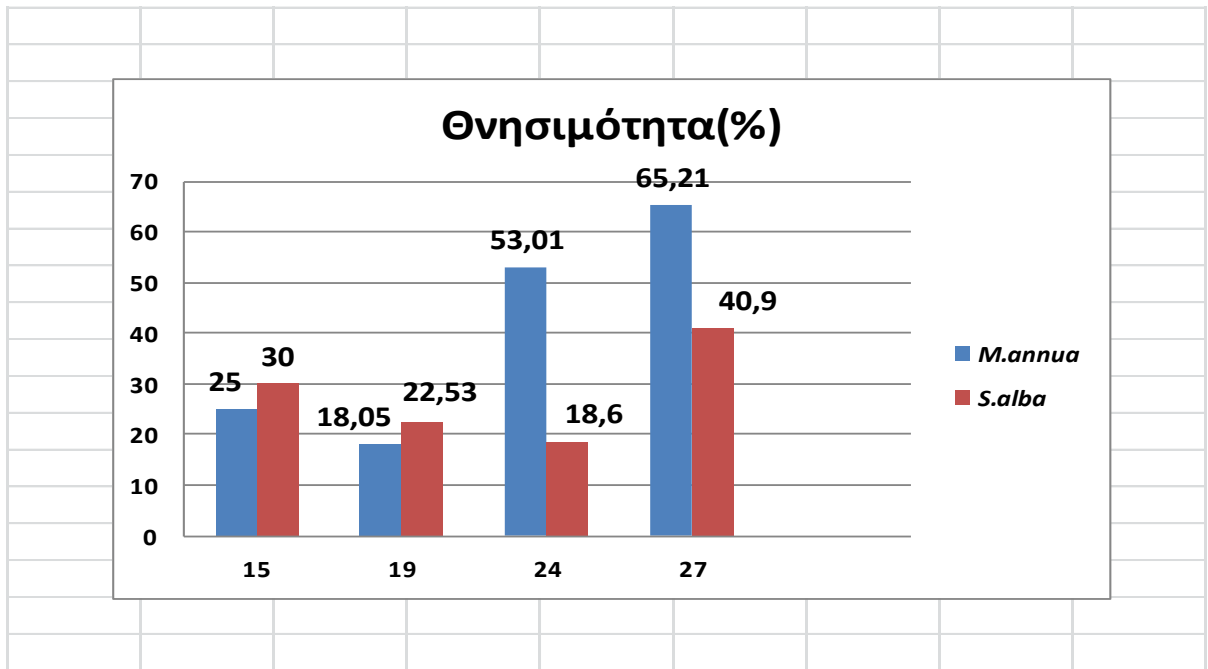
Στα διαγράμματα που ακολουθούν υπολογίστηκε η θνησιμότητα (%) των ατόμων σε τέσσερις διαφορετικά εξεταζόμενες θερμοκρασίες (**15 ° C, 19 ° C, 24 ° C, 27 ° C**) και στους ακόλουθα εξεταζόμενους ξενιστές (*M. annua*, *S. alba*, *P. diffusa*, *U. urens*).

Αρχικά, στους 15° C στο *M. annua* από τα 44 άτομα που συλλέχθηκαν μόλις τα 11 κατάφεραν να ολοκληρώσουν την ατελή τους ανάπτυξη και έτσι η θνησιμότητα εκφράστηκε σε ποσοστό 25%, οπότε η βιωσιμότητα αντίστοιχα σημειώθηκε σε ποσοστό 75%. Στην ίδια θερμοκρασία, στο *S. alba*, από τα αρχικώς συλλεγμένα άτομα των 40 ατόμων, τα 12 έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου, οπότε η θνησιμότητα εκφράστηκε σε ποσοστό 30% και αντίστοιχα 70% υπολογίστηκε η βιωσιμότητα. Στη συνέχεια στους 19° C, στο *M. annua* υπολογίστηκε ότι από τα 72 άτομα που συλλέχθηκαν μόνο τα 13 έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου. Επομένως, η θνησιμότητα υπολογίστηκε σε ποσοστό ίσο με 18% και η θνησιμότητα σε ποσοστό 82%. Στην ίδια θερμοκρασία, στο *S. alba* από τα αρχικώς συλλεγμένα άτομα των 71 ατόμων, μόλις τα 16 ολοκλήρωσαν την ατελή τους ανάπτυξη σημειώνοντας ποσοστά θνησιμότητας και βιωσιμότητας στο 22,5% και 77,5% αντίστοιχα. Επιπλέον, στους 24° C στο *M. annua* από τα αρχικώς συλλεγμένα 83 άτομα, τα 44 ολοκλήρωσαν την ατελή τους ανάπτυξη και έτσι η θνησιμότητα σημειώθηκε στο 53% οπότε η βιωσιμότητα τους υπολογίστηκε αντίστοιχα στο 47%. Στην ίδια θερμοκρασία, στο *S. alba*, από τα 43 άτομα που συλλέχθηκαν μόνο τα 8 έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου. Επομένως, η θνησιμότητα και η βιωσιμότητα υπολογίστηκαν ως 18,6% και 81,4% αντιστοίχως. Επιπρόσθετα, στους 24° C στο *P. diffusa* από τα 61 άτομα που συλλέχθηκαν μόλις τα 20 έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου και έτσι η θνησιμότητα σημειώθηκε στο 32,7% και η βιωσιμότητα στο 67,3%. Στην ίδια θερμοκρασία, στο *U. urens* από τα αρχικώς συλλεγμένα 65 άτομα, τα 10 ολοκλήρωσαν την ατελή τους ανάπτυξη δίνοντας τη θνησιμότητα και τη βιωσιμότητα σε ποσοστά 15,3% και 84,7% αντίστοιχα.

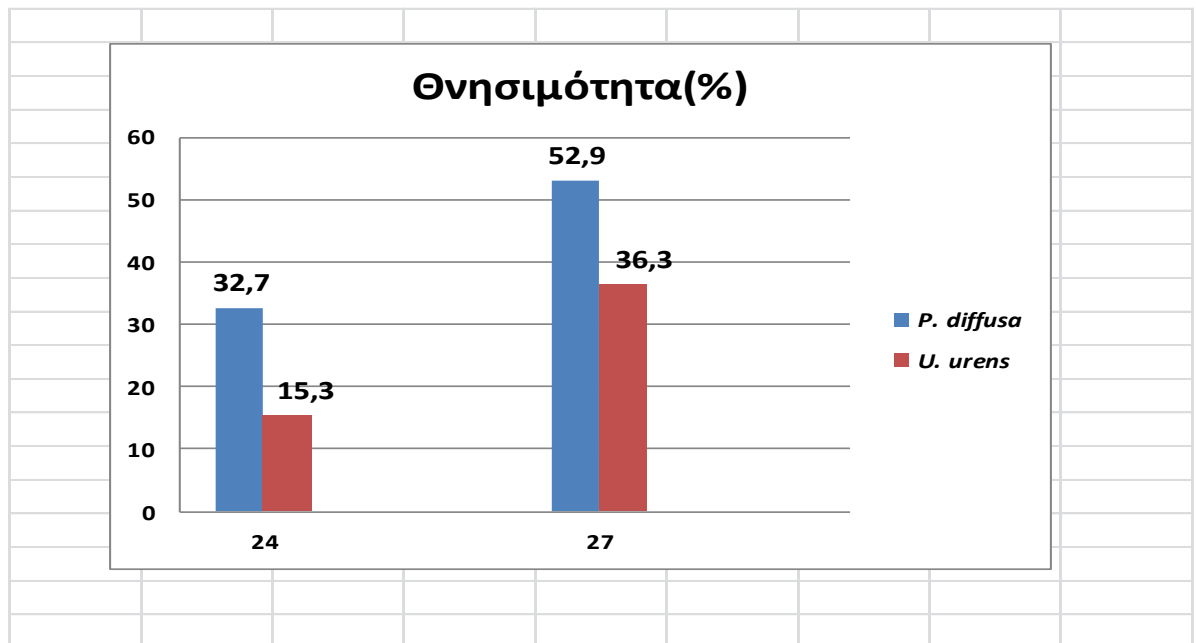
Στους 27° C στο *M. annua* από τα αρχικώς συλλεγμένα 46 άτομα, τα 30 ολοκλήρωσαν την ατελή τους ανάπτυξη. Έτσι, η βιωσιμότητα υπολογίστηκε στο

65,2% και η θνησιμότητα στο 34,8%. Αντίστοιχα, στην ίδια θερμοκρασία στο *S. alba*, από τα 44 άτομα που συλλέχθηκαν μόνο τα 18 έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου δίνοντας την βιωσιμότητα σε ποσοστό 41% και θνησιμότητα στο 59,1%. Τέλος, στους 27° C στο *P. diffusa* από τα 17 άτομα που συλλέχθηκαν μόλις τα 9 κατάφεραν να ολοκληρώσουν τη ατελή τους ανάπτυξη. Με αυτό τον τρόπο, η θνησιμότητα εκφράστηκε στο 52,9% και η βιωσιμότητα στο 47,1%. Στην ίδια θερμοκρασία, στο *U. urens* από τα αρχικώς συλλεγμένα 33 άτομα, υπολογίστηκε ότι 12 άτομα έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου εκφράζοντας την θνησιμότητα σε ποσοστό 36,3% και η βιωσιμότητα, αντίστοιχα, σημειώθηκε σε ποσοστό 63,7%.

Όσο αφορά την ελιά και την πορτοκαλιά έγινε ο αντίστοιχος υπολογισμός της θνησιμότητας σε δύο θερμοκρασίες (24° C και 27,5° C). Στην ελιά στους 24° C, ο συνολικός αριθμό ατόμων που συλλέχθηκε έφτασε στα 65 άτομα ενώ στην πορτοκαλιά στην ίδια θερμοκρασία, ο συνολικός αριθμός των ατόμων υπολογίστηκε στα 54 άτομα. Επιπλέον, στους 27° C ο συνολικός αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκαν στην ελιά και την πορτοκαλιά σημειώθηκε στα 20 και 14 άτομα αντίστοιχα. Είναι σημαντικό το γεγονός, ότι σε καμία από τις μελετώμενες θερμοκρασίες, τα άτομα δεν έφτασαν στο στάδιο του ενηλίκου. Με άλλα λόγια, κανένα άτομο δεν κατάφερε να ολοκληρώσει την ανάπτυξή του σημειώνοντας ποσοστά θνησιμότητας στο 100%.



Διάγραμμα 32: Ποσοστό θνησιμότητας στους ξενιστές *M. annua* και *S. alba* στις θερμοκρασίες των 15° C, 19° C, 24° C, 27° C.



Διάγραμμα 33: Ποσοστό θνησιμότητας στους ξενιστές *P. diffusa* και *U. urens* στις θερμοκρασίες των 24°C και 27°C.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Στη παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε η συλλογή ατόμων του εντόμου *Closterotomus trivialis* από φυτικό υλικό - κυρίως αυτοφυούς βλάστησης - καθώς και από φυτικό υλικό ελιάς και πορτοκαλιάς.

Αρχικά, έγιναν οι καμπύλες επιβίωσης του *C. trivialis* στο *U. urens*, στο *P. diffusa*, στο *O. europaea* και στο *C. sinensis*. Πιο συγκεκριμένα, έγινε η καταγραφή του συνολικού αριθμού των ατόμων του *C. trivialis* που συλλέχθηκαν από τον αγρό και στη συνέχεια έγινε παρατήρηση της διάρκειας της ανάπτυξης τους σε κάθε νυμφική ηλικία, φτάνοντας στο στάδιο του ενηλίκου. Η διάρκεια της ανάπτυξης διέφερε μεταξύ των μελετώμενων φυτών-ξενιστών. Έτσι, προέκυψε ότι στις πρώτες νυμφικές ηλικίες, η διάρκεια της ανάπτυξης, σημειώθηκε κατά μέσο όρο στις 2-3 ημέρες για το *U. urens* και το *P. diffusa*. Αντίθετα, στη πέμπτη νυμφική ηλικία η διάρκεια της ανάπτυξης υπολογίστηκε στις 4 και 5 ημέρες για το *U. urens* και το *P. diffusa* αντίστοιχα. Στο στάδιο του ενηλίκου, τα άτομα επέζησαν συνολικά 12 ημέρες στο *U. urens* και 13 ημέρες στο *P. diffusa*. Συμπερασματικά, καταλήγουμε στο γεγονός ότι ανάμεσα στα δύο φυτά - ξενιστές, το *C. trivialis* χρειάζεται λιγότερες μέρες για να ολοκληρώσει την ανάπτυξή του στο *U. urens* σε σχέση με το *P. diffusa*. Με αυτό τον τρόπο, το *C. trivialis* δείχνει ότι μέσω της διατροφής του με το *U. urens* η ανάπτυξή του επιτυγχάνεται πιο γρήγορα από το *P. diffusa*. Άρα, ως προς την αυτοφυή βλάστηση με την οποία διατρέφεται το *C. trivialis* φαίνεται να προτιμά το *U. urens* ακολουθούμενη από το *P. diffusa*, αποτελώντας τους κύριους ξενιστές του εντόμου αυτού. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τους Barbagallo (1970), Τζανακάκης (1998), Perdikis et al. (2009), Kalaitzaki et al. (2012).

Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι στα αντίστοιχα διαγράμματα που έγιναν για το *O. europaea* και το *C. sinensis*, παρατηρήθηκε ότι το *C. trivialis* έφτασε, το πολύ, μέχρι την τρίτη νυμφική ηλικία. Πρακτικά, μέσω αυτής της παρατήρησης συμπεραίνουμε την αξία της διατήρησης της αυτοφυούς βλάστησης μέχρι αργά την άνοιξη και την αποφυγή της καταστροφή της, διότι με αυτό τρόπο εξασφαλίζεται η ανάπτυξη, η εξέλιξη του βιολογικού κύκλου του *C. trivialis* καθώς και ο περιορισμός της δραστηριότητάς του στα αναφερόμενα ζιζάνια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποφυγή πιθανής ζημιάς σε καλλιέργειες οικονομικής σημασίας όπως αυτή της ελιάς και των εσπεριδοειδών.

Επομένως, φαίνεται ότι το *C. trivialis* προτιμά να τρέφεται και να αναπτύσσεται στην αυτοφυή βλάστηση σε σχέση με τις καλλιέργειες όπως αυτές της ελιάς και της πορτοκαλιάς (Kalaitzaki et al. 2012). Αυτή η διαφοροποίηση ως προς την διατροφική του προτίμηση, θα μπορούσε να αποδοθεί σε ποικίλους παράγοντες. Όπως φαίνεται, το *C. trivialis* τρέφεται ευκαιριακά με τις κύριες καλλιέργειες (ελιά και πορτοκαλιά), όταν τα περιβάλλοντα ζιζάνια δεν είναι ξενιστές του ή όταν είναι αποξηραμένα. Γενικότερα, αυτή η συμπεριφορά της διασποράς έχει παρατηρηθεί προηγουμένως στα έντομα της οικογένειας Miridae, στη περιβάλλουσα αυτοφυή βλάστηση των κύριων καλλιεργειών, όπως το *Calocoris norvegicus* (Gmelin), που φαίνεται να προτιμά τα ζιζάνια από ότι την καλλιέργεια της φιστικιάς (Kalaitzaki et al. 2012). Η προτίμηση στην αυτοφυή βλάστηση σχετίζεται με την ποιότητα της τροφής, ως προς την διατροφική αξία του χυμού στα φυτικά μέρη, όπως την φυλλική επιφάνεια (Lykouressis et al. 2001). Λόγω αυτής της διαφοράς στο περιεχόμενο του φυτικού χυμού των φυτών-ξενιστών, σημειώθηκαν διαφορές στο βιολογικό κύκλο του *C. trivialis*, επηρεάζοντας με την σειρά του, την ανάπτυξη και την επιβίωση του εντόμου (Bertin et al. 2013).

Εκτός όμως από την ποιότητα της τροφής, παρατηρήθηκε από τα διαγράμματα, ότι η επίδραση της θερμοκρασίας στην διάρκεια ανάπτυξης των ατελών σταδίων του *C. trivialis*, πιθανόν, να ενισχύει την προσαρμογή του εντόμου στο περιβάλλον που αναπτύσσεται (Perdikis et al. 2003). Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ελιάς και της πορτοκαλιάς, όπου τα άτομα δεν κατάφεραν να φτάσουν στο στάδιο του ενηλίκου τόσο στους 24° C και στους 27° C, μπορεί να οφείλεται στις επικρατούσες θερμοκρασίες καθώς και στην ποιότητα του περιεχομένου του νωπού φυτικού υλικού. Με άλλα λόγια, αυτή η συμπεριφορά του εντόμου μπορεί να αποδοθεί στην αλληλεπίδραση ποικίλων παραγόντων. Αυτό ισχύει για τους περισσότερους ποικιλόθερμους οργανισμούς, όπως τα έντομα που η ανάπτυξή τους εξαρτάται από την θερμοκρασία (Asante et al. 1991).

Επιπρόσθετα, μελετήθηκε η συνολική διάρκεια της νυμφικής ανάπτυξης στο *S. alba*, στο *M. annua*, στο *U. urens*, στο *P. diffusa* στους 15°C, 19°C, 24°C και 27°C. Πιο συγκεκριμένα, η διάρκεια της συνολικής νυμφικής ανάπτυξης του *C. trivialis* στους 24° C ήταν μεγαλύτερη στο *M. annua* σε σχέση με το *P. diffusa*. Άρα, το *C. trivialis* αναπτύσσεται πιο γρήγορα στο *P. diffusa* από το *M. annua*, δείχνοντας με αυτό τον τρόπο την ιδιαίτερη διατροφική του προτίμηση στο πρώτο. Σύμφωνα με τους Lykouressis et al. (2001), φαίνεται ότι η αλληλεπίδραση των παραγόντων, όπως το είδος του νωπού φυτικού

υλικού και η θερμοκρασία είναι σημαντική καθώς επιδρά στην ανάπτυξη των νυμφικών ηλικιών στις διαφορετικές θερμοκρασίες. Έτσι, σημειώθηκε ότι στους 24° C η διάρκεια ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *P. diffusa* ήταν μικρότερη από το *M. annua*. Με αυτό τον τρόπο, αποδεικνύεται ότι το *C. trivialis* προτιμά περισσότερο το *P.diffusa* από το *M. annua* καθώς αναπτύσσεται γρηγορότερα στο πρώτο φυτό-ξενιστή. Τέλος, ως προς την ελιά και την πορτοκαλιά, η αύξηση της θερμοκρασίας οδήγησε στην αύξηση των ημερών που χρειάστηκαν για την κάθε νυμφική ηλικία αλλά δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των νυμφικών ηλικιών.

Κατά την διάρκεια της μελέτης, παρατηρήθηκε ο ρυθμός ανάπτυξης του *C. trivialis* στο *S. alba* και στο *M. annua*. Πιο αναλυτικά, μελετήθηκε η επίδραση θερμοκρασίας στο ρυθμό ανάπτυξης του *C. trivialis*. Σύμφωνα με την μέθοδο παλινδρόμησης του Campbell et al. (1974), υπολογίστηκε το κατώτερο όριο ανάπτυξης του. Με αυτό τον τρόπο, σύμφωνα με τα διαγράμματα που προέκυψαν επιβεβαιώθηκε η μελέτη της σχέσης των δύο παραγόντων(ρυθμός ανάπτυξης και θερμοκρασία) που περιγράφεται από μια σιγμοειδή καμπύλη (Davidson 1944, Bodenheimer and Swirski 1957, Campbell et al. 1974, Stinner et al. 1974). Έτσι, ο ρυθμός ανάπτυξης με την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι τους 19° C ενώ στην συνέχεια παρατηρήθηκε μείωση από τους 24°C φτάνοντας σε σημαντική μείωση στους 27°C καθώς προσέγγιζε το ανώτερο θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης. Το θερμοκρασιακό όριο ανάπτυξης υπολογίστηκε στο 6,29° C και 8,71° C για το *M. annua* και το *S. alba*, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η ανάπτυξη του εντόμου σταματά σε υψηλότερες θερμοκρασίες στο *S. alba* σε σχέση με το *M. annua*. Συμπερασματικά, ως προς τους δύο ξενιστές ανάλογα με τις εποχικές κλιματολογικές συνθήκες που εμφανίζεται το έντομο στην εκάστοτε περιοχή, καταδεικνύεται και η διατροφική του προτίμηση στους εκάστοτε μελετούμενους ξενιστές.

Ταυτόχρονα, μελετήθηκε η συμμεταβολή, η συσχέτιση δηλαδή της διάρκειας ανάπτυξης του *C. trivialis*, στους 15°C, 19°C, 24°C και 27° C στο *S. alba* και στο *M. annua*. Η διαφορά του συντελεστή συσχέτισης (r^2) μας δείχνει την συσχέτιση των δύο μεταβλητών ή πώς η μια μεταβλητή επηρεάζει την άλλη μεταβλητή, οδηγώντας στο παρακάτω συμπέρασμα. Στο *S. alba* υπάρχει καλύτερη συσχέτιση ($r^2 = 0,86$) του ρυθμού ανάπτυξης με την θερμοκρασία από ότι στο *M. annua* ($r^2 = 0,63$). Συμπερασματικά, ως προς τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε ότι καλύτερη συσχέτιση του ρυθμού ανάπτυξης με την θερμοκρασία για το *C. trivialis* είναι στο *S. alba*, από ότι στο *M. annua* και αυτό επειδή στο

S. alba ο συντελεστής προσδιορισμού ($r^2 = 0,86$) πλησιάζει τη μονάδα σε σχέση με τον αντίστοιχο συντελεστή στο *M. annua*, στηριζόμενοι στη μέθοδο παλινδρόμησης των Campbell et al. (1974).

Επιπρόσθετα, έγινε η μελέτη της βιωσιμότητας αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά φυτό-ξενιστή στις εκάστοτε θερμοκρασίες καθώς και η μελέτη της θνησιμότητας των ατελών σταδίων ανάπτυξης του *C. trivialis*. Ως προς την βιωσιμότητα, ενώ γενικά τα αρσενικά ζουν περισσότερο από τα θηλυκά (Perdikis et al. 2003), στη παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκε σημαντική ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των δύο φύλων. Αντίστοιχα, ως προς την θνησιμότητα σημειώθηκε ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των μελετώμενων ξενιστών στις εκάστοτε θερμοκρασίες. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό της θνησιμότητας στους 15°C και 19°C στο *S. alba* ήταν μεγαλύτερο από εκείνο στο *M. annua*. Το αντίστροφο σημειώθηκε στους 24°C και 27°C. Επιπλέον, στους 24°C και στους 27°C το ποσοστό θνησιμότητας στο *P. diffusa* ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με εκείνο στο *U. urens*. Τέλος, στην ελιά και στην πορτοκαλιά το ποσοστό της θνησιμότητας σημειώθηκε στο 100% , υποδεικνύοντας ότι τα άτομα στους παραπάνω ξενιστές που έφτασαν μέχρι την τρίτη νυμφική ηλικία δεν κατάφεραν να επιβιώσουν.

Το υψηλό ποσοστό της θνησιμότητας μπορεί να αποδοθεί σε διάφορους παράγοντες, όπως η ηλικία του φυτού που εξαιτίας της αλλαγής στην φυσιολογία του υπάρχει και διαφοροποίηση στην διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τις συνθήκες που επικρατούν στο εργαστήριο, η καταλληλότητα του φυτού- ξενιστή για το έντομο και η επίδραση του φυτού- ξενιστή στην βιολογία του εντόμου (Bertin et al. 2013).

Κατά την διάρκεια της μελέτης, ο μεγαλύτερος αριθμός των νυμφών του *C. trivialis* σημειώθηκε την περίοδο Μαρτίου - Απριλίου. Από τα μέσα Μαΐου ο πληθυσμός μειώνεται σημαντικά ενώ τον Ιούνιο δεν συναντάμε άτομα του είδους. Το *C. trivialis* μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας περιστασιακός εχθρός. Η ζημιά που μπορεί να προκαλέσει είναι αμφίβολη. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην καρπόδεση της ελιάς (Perdikis et al. 2009). Όσο αφορά την πορτοκαλιά, σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει μείωση στον αριθμό των ανθέων καθώς και καρπόπτωση (Perdikis et al. 2009). Σε κάθε περίπτωση, κρίνεται αναγκαία η γνώση των παραγόντων, που μπορούν να οδηγήσουν στις ζημιές που αναφέραμε παραπάνω.

Συμπερασματικά, η κατανόηση της βιοοικολογίας του *C. trivialis* μέσα από ένα σύνολο παρατηρήσεων που σχετίζονται με την συμπεριφορά του στις διαφορετικές συνθήκες του περιβάλλοντος συμβάλλουν στη συλλογή πληροφοριών για την ανάπτυξη του, την επιβίωση, την θνησιμότητα αλλά και για τις διατροφικές του προτιμήσεις. Επιπλέον, θα πρέπει να προσθέσουμε ότι στην κατανόηση της οικολογίας του σημαντικό ρόλο παίζει η αναπτυξιακή απόκριση του σε σχέση με την θερμοκρασία. Έτσι, με τη βοήθεια φαινολογικών προτύπων εξαρτώμενα από την θερμοκρασία μπορούμε να αντλήσουμε επιπλέον πληροφορίες για την γεωγραφική κατανομή του και την δυναμική του πληθυσμού του (Regniere et al. 2012). Κατά επέκταση όλων των παραπάνω, μας δίνεται η δυνατότητα να προβλέψουμε την εποχιακή εμφάνιση του *C. trivialis* στον αγρό.

Με αυτό τον τρόπο, μας δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης κατάλληλων στρατηγικών για τον έλεγχό του, με σκοπό την σωστή του διαχείριση ώστε να μην ζημιώσει την παραγωγή καλλιεργειών, όπως αυτή της ελιάς και των εσπεριδοειδών, που αποτελούν για πολλές χώρες, συμπεριλαμβάνοντας και αυτή της χώρα μας καλλιέργειες υψίστης οικονομικής σημασίας.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Γιαμβριάς, Χ. 1996. Σημειώσεις Γεωργικής Εντομολογίας(III). Εντομολογικοί εχθροί της ελιάς. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. σελ.24-26.

Τζανακάκης, Μ.Ε. και Β.Ι. Κατσόγιαννος. 2003. Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου. Αθήνα. Εκδόσεις Αγρότυπος. σελ.248-249.

Τρίγκας, Π. 2012. Σημειώσεις Συστηματικής Βοτανικής. Κλείδες προσδιορισμού σπερματοφύτων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ξένογλωσση

Agusti, M., S. Zaragoza, H. Bleiholder, L. Buhr, H. Hack, R. Klose and R. Stauss. 1997. Adaptation of the BBCH scale for the description of Citrus fruits phenological stages. *Fruits*. 52: 287-295.

Ahmad T.R. and M.A. Ali. 1985. Forecasting emergence and flight of some *Ephestia spp.* (Lepidoptera: Pyralidae) based on pheromone trapping and degree-day accumulations. *Journal of Applied Entomology*. 119: 611-614.

Angilletta, Jr., M. J., 2009. Thermal adaptation: a Theoretical and Empirical Synthesis. Oxford University Press. New York. 289.

Arnold, C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Journal of American Society and Horticultural Science*. 74: 430-445.

Asante, S.K., W. Danthanarayana and H. Heatwole. 1991. Bionomics and population growth statistics of apterous virginoparae of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*, at constant temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 66: 261-270.

Anderwartha, H.G. and L.C. Birch. 1954. The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press. Chicago.

Bertin, A., L.C. Bortoli, M. Botton and J.R.P. Parra. 2013. Host Plant Effects on the Development, Survival and Reproduction of *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Grapevines. Entomol. Soc. Am. 106: 604-609.

Bodenheimer, F.S. and E. Swirski. 1957. The Aphidoidea of Middle East. Weizmann Sci Press of Israel. Jerusalem.

Briere, J.P., P. Pracros, A.Y. LeRoux, J.S. Pierre. 1999. A novel rate model of temperature dependent development for arthropods. Environ. Entomol. 28:22-29

Campbell, A., B. Frazer, N. Gilbert, M.J. Gattierez and Mackauer. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. Journal of Applied Ecology. 11: 431-438.

Davidson, J. 1994. On the relationship between temperature and rate of development of insects at constant temperatures. Journal of Animal Ecology. 13: 26-38.

Danilevskii, A.S. 1965. Photoperiodism and Seasonal Development of Insects. Oliver and Boyd LTD. Edinburg and London. pp: 283.

Drosopoulos, S., 1993. Is the bug *Calocoris trivialis* a real pest of olives?. International Journal of Pest Management. 39: 317-320.

Gerakaki, K.P., A.P. Kalaitzaki, K.N. Varikou and V.Z. Alexandrakis. 2007. *Calocoris trivialis* Costa (Hemiptera: Miridae) a pest of olive orchards of country of Chania . In: Proceedings of the 12th Pan-Hellenic entomological congress, Larnaca. Hellenic Entomological Society. pp: 64-66.

Howe, R.W. 1967. Temperature effects on embryonic development in insects. Annual Review of Entomology. 12: 15-42.

Ikemoto, T., I. Kurahashi, P.J. Shi. 2013. Confidence interval of intrinsic optimum temperature estimated using thermodynamics SSI model. Insect Sci. 20: 420-428.

Ikemoto, T., 2005. Intrinsic optimum temperature for development of insects and mites. Environ. Entomol. 34: 1377-1387.

Ikemoto T. and K. Takai. 2000. A new linearized formula for the law of total effective temperature and the evaluation of line fitting methods with both variables subjects to error. *Environ. Entomol.* 29:671-682.

Jarosik V., A. Honek, R.D. Magarey and J. Skuhrovec. 2011. Developmental database for phenology models: Related insect and mite species have similar thermal requirements. *Journal of Economic Entomology.* 104: 1870-1876.

Kalaitzaki, A., A. Amara and A. Tsagkarakis. 2012. Seasonal phenology and relative preference of *Closterotomus (Calocoris) trivialis* (Hemiptera:Miridae) on olive, citrus and associated host plants in the field. *Appl. Entomol. Zool.*

Kalaitzaki, A., D.P. Lykouressis, D.Ch. Perdikis and V.Z. Alexandrakis. 2007. Effect of temperature on Development and Survival of the Parasitoid *Pnigalio pectinicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Reared on *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Glacillaridae). *Environmental Entomology* 36: 497-505 .

Kinjo K. and N. Arakaki. 2002. Effect of temperature on development and reproductive characteristics of *Diaphania indica* (Saunders) (Lepidoptera:Pyralidae). *Applied Entomology and Zoology.* 37: 141-145.

Lactin, D.J., N.J. Holiday, D.L. Johnson and R. Craigen. 1995. Improved rate model of temperature dependent development by arthropods. *Environmental Entomology.* 24: 68-75.

Lamb, R.J., 1992. Developmental rate of *Asyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) at low temperatures: Implications for estimating rate parameters for insects. *Environmental Entomology.* 21: 10-19.

Logan, J.A., D.J. Wollkind, S.C. Hoyt, and L.K. Tanigoshi. 1976. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. *Environmental Entomology.* 5: 1133-1140.

Laudien, H. 1973. Changing reaction systems. In: *Temperature and life.* Precht, H., J. Christopherson and H. Larcher(eds). Springer. New York. pp.335-399.

Lykouressis, D.P., Dionyssios Ch. Perdikis and Maria Michalaki. 2001. Nymphal development and survival of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera:

Miridae) on Two Eggplant Varieties as Affected by Temperature and Presence/Absence of Prey. *Biological Control*. 20: 222-227.

Messenger, P.S. 1959. Bioclimatic studies of insects. *A Rev. Entomology*. 4: 183-206.

Monaco, R., 1986. Preoccupante ricompra di *Calocoris trivialis* Costa sull' olivo in Puglia. *Informatore fitopathol.*, 9. pp. 5-7.

Neven, L.G., 2000. Physiological responses of insects to heat. *Postharvest Biology and Technology* 21. pp.103-111.

Padmavathi, C., G. Katti, V. Sailaja, A.P Padmakumari, V. Jhansilakshmi, M.Prabhakar and Y.G Prasad. 2013. Temperature thresholds and thermal requirements for the development of the rice leaf folder, *Cnaphalocrocis medinalis*. *Journal of Insect Science*. Vol. 13. Article 96.

Perdikis, D., S. Panagakis and D. Maselou. 2010. Studies on the damage potential of *Closterotomus (=Calocoris) trivialis* and *Aphanosoma italicum* (Hemiptera:Miridae) on citrus. *J Pest Sci*. 83: 113-119.

Perdikis, D., N. Garantonakis, P. Kitsis, A. Giatropoulos, A. Paraskevopoulos, G. Cassis and S. Panagakis. 2009. Studies on the damage potential of *Closterotomus trivialis* and *Aphanosoma italicum* on olive fruit setting. *Bulletin of Insectology* 62: 215-219.

Perdikis, D.Ch., A.A. Fantinou and D.P. Lykouressis. 2003. Constant rate allocation in nymphal development in species of Hemiptera. *Physiological Entomology* 28: 331-339.

Perdikis, D.C. and D.P. Lykouressis. 2003. *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) as a factor inhibiting the survival and population increase of the predator *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) on cucumber. *Eur. J. Entomol*. 100: 501-508.

Perdikis, D.C. and D.P. Lykouressis. 2002 . Description of the Egg and Nymphal Instars of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera:Miridae). *Entomologia Hellenica* 14: 32-40.

Regniere, J., J. Powell, B. Bentz and V. Nealis. 2012. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*. 58: 634-647.

Schoolfield, R.M., P.J.H. Sharpe, C.E. Magnuson. 1981. Non-linear regression of biological temperature –dependent rate models based on absolute reaction-rate theory. *J. Theor. Biol.* 88: 719-731.

Sharpe, P.J. and D.W. De Michele. 1977. Reaction kinetics of poikilotherm development. *Journal of Theoretical Biology*. 64:649-670.

Sanz-Cortes, F., J. Martinez-Calvo, ML. Badenes, H. Bleiholder, H. Hack, G. Llacer and U. Meier. 2002. Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). *Ann. Appl. Biol.* 140: 151-157.

Spanoudis, C.G. and S.S. Andreadis. 2011. Temperature-dependent survival, development and adult longevity of the koinobiont endoparasitoid *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitizing *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *J Pest Sci.* 85:75-80.

SAS Institute. 2016. JMP A guide to Statistical and Data Analysis. Version 13. SAS Institute Inc, Cary, NC.

Shi, P., Ge.F., Sun, Y. Chen. 2011a. A simple model for describing the effects of temperature on insect development rate. *J. Asia Pac. Entomol.* 14: 15-20.

Shi, P., T., Ikemoto, C., Egami, Ge.F., Sun, Y., Chen. 2011b. A modified program for estimating the parameters of the SSI model. *Environ. Entomol.* 40:462-469.

Stinner, R.E., A.P. Gutierrez, and G.D. Butler. 1974. An algorithm for temperature-dependent growth rate simulation. *The Canadian Entomologist*. 106: 519-524.

Taveras, R., L. Hilje and M. Carballo. 2004. Development of *Hypsipyla grangella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in response of Constant temperatures. *Neotropical Entomology*. 33: 1-6.

Tolly, M. P. and W.H. Robinson. 1986. Seasonal abundance and degree-day prediction of sod webworm (Lepidoptera: Pyralidae) adult emergence in Virginia. *Journal of Economical Entomology*. 79: 400-404.

Varikou, K. and A. Biroukaki. 2014. Life history of *Closterotomus (Calocoris) trivialis* (Costa) (Heteroptera: Miridae) in olive and citrus orchards in Crete. *Crop Protection* 59: 14-21.

