

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας &
Εντομολογίας



Αθήνα 2015

«Βιοδοκιμές αποτελεσματικότητας ουσιών
φυτικής προέλευσης επί του δορυφόρου της
πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* (Say)
(Coleoptera: Chrysomelidae)»



Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αντώνης Ανδρέου

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
Τμήμα επιστήμης φυτικής παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας

Μεταπτυχιακή Διατριβή

«Βιοδοκιμές αποτελεσματικότητας ουσιών
φυτικής προέλευσης επί του δορυφόρου της
πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* (Say)
(Coleoptera: Chrysomelidae)»

Αντώνης Ανδρέου

Επιβλέπων: Δρ. Παπαδούλης Γεώργιος, Καθηγητής

Συνεπιβλέποντες: Δρ. Εμμανουήλ Νικόλαος, Καθηγητής

Δρ. Περδίκης Διονύσιος, Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα 2015

Περίληψη

Στην Ελλάδα η πατατοκαλλιέργεια θεωρείται μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες τόσο σε εγχώρια κατανάλωση όσο και σε επίπεδο εξαγωγών. Κάθε χρόνο καλλιεργούνται 300 χιλιάδες στρέμματα με πατάτα και παράγονται περίπου 842 χιλιάδες τόνοι κονδύλων. Κατά μέσο όρο η Ελλάδα εξάγει περίπου 19 000 τόνους πατάτας αλλά εισάγει 133 242 τόνους.

Η εντατικοποίηση της πατατοκαλλιέργειας οδήγησε στην αύξηση της παραγωγής αλλά συνάμα και στην αύξηση των εχθρών και ασθενειών που προσβάλλουν τα φυτά της πατάτας. Ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς της πατάτας στην Ελλάδα είναι ο δορυφόρος της πατάτας, *Leptinotarsa decemlineata*. Τόσο τα ενήλικα όσο και οι προνύμφες του τρέφονται με το φύλλωμα, προκαλώντας έντονη αποφύλλωση των φυτών με αποτέλεσμα τη μείωση ή και τον εκμηδενισμό της παραγωγής.

Για την αντιμετώπιση του δορυφόρου της πατάτας σήμερα εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές, όπως η εφαρμογή καλλιεργητικών μέτρων, μηχανικών μέτρων, η χρήση φυτών παγίδων, βιολογική καθώς και χημική αντιμετώπιση.

Τα τελευταία χρόνια λόγω ταχείας ανάπτυξης ανθεκτικότητας στο σύνολο σχεδόν των διαθέσιμων εντομοκτόνων ουσιών καθώς και των αρνητικών επιδράσεων που έχουν οι συμβατικές φυτοπροστατευτικές ενώσεις στους φυσικούς εχθρούς και το περιβάλλον, οι έρευνες έχουν στραφεί στην εύρεση ήπιων ουσιών και κυρίως σε ουσίες φυτικής προέλευσης.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ουσιών φυτικής προέλευσης εναντίον προνυμφών του δορυφόρου της πατάτας. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις με εκχυλίσματα από *Urgimea maritima*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima* και *Ecballium elaterium* πάνω σε αποσπασμένα φύλλα με προνύμφες 1ης, 2ης και 3ης ηλικίας, εντός τρυβλίων. Τα εκχυλίσματα αυτά δοκιμάστηκαν εφαρμόζοντας τα με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους πρόσληψης (μέσω επαφής & στομάχου, επαφής, στομάχου και εισπνοής).

Στις βιοδοκιμές επαφής & στομάχου, επαφής, στομάχου, και τα τέσσερα εκχυλίσματα μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια από τα εκχυλίσματα δεν διέφεραν σημαντικά από το πρότυπο *chloropyrifos*. Αντίθετα στις βιοδοκιμές εισπνοής τα εκχυλίσματα από *U. maritima* και *M. azedarach* είχαν μηδενική έως ελάχιστη θνησιμότητα ενώ τα *A. altissima* και *E. elaterium* είχαν μια μέτρια θνησιμότητα.

Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά προϊόντα εναντίον του δορυφόρου της πατάτας σε προγράμματα βιολογικής αντιμετώπισης καθώς και για να λύσουν προβλήματα ανθεκτικότητας. Ωστόσο χρειάζεται περαιτέρω έρευνα ώστε να μελετηθεί η συμπεριφορά τους σε επίπεδο αγρού και οι επιπτώσεις τους στα ωφέλιμα έντομα, το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Abstract

In Greece, the potato growing is considered of the most important crops both in domestic consumption and in exports. Every year, 30.000 ha are cultivated with potatoes and the production reaches the 842 000 tons of tubers. On average, greek exports are about 19 000 tons of potato and the imports 133 242 tons.

Intensification of potato growing led to increased production, with simultaneously increase of the pests and the diseases affecting the potato plants. One of the most important enemies of the potato in Greece is the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Both the adults and larvae feed on the foliage, causing intense defoliation of the plants, thereby reducing or nullifying the production.

Nowadays, for the control of Colorado potato beetle, various methods and techniques are applied, such as cultivation and engineering measures, the use of trap plants, biological and chemical control.

In recent years, the rapid development of plant resistance to almost all of the available insecticides along with the negative impact that conventional crop protection compounds influence the environment, the research has focused mild substances, mainly with plant origin.

The purpose of this study was to assess the efficiency of plant-derived substances against of Colorado potato beetle. For this purpose treatments with extracts from *Urginea maritima*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima* and *Ecballium elaterium* were performed onto detached leaves with larvae's in first, second and third stage within petri dishes. These extracts were tested by applying four different acquisition modes (via contact & stomach, contact, ingestion and inhalation).

On the conducted bioassays, contact & stomach, contact and ingestion all extracts were found to reduce the number of larvae compared with the control. Indeed in some cases, some of the extracts did not significantly differ from the standard chloropyrifos. Unlikely, in inhalation bioassays the extracts from *U. maritima* and *M.*

azedarach had zero to minimal mortality, while the *A. altissima* and *E. elaterium* caused a moderate mortality.

The present study showed that the extracts tested are capable to be used as natural products against Colorado potato beetle in biological control programs and to contribute the solution of insect-resistance problems. However, further research is needed on the effectiveness in field conditions and their impact on beneficial insects, the environment and the human.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	9
1.1	Ιστορικό της πατατοκαλλιέργειας	9
1.2	Η πατάτα στον κόσμο, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα	11
1.2.1	Η παγκόσμια παραγωγή πατάτας.....	11
1.2.2	Παγκόσμιο εμπόριο πατάτας.....	12
1.2.3	Η παραγωγή και εμπορεία στην Ελλάδα.....	14
1.3	Βοτανικά και διατροφικά χαρακτηριστικά της πατάτας	15
1.4	Εποχές καλλιέργειας της πατάτας	16
1.5	Ποικιλίες πατάτας.....	17
1.6	Προβλήματα που αντιμετωπίζει η καλλιέργεια της πατάτας στην Ελλάδα.....	18
1.6.1	Αβιοτικοί παράγοντες	18
1.6.1.1	Κλιματικές συνθήκες.....	19
1.6.1.2	Ακανόνιστα ποτίσματα	19
1.6.1.3	Τροφοπενίες	20
1.6.1.4	Μεταχρωματισμός κονδύλων (πρασίνισμα, μελάνιασμα)	20
1.6.2	Βιοτικοί παράγοντες	20
1.6.2.1	Ζιζάνια.....	21
1.6.2.2	Φυτοπαθολογικές ασθένειες της πατάτας.....	21
1.6.2.3	Εντομολογικοί εχθροί της πατάτας	22
1.6.2.4	Φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις της πατάτας.....	23
1.7	Δορυφόρος της πατάτας.....	24
1.7.1	Ταξινόμηση	24
1.7.2	Καταγωγή και διάδοση	24
1.7.3	Ξενιστές.....	25
1.7.4	Μορφολογία	25
1.7.4.1	Αυγά.....	25
1.7.4.2	Προνύμφη.....	26
1.7.4.3	Νύμφη.....	26
1.7.4.4	Ενήλικο.....	27
1.7.5	Βιολογικός κύκλος.....	27
1.7.6	Συμπτώματα – Ζημιές	29
1.7.7	Ανίχνευση και μέθοδοι παρακολούθησης	30

1.7.8	Τρόποι μεταφοράς και διάδοσης	30
1.7.9	Οικονομικές επιπτώσεις	30
1.7.10	Αντιμετώπιση	31
1.7.10.1	Καλλιεργητικά μέτρα	31
1.7.10.2	Μηχανικά μέτρα	32
1.7.10.3	Χρήση φυτών παγίδων	32
1.7.10.4	Βιολογική αντιμετώπιση	32
1.7.10.5	Χημική αντιμετώπιση.....	34
1.8	Φυτά με εντομοκτόνες ιδιότητες	35
1.8.1	<i>Melia azedarach</i>	36
1.8.2	<i>Urginea maritima</i>	37
1.8.3	<i>Ailanthus altissima</i>	39
1.8.4	<i>Ecballium elaterium</i>	40
1.9	Στόχοι του πειράματος	42
2	Υλικά και Μέθοδοι.....	43
2.1	Εκτροφή εντόμων	43
2.2	Παρασκευή εκχυλισμάτων	44
2.3	Ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν και δόσεις.....	44
2.4	Βιοδοκιμές επαφής & στομάχου	45
2.5	Βιοδοκιμές επαφής.....	46
2.6	Βιοδοκιμές στομάχου	47
2.7	Βιοδοκιμές εισπνοής.....	47
2.8	Στατιστική ανάλυση	48
3	Αποτελέσματα	49
3.1	Βιοδοκιμές επαφής & στομάχου	49
3.2	Βιοδοκιμές επαφής.....	53
3.3	Βιοδοκιμές στομάχου	59
3.4	Βιοδοκιμές εισπνοής.....	64
3.5	Σύγκριση της αποτελεσματικότητας ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της κάθε ουσίας από τις προνύμφες.....	69
3.5.1	<i>Urginea maritima</i>	69
3.5.2	<i>Melia azedarach</i>	72
3.5.3	<i>Ailanthus altissima</i>	76

3.5.4	<i>Ecballium elaterium</i>	79
3.5.5	Agrispray	82
4	Συζήτηση – Συμπεράσματα	86
5	Βιβλιογραφία	89

1 Εισαγωγή

1.1 Ιστορικό της πατατοκαλλιέργειας

Το φυτό πατάτα (*Solanum tuberosum* L.), προέρχεται από τα υψίπεδα των Άνδεων της Νότιας Αμερικής (Περού, Κολομβία, Ισημερινός, Βολιβία) (Εικ. 1) και μεταφέρθηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη από τους Ισπανούς εξερευνητές το 1537.



Εικόνα 1 Οροσειρά των Άνδεων, Νότια Αμερική

Η πατάτα καλλιεργείτο από τους Ίνκας για περίπου 2.000 χρόνια πριν από την ανακάλυψη της Αμερικής (Bradshaw & Ramsay 2009). Αρχαιολογικά ευρήματα υποδεικνύουν ότι η πατάτα αποτελούσε τη βασική τροφή των ανθρώπων κατά την

αρχαιότητα. Αυτό επιβεβαιώνεται και μέσω πρόσφατης έρευνας, όπου με τη χρήση ραδιενεργού άνθρακα προσδιορίστηκε η ηλικία κόκκων αμύλου πατάτας ηλικίας 8.000 χρόνων (Ολύμπιος 2009). Εκτός από την καλλιεργούμενη πατάτα *S. tuberosum*, υπάρχουν και άλλα έξι είδη που καλλιεργούνται αποκλειστικά στις Άνδεις. Επιπρόσθετα από τα επτά καλλιεργούμενα είδη πατάτας, το 2001 καταγράφηκαν 199 άγρια είδη πατάτας τα οποία ενδημούν μόνο στην Αμερική και εκτείνονται από τις νοτιοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες μέχρι την κεντρική Αργεντινή, Βολιβία και Χιλή (Spooner & Hijmans 2001).

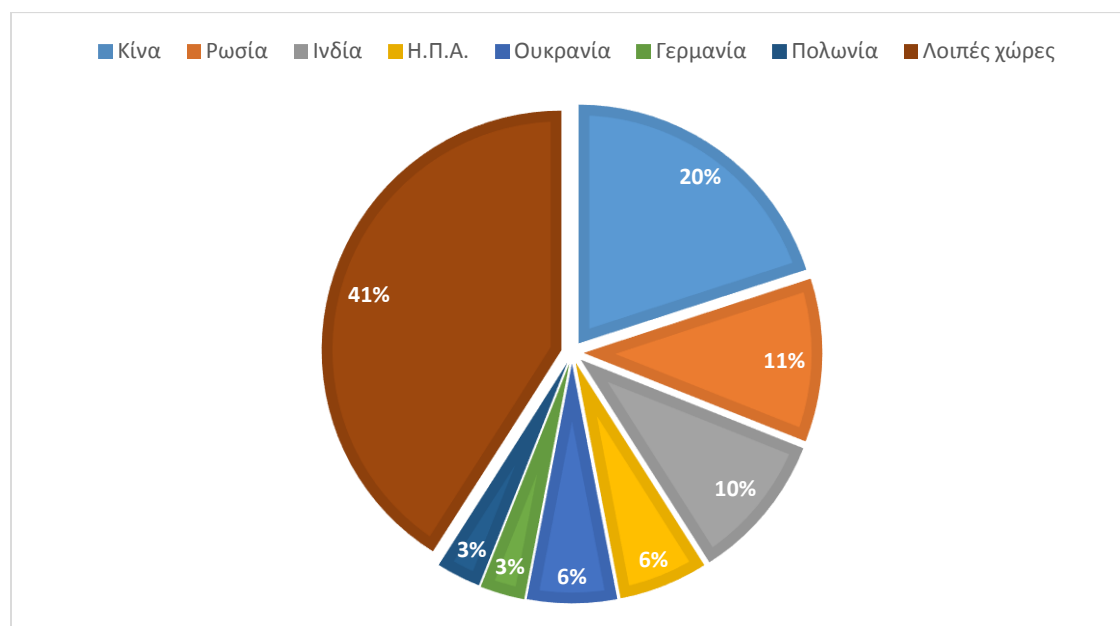
Στην Ελλάδα η πατάτα έγινε γνωστή πρώτα στα Ιόνια Νησιά λίγο πριν την επανάσταση του 1821, όταν την έφεραν οι Γάλλοι. Το 1800 φαίνεται ότι υπήρξε η πρώτη ελληνική καλλιέργεια πατάτας στο νησί της Κέρκυρας. Ο Σ. Παραμυθιώτης εξέδωσε φυλλάδιο το 1817 στην Κέρκυρα με τίτλο «Καλλιέργεια των γεώμηλων». Το νεοσύστατο ελληνικό κράτος υιοθέτησε την καλλιέργεια της πατάτας χάρη στο ισχυρό ενδιαφέρον που έδειξε ο Κυβερνήτης Ιωάννης Καποδίστριας. Το πρώτο χωράφι φυτεύτηκε το 1828 στην Αίγινα με πατάτες από την Κέρκυρα και τη Σύρο. Το «Γεωργικό σχολείο» που ιδρύθηκε στην Τίρυνθα έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση της καλλιέργειας στην περιοχή της Πελοποννήσου (Μήτσης 2011).

1.2 Η πατάτα στον κόσμο, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα

1.2.1 Η παγκόσμια παραγωγή πατάτας

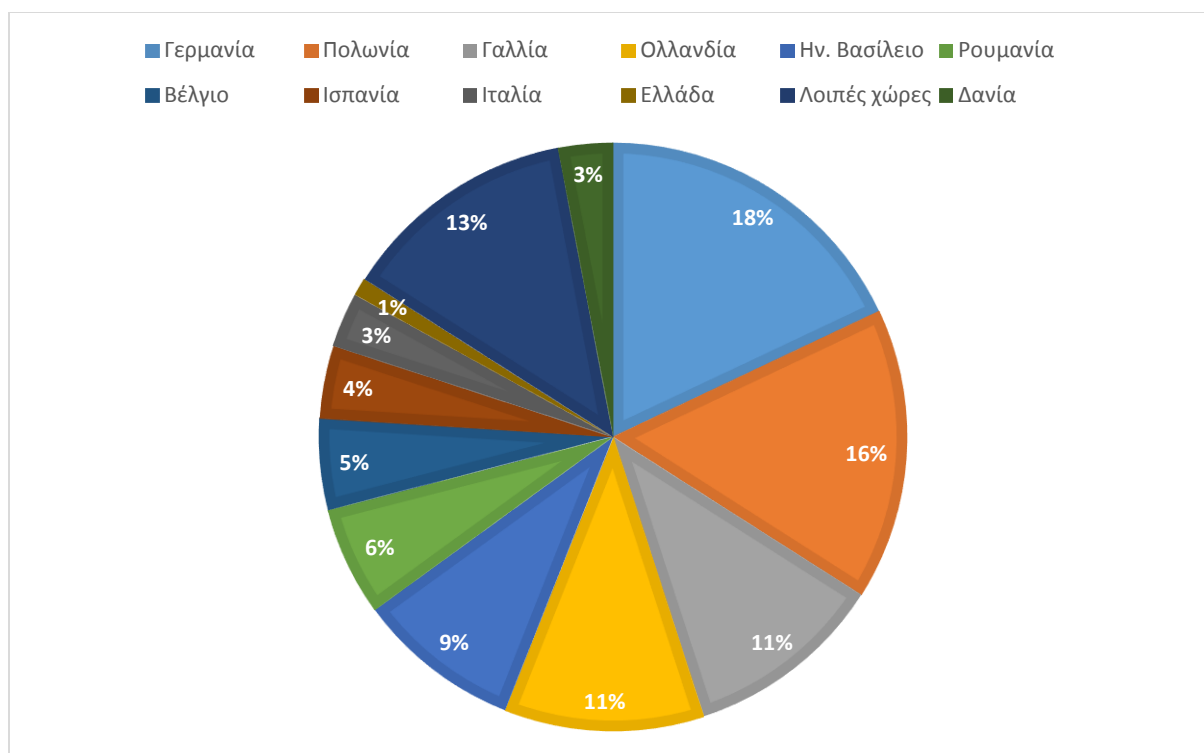
Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, κατά μέσο όρο για την περίοδο 2005 - 2009, καλλιεργούνται ετησίως 185.536.492 στρέμματα πατάτας σε όλο τον κόσμο και παράγονται περίπου 322.000.000 τόνοι κονδύλων. Η μεγαλύτερη παραγωγή συντελείται στην Ασία με περίπου 134 εκατομμύρια τόνους και ακολουθείται από την Ευρώπη με 126 εκατομμύρια τόνους και τη Β. Αμερική με 24 εκατομμύρια τόνους (μέσος όρος της περιόδου 2005-2009, FAO). Η συνολική παγκόσμια παραγωγή πατάτας από το έτος 1980 και μετά παρουσιάζει σταθερά αυξητική τάση. Σημαντικό ρόλο στην αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής φαίνεται ότι διαδραματίζουν κυρίως οι αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς η παραγωγή στην Ευρώπη και την Β. Αμερική παρουσιάζει σταθερή μείωση από χρονιά σε χρονιά.

Τη μεγαλύτερη παραγωγή παγκοσμίως εμφανίζει η Κίνα με 65.527.798 τόνους (μέσος όρος της περιόδου 2005-2009) και αντιστοιχεί στο 20% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Ακολουθείται από τη Ρωσία και την Ινδία οι οποίες παράγουν το 11% και 10% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής, τις Η.Π.Α. και την Ουκρανία με 6% αντίστοιχα και τη Γερμανία και Πολωνία με 3% αντίστοιχα (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1 Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή πατάτας παγκόσμια (Πηγή: FAO)

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγονται κατά μέσο όρο κάθε χρόνο περίπου 61.000.000 τόνοι πατάτας, δηλαδή περίπου το 19% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής (FAO μέσος όρος περιόδου 2005-2009). Η Γερμανία με την Πολωνία κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην παραγωγή πατάτας εντός της Ένωσης με 11 και 10 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα. Μαζί και οι δύο αυτές χώρες κατέχουν το 34% της συνολικά παραγόμενης πατάτας εντός της Ε.Ε. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα αντιστοιχεί μόνο το 1% από τη συνολικά παραγόμενη πατάτα εντός της Ε.Ε. (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2 Η παραγωγή πατάτας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Πηγή FAO)

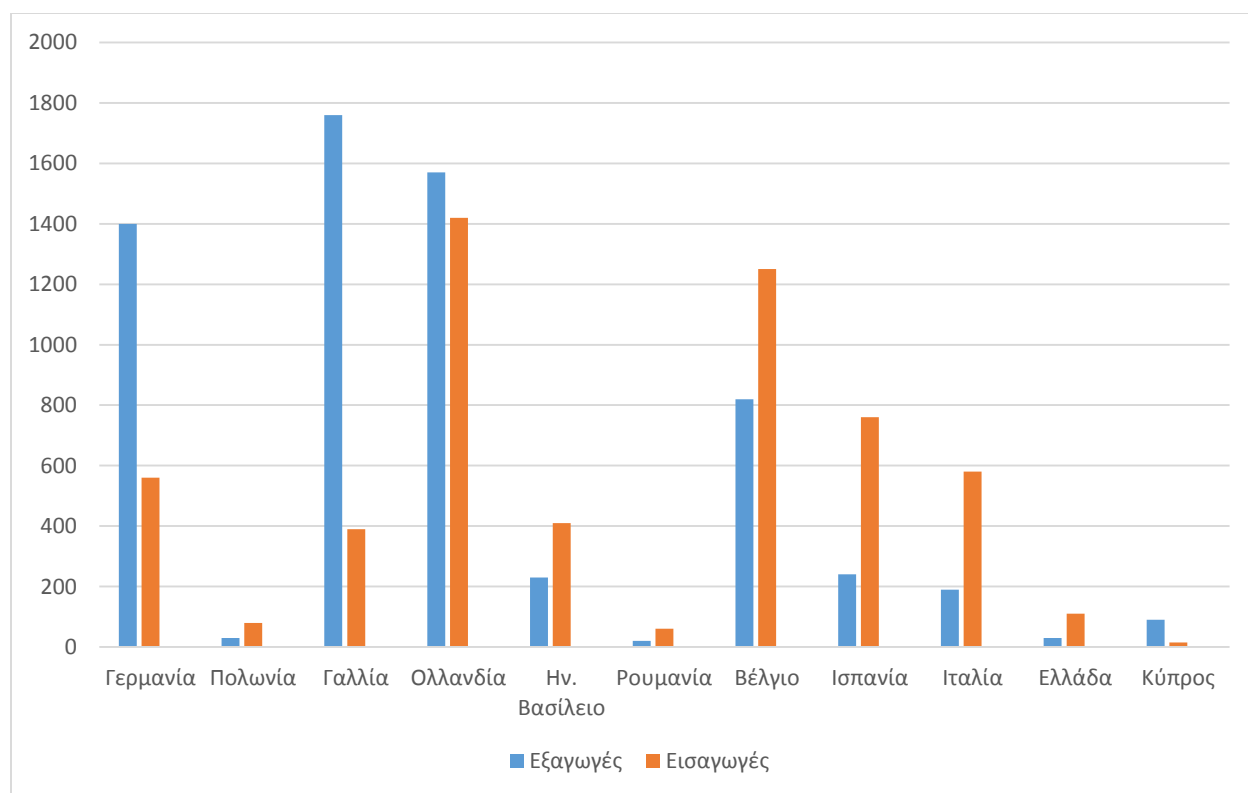
1.2.2 Παγκόσμιο εμπόριο πατάτας

Κατά μέσο όρο διακινούνται ετησίως περίπου 9,6 εκατομμύρια τόνοι πατάτας παγκοσμίως (μέσοι όροι περιόδου 2004-2008, FAO). Αυτή η ποσότητα ωστόσο είναι πάρα πολύ μικρή σε σχέση με αυτήν που παράγεται παγκοσμίως (περίπου 322 εκατομμύρια τόνοι) και το οποίο δείχνει ότι το μεγαλύτερο κομμάτι της παγκόσμιας παραγωγής καταναλώνεται στις εγχώριες αγορές των παραγωγικών χωρών. Το

σύνολο του παγκόσμιου εμπορίου πατάτας πραγματοποιείται ουσιαστικά από την Ε.Ε. Οι χώρες της Ε.Ε. διακινούν περίπου το 70% της παγκόσμιας εμπορεύσιμης πατάτας.

Η χώρα με τις μεγαλύτερες εξαγωγές σε πατάτα παγκοσμίως είναι η Γαλλία η οποία κάθε χρόνο εξάγει περίπου 1,7 εκατομμύρια τόνους και το οποίο αντιστοιχεί στο 17% των συνολικών παγκόσμιων εξαγωγών πατάτας (μέσοι όροι περιόδου 2004-2008, FAO). Σε μικρή απόσταση όσον αφορά τις εξαγωγές είναι η Ολλανδία με περίπου 1,57 εκατομμύρια τόνους και ακολουθείται από τη Γερμανία και το Βέλγιο με 1,4 και 0,8 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα.

Στον τομέα των εισαγωγών η Ολλανδία με 1,4 εκατομμύρια τόνους κατέχει την πρώτη θέση και έπονται το Βέλγιο με 1,2 εκατομμύρια τόνους και η Ισπανία με 0,7 εκατομμύρια τόνους (Διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3 Το εμπόριο πατάτας από χώρες της Ε.Ε. (Πηγή FAO)

1.2.3 Η παραγωγή και εμπορεία στην Ελλάδα

Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΑΑΤ (περίοδος 2002-2009) στην Ελλάδα καλλιεργούνται κάθε χρόνο 300 χιλιάδες στρέμματα με πατάτα και παράγονται περίπου 842 χιλιάδες τόνοι κονδύλων.

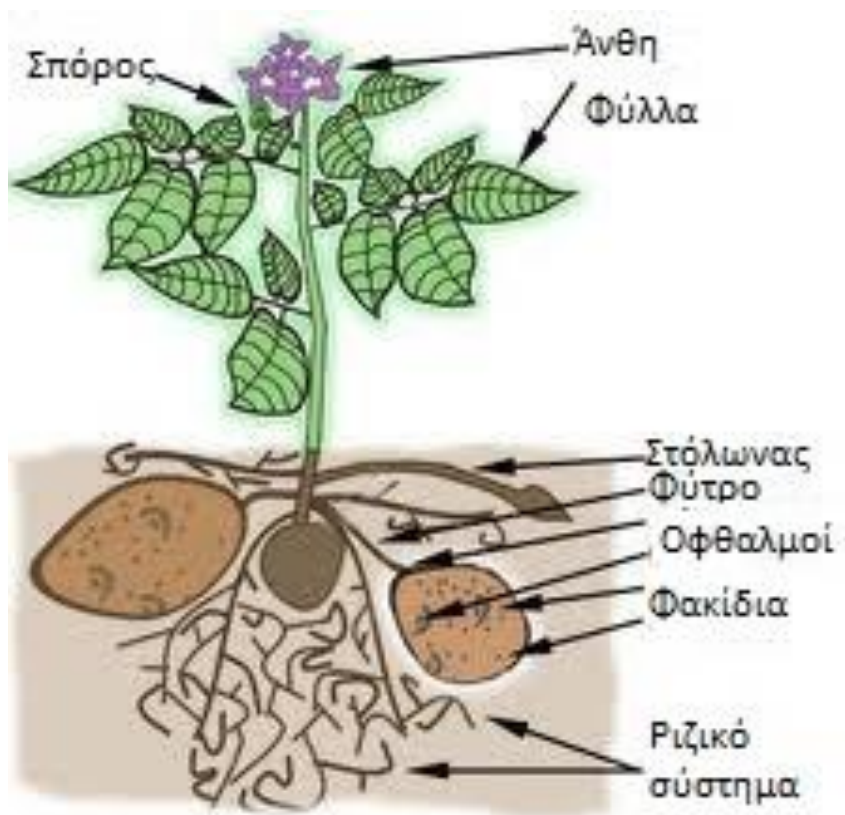
Κατά μέσο όρο η Ελλάδα εξάγει περίπου 19.000 τόνους πατάτας αλλά εισάγει 133.242 τόνους (στοιχεία του FAO για την πενταετία 2004-2008). Βασικοί προμηθευτές της Ελλάδας σε πατάτα θεωρούνται η Αίγυπτος και η Κύπρος και έπονται άλλες χώρες όπως η Τουρκία, η Γαλλία κτλ. Ειδικότερα για την Αίγυπτο και σύμφωνα με στοιχεία της στατιστικής Υπηρεσίας Αιγύπτου (περίοδος 2004-2008) φαίνεται, ότι η συγκεκριμένη χώρα κάθε χρόνο και κατά μέσο όρο μας εξάγει περίπου 62.000 τόνους πατάτας. Δηλαδή, η μισή περίπου από τη συνολική εισαγόμενη πατάτα προέρχεται από την Αίγυπτο.

1.3 Βοτανικά και διατροφικά χαρακτηριστικά της πατάτας

Η πατάτα, είναι κονδυλώδες φυτό της οικογένειας *Solanaceae*. Είναι το μοναδικό λαχανικό μεταξύ των 5 κυριότερων καλλιεργούμενων φυτικών ειδών στη διατροφή του ανθρώπου (Walker *et al.* 1999). Είναι ετήσιο, δικοτυλήδονο, ποώδες φυτό. Ο βιολογικός της κύκλος διαρκεί 3 – 5 μήνες , ανάλογα με το είδος, την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες. Πολλαπλασιάζεται αγενώς κυρίως με υπόγειους κονδύλους (πατατόσπορος). Ο πραγματικός σπόρος (βοτανικός υπέργειος σπόρος) χρησιμοποιείται όταν επιδιώκεται η δημιουργία νέων τύπων ή ποικιλιών. Το φυτό της πατάτας χαρακτηρίζεται από συμπαγή θαμνώδη ανάπτυξη.

Η ρίζα της αποτελείται από πολυάριθμα λεπτά ινώδη ριζίδια, αρκετά καλά αναπτυγμένα. Τα φύλλα του φυτού είναι σύνθετα και τα άνθη του φέρονται σε ταξιανθίες που έχουν μακρύ άξονα και αναπτύσσονται από την μασχάλη του τελευταίου φύλλου του βλαστού (Εκ. 2) (Ολύμπιος 2009).

Η πατάτα είναι λαχανικό με πλούσια θρεπτική αξία και κατέχει σημαντικό ρόλο στη μεσογειακή διαίτα. Το εδώδιμο μέρος της πατάτας, ο κόνδυλος, περιέχει 2,1% πρωτεΐνη και 20,8% υδατάνθρακες, ενώ παράλληλα είναι



Εικόνα 2 Τα κυριότερα μέρη ενός φυτού πατάτας

πλούσιο σε βιταμίνες C και D (Berti *et al.* 2010). Οι πατάτες χρησιμοποιούνται για άμεση και έμμεση κατανάλωση ως φρέσκες και ως βιομηχανοποιημένες, αντίστοιχα.

1.4 Εποχές καλλιέργειας της πατάτας

Η συνολική ποσότητα της πατάτας στην Ελλάδα παράγεται σε τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους εντός του έτους, οπότε μπορεί να γίνει ο εξής διαχωρισμός:

- **Παραγωγή ανοιξιάτικης πατάτας:** Η φύτευση κλιμακώνεται από το Δεκέμβριο (π.χ. Εύβοια και Ηλεία) και μπορεί να φτάσει μέχρι το Μάρτιο (π.χ. Αιτωλοακαρνανία, Νάξος, Σέρρες, κτλ.). Κατά μέσο όρο για την παραγωγή της ανοιξιάτικης πατάτας καλλιεργούνται κάθε χρόνο περίπου 140 χιλιάδες στρέμματα και παράγονται 324 χιλιάδες τόνοι κονδύλων (μέσος όρος περιόδου 2002-2009, στοιχεία ΥΠΑΑΤ). Οι κυριότερες περιοχές παραγωγής ανοιξιάτικης πατάτας σύμφωνα με στοιχεία των τοπικών αγροτικών διευθύνσεων για το έτος 2010, θεωρούνται οι νομοί Αχαΐας, Ηλείας, Μεσσηνίας, καθώς και η Νάξος. Δηλαδή η παραγωγή ανοιξιάτικής πατάτας εντοπίζεται στις νοτιότερες περιοχές της χώρας οι οποίες έχουν ηπιότερο χειμώνα.
- **Παραγωγή καλοκαιρινής πατάτας:** Η φύτευση του πατατόσπορου αρχίζει συνήθως από Μάρτιο (π.χ. Ορεσιτιάδα, Καβάλα, Κοζάνη, Νευροκόπι) και φτάνει περίπου μέχρι το Μάιο (π.χ. Φλώρινα, Σέρρες, Νευροκόπι, κτλ.). Κατά μέσο όρο για την παραγωγή της καλοκαιρινής πατάτας καλλιεργούνται κάθε χρόνο περίπου 144 χιλιάδες στρέμματα και παράγονται 360 χιλιάδες τόνοι κονδύλων (μέσος όρος περιόδου 2002-2009, στοιχεία ΥΠΑΑΤ). Οι κυριότερες περιοχές παραγωγής καλοκαιρινής πατάτας σύμφωνα με στοιχεία των τοπικών αγροτικών διευθύνσεων για το έτος 2010, μπορούν να θεωρηθούν οι νομοί Δράμας, Αρκαδίας, Φλώρινας, Πέλλας, Σερρών, Κοζάνης, Ξάνθης κτλ. Όπως είναι φανερό η βασική παραγωγή της καλοκαιρινής πατάτας εντοπίζεται στις ψυχρότερες περιοχές της χώρας.
- **Παραγωγή φθινοπωρινής πατάτας:** Η φθινοπωρινή πατάτα παράγεται σε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό σε σχέση με την ανοιξιάτικη και την καλοκαιρινή. Η φύτευση ξεκινά από το Μάιο (π.χ. Λασιθι Κρήτης), εντοπίζεται τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο – Αύγουστο) και φτάνει μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου (π.χ. Νάξος). Κατά μέσο όρο για την παραγωγή της φθινοπωρινής πατάτας καλλιεργούνται κάθε χρόνο περίπου 74 χιλιάδες στρέμματα και παράγονται 167

χιλιάδες τόνοι κονδύλων (μέσος όρος περιόδου 2002-2009, στοιχεία ΥΠΑΑΤ). Βασικές περιοχές παραγωγής φθινοπωρινής πατάτας θεωρούνται οι νομοί Βοιωτίας, Λασιθίου, Αχαΐας, Ευβοίας και Ηλείας (Βαχαμίδης & Γιαννοπολίτης 2011).

1.5 Ποικιλίες πατάτας

Για την επιλογή της ποικιλίας που θα καλλιεργηθεί, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένοι παράγοντες, οι κυριότεροι των οποίων είναι οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, οι προτιμήσεις των καταναλωτών όσον αφορά τον τύπο της πατάτας (λευκόσαρκτη, κιτρινόσαρκτη, σφαιρική, ωειδής, συγκεκριμένης ποιότητας κ.λ.π.), η ευπάθεια ή αντοχή των ποικιλιών σε εχθρούς και ασθένειες που αποτελούν πρόβλημα στην περιοχή, η σημασία που έχει το ύψος της παραγωγής και ασφαλώς η δυνατότητα εξασφάλισης υγιούς πατατόσπορου από την ποικιλία που θα καλλιεργηθεί.

Στην Ελλάδα, το Υπουργείο Γεωργίας προγραμματίζει την αξιολόγηση των ποικιλιών πατάτας που εισάγονται από το εξωτερικό και οι δοκιμές γίνονται στους πειραματικούς σταθμούς που βρίσκονται εγκατεστημένοι σε διάφορες περιοχές της χώρας. Για την πατάτα, οι κυριότεροι σταθμοί έρευνας βρίσκονται στην Καλαμάτα και στη Θεσσαλονίκη. Η αξιολόγηση των νέων ποικιλιών γίνεται πάντοτε και σε σύγκριση με τις ήδη καλλιεργούμενες ποικιλίες. Νέες ποικιλίες οι οποίες παρουσιάζουν ανώτερα χαρακτηριστικά, εγγράφονται στον εθνικό κατάλογο ποικιλιών και συνιστώνται για καλλιέργεια. Οι παραγωγοί πατάτας πρέπει να ενημερώνονται από τις διευθύνσεις γεωργίας και τους συνεταιρισμούς της περιοχής τους, σχετικά με τις ποικιλίες που συνιστώνται για καλλιέργεια, πριν πάρουν την τελική τους απόφαση για την ποικιλία που θα καλλιεργήσουν (Ολύμπιος 2009).

Αν και οι ποικιλίες που είναι διαθέσιμες στην Ελληνική αγορά είναι παρά πολλές, ορισμένες από αυτές είναι πολύ διαδεδομένες, ενώ άλλες καλλιεργούνται μόνο σε συγκεκριμένες περιοχές της Ελλάδας. Εκτιμάται ότι περίπου στο 30-40% της καλλιεργούμενης έκτασης με πατάτα στην Ελλάδα χρησιμοποιείται πιστοποιημένος

πατατόσπορος αν και ο υπολογισμός της ακριβούς καλλιεργούμενης έκτασης για κάθε ποικιλία δεν είναι εύκολος.

Οι κυριότερες από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα για την παραγωγή κονδύλων για κοινή κατανάλωση είναι οι εξής: Sprunta, Alaska, Liseta, Voyager, Ultra, Marfona, Fabula, Safrane, Maranca, Mondial, Arnova, Kennebec, Carlita, Jaerla, Agria, Monalisa, Banba, Lambada, Focus Everest και Aphrodite.

Από τις παραπάνω ποικιλίες ορισμένες, όπως η Sprunta, η Liseta, η Kennebec, η Marfona, η Fabula, η Jearla, η Agria, καλλιεργούνται σε μεγαλύτερη έκταση, ενώ άλλες όπως η Banba καλλιεργούνται σε όλο και μεγαλύτερη έκταση τα τελευταία χρόνια (Πάσσαμ & Ακουμιανάκης, Αλεξόπουλος 2011).

1.6 Προβλήματα που αντιμετωπίζει η καλλιέργεια της πατάτας στην Ελλάδα

Η πατατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα που οφείλονται τόσο σε βιολογικούς (έντομα, νηματώδεις, μύκητες, βακτήρια, ιούς και ζιζάνια), όσο και αβιοτικούς παράγοντες (τροφοπενίες, τοξικότητες, κλιματολογικές συνθήκες, έλλειψη νερού και αλατότητα).

1.6.1 Αβιοτικοί παράγοντες

Οι δυσμενείς επιπτώσεις των αβιοτικών παραγόντων προκαλούν σοβαρές ζημιές στους βλαστούς, στα φύλλα και στους κονδύλους. Το υπέργειο μέρος των φυτών πλήττεται κυρίως από το χαλάζι και τον άνεμο, ενώ καύσωνες και παγετοί επηρεάζουν τόσο το υπέργειο μέρος όσο και τους κονδύλους. Επιπλέον, αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή της πατάτας έχουν οι τροφοπενίες εξαιτίας της παρατεταμένης χρήσης των πατατοχώραφων και τοξικότητες από φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Τα τελευταία χρόνια, η πατατοκαλλιέργεια στις παραθαλάσσιες περιοχές πλήττεται σημαντικά από τις υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο νερό άρδευσης, εξαιτίας της υπεράντλησης των υπόγειων νερών και της εισροής θαλασσινού νερού στις γεωτρήσεις.

1.6.1.1 Κλιματικές συνθήκες

Όταν η καλλιέργεια εκτεθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες – παγετό, τότε παρουσιάζεται στο φύλλωμα των νεαρών φυτών καθολικός ή μερικός καστανός μεταχρωματισμός. Σε συνθήκες ελαφρού παγετού (> -2 °C), κατά τη διάρκεια της νύχτας, επηρεάζονται τα κορυφαία και περιφερειακά φύλλα του φυτού ενώ σε συνθήκες σοβαρού παγετού (< -2 °C) κατά τη διάρκεια της νύχτας, επέρχεται ολοκληρωτική καταστροφή της καλλιέργειας, συμπεριλαμβανομένων και των κονδύλων (Delleman *et al.* 2005). Αντίθετα, υψηλές θερμοκρασίες κατά την κονδυλοποίηση προκαλούν δυσμορφίες στο κονδύλου (bottle shape), ενώ υψηλές θερμοκρασίες κατά την εκρίζωση έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ηλιακών εγκαυμάτων στους κονδύλους (sunscald), οι οποίοι μοιάζουν με μαύρα σαπούνια (Brinkman & Mulder 2005).

Επιπλέον, η πατάτα υφίσταται ζημιές – πληγές στο υπέργειο τμήμα του φυτού (βλαστοί και φύλλα), από την πτώση χαλαζιού και την πνοή ισχυρών ανέμων και ανεμοστρόβιλων, μέσω των οποίων προκαλείται σπάσιμο των βλαστών, δημιουργία πληγών (είσοδος πολλών παθογόνων) και παράλληλα αφυδάτωση των φυτών.

1.6.1.2 Ακανόνιστα ποτίσματα

Η πατάτα θεωρείται ευαίσθητο φυτό στην ξηρασία. Για ποικιλίες ευαίσθητες, ακόμη και μικρές περίοδοι υδατοκαταπόνησης μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές μειώσεις στην παραγωγή και υποβάθμιση της ποιότητας των κονδύλων (Delleman *et al.* 2005). Τόσο η υπο – άρδευση όσο και η υπέρ – άρδευση έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Η υπερβολική άρδευση σε συνδυασμό με την κακή στράγγιση του εδάφους επηρεάζει την ανάπτυξη των κονδύλων λόγω μειωμένου αερισμού και αυξάνει την προσβολή των κονδύλων και των ριζών από αναερόβια βακτήρια και μύκητες (Holder & Cary 1984). Η παρουσία υψηλής εδαφικής υγρασίας (πλημμύρα) στην καλλιέργεια της πατάτας οδηγεί στη δημιουργία φακιδίων (enlarged lenticels – δημιουργία κάλλου) πάνω στην επιδερμίδα των κονδύλων, που μοιάζουν με μικρά, λευκά εξογκώματα. Επιπλέον, τα ακανόνιστα ποτίσματα συμβάλλουν στην εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας «Εσωτερική

καστάνωση – Brown Heart» καθώς και της δημιουργίας ρωγμών κατά μήκος των κονδύλων (growth cracks) (Delleman *et al.* 2005).

1.6.1.3 Τροφοπενίες

Η έλλειψη των βασικών στοιχείων (N, P, K) από το έδαφος καθώς και ιχνοστοιχείων, οδηγεί στην εμφάνιση διαφόρων συμπτωμάτων στα φυτά πατάτας, όπως καχεξία, μεταχρωματισμό, συστροφή, χλώρωση ή νέκρωση των φύλλων, καθυστερημένη ανάπτυξη και παραμόρφωση των κονδύλων. Όλα αυτά οδηγούν στη μείωση των αποδόσεων της πατάτας (Delleman *et al.* 2005).

1.6.1.4 Μεταχρωματισμός κονδύλων (πρασίνισμα, μελάνιασμα)

Η εμφάνιση πράσινου χρώματος στους κονδύλους οφείλεται στη δημιουργία χλωροφύλλης εξαιτίας της έκθεσης των κονδύλων στην ηλιακή ακτινοβολία μέσω των ρωγμών που δημιουργούνται στο έδαφος κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας. Επίσης, το φαινόμενο αυτό προκαλείται και σε περιόδους έντονης βροχόπτωσης, όπου η μετακίνηση χρώματος οδηγεί στην έκθεση των κονδύλων στην ηλιακή ακτινοβολία. Επιπλέον, παρατηρείται κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια η εμφάνιση μελανού χρώματος στο εσωτερικό των κονδύλων λόγω της παραγωγής ανθοκυανινών. Το ακριβές αίτιο αυτής μελάνωσης δεν είναι ακόμα γνωστό. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση του μελανού χρώματος είναι η έντονη ηλιακή ακτινοβολία σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας, τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο (Delleman *et al.* 2005).

1.6.2 Βιοτικοί παράγοντες

Οι βιοτικοί παράγοντες που προσβάλλουν την πατατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα επηρεάζονται από το μέγεθος του πληθυσμού /μολύσματος τους και τις κλιματικές συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη και διασπορά τους. Στους βιοτικούς παράγοντες συγκαταλέγονται τα ζιζάνια, τα μαλάκια (σαλιγκάρια), οι εχθροί (έντομα, νηματώδεις) και οι ασθένειες (μύκητες, βακτήρια, ιοί).

1.6.2.1 Ζιζάνια

Τα ζιζάνια προκαλούν σοβαρές ζημιές στα φυτά της πατάτας, εξαιτίας του ανταγωνισμού μεταξύ τους για θρεπτικά στοιχεία, νερό, φως και χώρο. Αποτέλεσμα του ανταγωνισμού μεταξύ ζιζανίων και φυτών, είναι η μειωμένη ανάπτυξη των φυτών και συνεπώς η υποβάθμιση της ποιότητας και η μείωση της παραγωγής (Ελευθεροχωρινός 2002). Τα σημαντικότερα είδη ζιζανίων που προκαλούν ζημιές στην καλλιέργεια της πατάτας είναι η αγριοντοματιά (*Solanum nigrum* L.), η μολόχα (*Malva* spp.), τα βλήτα (*Amaranthus* spp.), η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.), η αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium* L.), η περιπλοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.), η τσουκνίδα (*Urtica* spp.), ο τάτουλας (*Datura stramonium* L.), η κολλητσίδα (*Galium* spp.), το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) και τα παρασιτικά ζιζάνια κουσκούτα (*Cuscuta* spp) και οροβάγχη (*Orobancha* spp. L) (Ελευθεροχωρινός 2002; Ιοαννου 2000).

1.6.2.2 Φυτοπαθολογικές ασθένειες της πατάτας

Τα παθογόνα που προσβάλλουν την πατάτα είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας. Προκαλούν ζημιές - συμπτώματα (ξηράνσεις, σήψεις, τήξεις, παραμορφώσεις και μεταχρωματισμούς) τόσο στο υπέργειο μέρος (φύλλα και βλαστούς), όσο και στο υπόγειο μέρος του φυτού της πατάτας (ρίζες και κονδύλους). Τα αίτια που προκαλούν φυτοπαθολογικές ασθένειες στην πατάτα, περιλαμβάνουν είδη μυκήτων, βακτηρίων και ιών.

Πιο σημαντικοί μύκητες που προσβάλλουν τις πατατοκαλλιέργειες, είναι ο όψιμος περονόσπορος (*Phytophthora infestans* M.), ο πρώιμος περονόσπορος *Alternaria solani* S., η ριζοκτόνια (*Rhizoctonia solani* K.) και οι αδρομυκώσεις (*Fusarium* spp. και *Verticillium* spp). Ο όψιμος περονόσπορος και η φουζαρίωση προκαλούν υγρή και ξηρή σήψη αντίστοιχα, κατά την αποθήκευση των κονδύλων (Shattock 2008; Delleman *et al.* 2005).

Τα βακτήρια προκαλούν συμπτώματα και ζημιές στα φύλλα, τους βλαστούς και κυρίως στους κονδύλους, προσυλλεκτικά και μετασυλλεκτικά. Η προσβολή, τόσο στο υπέργειο όσο και στο υπόγειο μέρος των φυτών, επιτυγχάνεται κάτω από

συνθήκες υψηλής υγρασίας και δημιουργίας πληγών. Οι σοβαρότερες ζημιές που προκαλούνται στην πατατοκαλλιέργεια από βακτήρια είναι η εναέρια σήψη στελεχών, *Dickeya dianthicola* (= *Erwinia chrysanthemi*), η μελάνωση του λαιμού, *Pectobacterium atrosepticum* (= *Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica*), η μαλακή Βακτηριακή σήψη, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* (= *E. carotovora* subsp. *Carotovora*), η αδροβακτηρίωση και καστανή σήψη, *Ralstonia solanacearum* (= *Burkholderia solanacearum* ή *Pseudomonas solanacearum*), η Βακτηριακή εσχάρωση, *Streptomyces scabies*, *S. europaeiscabiei*, *S. Stelliscabiei* και η δακτυλιοειδής σήψη, *Clavibacter michiganensis* (Manole 2009; Huang *et al.* 2010).

Οι φυτοιοί που προσβάλλουν την πατάτα μεταδίδονται με έντομα – φορείς, μηχανικά στον αγρό και με τον πατατόσπορο. Τα συμπτώματα που προκαλούν είναι κυρίως μεταχρωματισμοί – μωσαϊκά, νεκρωτικές κηλίδες σε κονδύλους και φύλλα, συστροφή των φύλλων και καχεξία των φυτών. Οι κυριότεροι ιοί που προσβάλλουν την πατάτα είναι ο ιός Υ της πατάτας (Potato virus Y, PVY), ο Ιός του καρουλιάσματος των φύλλων της πατάτας (Potato leaf roll virus, PLRV) και ο Ιός X της πατάτας (Potato virus X, PVX) (Weidemann 1988).

1.6.2.3 Εντομολογικοί εχθροί της πατάτας

Οι εχθροί που προκαλούν προβλήματα στην καλλιέργεια της πατάτας στην Ελλάδα χωρίζονται ανάλογα με τον τρόπο προσβολής σε μυζητικούς και μασητικούς. Στους μυζητικούς εχθρούς εντάσσονται οι αφίδες (*Aphididae*) και οι αλευρώδεις (*Aleyrodidae*). Τα περισσότερα είδη των μυζητικών εχθρών μεταδίδουν φυτικούς ιούς. Στους μασητικούς εχθρούς εντάσσονται κυρίως προνύμφες δίπτερων, λεπιδοπτέρων, ορθόπττερων και κολεόπττερων. Οι προνύμφες της λυριόμυζας (*Lyriomyza bryoniae* M., *L. trifoli.*, *L. huidobrensis* B.) και της φθοριμαίας (*Phthorimaea operculella* Z.), προκαλούν ζημιές στο φύλλωμα. Η φθοριμαία, ο κρεμμυδοφάγος (*Gryllotalpa* L) και τα σιδεροσκούληκα (*Agriotes* sp) προκαλούν ζημιές στους κονδύλους κατά το τέλος της ανοιξιάτικης εσοδείας. Τα ακμαία και οι προνύμφες του δορυφόρου της πατάτας (*Leptinotarsa decemlineata*) τρέφονται με το φύλλωμα των φυτών της πατάτας (Wale *et al.* 2008).

1.6.2.4 Φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις της πατάτας

Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις προκαλούν ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση στην παραγωγή της πατάτας, παρασιτώντας το ριζικό σύστημα των φυτών. Κατά την προσβολή των φυτών από τους νηματώδεις παρουσιάζονται συμπτώματα χλώρωσης, μαρασμού, καχεξίας και μείωσης του μεγέθους και του αριθμού των κονδύλων. Τα κυριότερα είδη νηματώδων που προσβάλλουν την καλλιέργεια της πατάτας είναι: *Meloidogyne chitwoodi*, *M. Hapla*, *Globodera rostochiensis*, *G. Pallida*, *Ditylenchus destructor*, *D. Dipsaci*, *pratylenchus penetrans* και *Paratrichodorus pachydermus*. Από τα πιο πάνω είδη νηματώδων την σημαντικότερη ζημιά προκαλούν τα είδη κυστογόνων νηματώδων *G. rostochiensis* και *G. pallida*.

1.7 Δορυφόρος της πατάτας

1.7.1 Ταξινόμηση

Πίνακας 1 Ταξινόμηση του δορυφόρου της πατάτας

Βασίλειο: Animalia
Φύλο: Arthropoda
Υποφύλο: Uniramia
Κλάση: Insecta
Τάξη: Coleoptera
Οικογένεια: Chrysomelidae
Γένος: <i>Leptinotarsa</i>
Είδος: <i>L. dicemlineata</i>

1.7.2 Καταγωγή και διάδοση

Ο δορυφόρος της πατάτας ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Thomas Nuttall το 1811 και περιεγράφηκε το 1824. Ξαφνικά, το 1859, άρχισε να προκαλεί ζημιές στις καλλιέργειες της πατάτας 100 μίλια δυτικά από την Omaha, Nebraska, ΗΠΑ. Παραμένει αβέβαιο αν η προσβολή προήλθε από αλλαγή στις διατροφικές προτιμήσεις του σκαθαριού ή ήταν το αποτέλεσμα της πρώτης συνάντησης του με την καλλιέργεια της πατάτας. Μέσα στα επόμενα λίγα χρόνια, το σκαθάρι προκάλεσε καίρια καταστροφή, καθώς εξαπλώθηκε προς τα ανατολικά έως την ακτή του Ατλαντικού, όπου έφτασε το 1874 (Liu *et al.* 2012).

Ο δορυφόρος της πατάτας εδραιώθηκε στην Ευρώπη μετά την εισαγωγή του από τις ΗΠΑ στην Μπορντό της Γαλλίας το 1922. Το σκαθάρι εξαπλώθηκε ταχύτατα στην Ευρώπη παρά τις εντατικές προσπάθειες ελέγχου που πραγματοποιήθηκαν. Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στο Βέλγιο και την Ισπανία το 1935, στο Λουξεμβούργο το 1936, την Ολλανδία και Ελβετία το 1937, την Αυστρία το 1941, την Ουγγαρία και την πρώην Τσεχοσλοβακία το 1945, την Πολωνία και τη Ρουμανία το 1947 και την Τουρκία το 1949 (Alyokhin *et al.* 2008; Liu *et al.* 2012). Παρόλο που στη χώρα μας υπήρχε

νομοθετικό πλαίσιο από το 1934 το οποίο απαγόρευε την εισαγωγή πατάτας από χώρες που είχε ήδη εμφανιστεί το έντομο αυτό, εντούτοις κατάφερε να εισβάλει στην Ελλάδα μετά από μερικά χρόνια, συγκεκριμένα το 1963.

1.7.3 Ξενιστές

Ο δορυφόρος της πατάτας προσβάλλει την πατάτα και διάφορα άλλα καλλιεργούμενα και άγρια σολανώδη φυτά. Από τα καλλιεργούμενα είδη προσβάλλει περισσότερο την πατάτα, λιγότερο τη μελιτζάνα και ακόμη λιγότερο την τομάτα. Ανθεκτικότητα υπάρχει σε διαφορετικό βαθμό μεταξύ των σολανωδών, για παράδειγμα τα *S. berthaultii*, *S. chacoense*, *S. pinnatisectum* και *S. tarijense* είναι πολύ ανθεκτικά (Carter 1987). Ορισμένες ποικιλίες πατάτας είναι επίσης ανθεκτικές (Alyokhin *et al.* 2008). Άγρια σολανώδη είδη που είναι ευρέως διαδεδομένα, μπορεί να λειτουργήσουν ως δεξαμενή για την προσβολή.

1.7.4 Μορφολογία

1.7.4.1 Αυγά

Έχουν σχήμα ελλειψοειδές, μήκος περίπου 1.2 mm, χρώμα κίτρινο ή ελαφρώς πορτοκαλί και αποτίθενται κατά ομάδες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων (Εικόνα 3). Κάθε ομάδα περιλαμβάνει περίπου από 10 έως 25 αυγά.



Εικόνα 3 Ομάδα αυγών του *Leptinotarsa decemlineata* στην κάτω επιφάνεια του φύλλου πατάτας

1.7.4.2 *Προνύμφη*

Είναι κοντόχονδρη, κυρτή με τελικό μήκος 10 – 15 mm. Κατά το πρώτο στάδιο φέρει κερασί – κοκκινωπό χρώμα με λαμπερό μαύρο κεφάλι και πόδια, ενώ στα επόμενα στάδια αποκτά προοδευτικά καρότο – κόκκινο χρώμα και στη συνέχεια ωχρό – πορτοκαλί, με δύο σειρές από αρκετές μικρές μαύρες κηλίδες σε κάθε πλευρά του σώματος (Εικόνα 4). Είναι ολιγόποδη και έχει μασητικού τύπου στοματικά μόρια.



Εικόνα 4 *Προνύμφη μικρής ηλικίας (δεξιά) και μεγαλύτερης ηλικίας (αριστερά)*

1.7.4.3 *Νύμφη*

Έχει οβάλ σχήμα, πορτοκαλί έως σκούρο πορτοκαλί χρώμα και βρίσκεται στο έδαφος (Εικόνα 5).



Εικόνα 5 *Νύμφες του *Leptinotarsa decemlineata**

1.7.4.4 Ενήλικο

Έχει μέγεθος 1 × 0.6 cm και σχήμα ωοειδές. Τα έλυτρα του είναι κίτρινου – κρεμ χρώματος και φέρουν πέντε χαρακτηριστικές μαύρες επιμήκεις γραμμές σε κάθε ένα από αυτά. Η κεφαλή και ο θώρακας είναι πορτοκαλί χρώματος και φέρουν περίπου μια δωδεκάδα μικρές μαύρες κηλίδες στο πάνω μέρος. Οι άκρες των ποδιών αποτελούνται από σκούρο καφέ ή μαύρο χρώμα. (Εικόνα 6)



Εικόνα 6 Ενήλικο του *Leptinotarsa decemlineata*

1.7.5 Βιολογικός κύκλος

Ο ετήσιος κύκλος αρχίζει την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι, ανάλογα με το κλίμα και την φυσιολογική κατάσταση, με την ανάδυση των διαχειμάζοντων ενήλικων από το έδαφος. Υπάρχει μια τάση για μαζική εμφάνιση κατά τη διάρκεια μίας ή δύο ημερών. Τα ενήλικα, κάνουν συνήθως μια σύντομη πτήση ή μετακινούνται με τα πόδια προς το πλησιέστερο πατατοχώραφο. Η εύρεση των φυτών της πατάτας φαίνεται να είναι σε μεγάλο βαθμό τυχαία, αν και η οσμή των φυτών της πατάτας έχει αποδειχθεί να είναι ελκυστική. Τα ενήλικα, αφού τραφούν, ζευγαρώνουν. Η πρόσληψη τροφής είναι μηδενική στους 10 °C και μέγιστη στους 25 °C. Ακολουθεί ωοτοκία μέσα σε μια ή δύο ημέρες, τα θηλυκά γεννούν τα αυγά τους (σε θερμοκρασίες από 15 έως 30 °C), 10-30 κάθε φορά, σε αρκετά ομαλές σειρές στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Η ωοτοκία, συνήθως συνεχίζεται για μια περίοδο αρκετών εβδομάδων, μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού, με κάθε θηλυκό να γεννά μέχρι 2000 αυγά. Τα αυγά εκκολάπτονται σε 4 – 12 μέρες (εφόσον οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 12 °C) και οι εμφανιζόμενες προνύμφες αρχίζουν να τρέφονται αμέσως. Σταματούν τη διατροφή μόνο κατά τη

διάρκεια της έκδυσης. Έκδυση παρουσιάζεται τέσσερις φορές κατά τη διάρκεια των 2 - 3 εβδομάδων (με βέλτιστη θερμοκρασία 30 °C). Οι προνύμφες είναι σκληραγωγημένες και ανθεκτικές στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, αν και έντονες βροχοπτώσεις και ισχυροί άνεμοι μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλά ποσοστά θνησιμότητας, ειδικά στα αρχικά στάδια. Ο κανιβαλισμός κατά τη διάρκεια του 1^{ου} σταδίου είναι ιδιαίτερα συχνός σε υψηλές θερμοκρασίες με ξηρή ατμόσφαιρα (EPPO 1996).

Προνύμφες από την ίδια ομάδα αυγών παραμένουν ομαδοποιημένες στην κάτω επιφάνεια του φύλλου έως την πρώτη έκδυση. Στη συνέχεια μεταναστεύουν προς τους κορυφαίους οφθαλμούς. Κατά το 4^ο στάδιο, οι προνύμφες προσβάλλουν τους μίσχους των φύλλων και τους βλαστούς. Οι ώριμες προνύμφες πέφτουν στο έδαφος και κρύβονται στο χώμα σε διαφορετικά βάθη (μερικά εκατοστά), ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Ακολουθεί νύμφωση σε κελιά, όπου διαρκεί 10 – 20 ημέρες, μετά από την οποία εμφανίζονται τα ενήλικα σκαθάρια της πρώτης γενεάς. Στις βόρειες περιοχές, αυτά τα σκαθάρια τρέφονται και στη συνέχεια φωλιάζουν 25 - 40 cm μέσα στο έδαφος (βαθύτερα στα ξηρά αμμώδη εδάφη απ' ότι σε αργιλώδη εδάφη) όπου εισέρχονται σε διάπαυση και αδρανοποιούνται κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η θνησιμότητα κατά τη διάπαυση είναι κατά μέσο όρο 30%, αλλά μπορεί να είναι και υψηλότερη, μέχρι και 83%, κυρίως λόγω μυκητολογικών και βακτηριακών προσβολών. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που προκαλούν διάπαυση είναι η φωτοπερίοδος και η θερμοκρασία, ενώ κατά κύριο λόγο είναι η θερμοκρασία που καθορίζει το μήκος της διάπαυσης και την εμφάνιση από το έδαφος. Την άνοιξη τα πρώτα ενήλικα εμφανίζονται σε 68 ημέρες, όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 10,5 °C (Mailloux *et al.* 1988; Lefevere & De Kort 1989).

Ο αριθμός των γενεών είναι σε μεγάλο βαθμό συναρτημένη της θερμοκρασίας, που κυμαίνεται από περίπου τέσσερις στις πιο ζεστές περιοχές (ο βιολογικός κύκλος ολοκληρώνεται σε 30 ημέρες) και σε μια πλήρη και μια μερική στις ψυχρότερες περιοχές. Υπάρχουν κάποιες ψυχρές περιοχές με μόνο μια μερική γενιά, όπου το σκαθάρι δεν μπορεί να εγκατασταθεί μόνιμα στις περιοχές αυτές. Στην Ελλάδα έχει συνήθως τρεις γενιές το έτος. Σε γενικές γραμμές, ηλιόλουστος καιρός με μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα 17 - 20 °C οδηγεί σε μαζική διάδοση και ανάπτυξη, αλλά

αν η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους 11 – 14 °C και η υγρασία είναι υψηλή, αυτό δεν συμβαίνει και ο πληθυσμός μπορεί να μειωθεί δραματικά (Alyokhin *et al.* 2008).

1.7.6 Συμπτώματα – Ζημιές

Τόσο τα ενήλικα όσο και οι προνύμφες τρέφονται με το φύλλωμα των ξενιστών προκαλώντας έντονη αποφύλλωση των φυτών. Σε περιπτώσεις που οι πληθυσμοί του εντόμου είναι μεγάλοι, τα πατατόφυτα ή άλλα φυτά-ξενιστές είναι δυνατό να υποστούν πλήρη αποφύλλωση, οπότε η παραγωγή εκμηδενίζεται (Εικόνα 7). Αρχικά παρατηρείται περιφερειακό φάγωμα ενώ σε προχωρημένο στάδιο διακρίνονται μόνο οι κύριες νευρώσεις και οι σκληροί βλαστοί των φυτών μαζί με πλήθος μαύρων περιπτωμάτων. Όταν η προσβολή γίνει σε πρώιμο στάδιο οι ζημιές είναι τεράστιες ενώ εάν η προσβολή γίνει μετά την κονδυλοποίηση οι απώλειες είναι ελάχιστες.



Εικόνα 7 Αποφύλλωση φυτών πατάτας από το *Leptinotarsa decemlineata*. Διακρίνονται μόνο οι βλαστοί και οι κύριες νευρώσεις των φυτών

1.7.7 Ανίχνευση και μέθοδοι παρακολούθησης

Λόγω του μεγέθους τους και του διακριτού χρώματος, τα ενήλικα και οι προνύμφες δεν είναι δύσκολο να ανιχνευτούν με οπτική επιθεώρηση. Η διαπίστωση της παρουσίας του εντόμου γίνεται με επιτόπιους οπτικούς ελέγχους νωρίς την άνοιξη. Οι δειγματοληψίες πρέπει να αρχίζουν δύο περίπου εβδομάδες μετά την εμφάνιση των φυτών στον αγρό και να επαναλαμβάνονται σε τακτά εβδομαδιαία διαστήματα. Εφόσον διαπιστωθεί αρχικά η παρουσία ακμαίων ατόμων, ο έλεγχος θα πρέπει να εστιαστεί στη διαπίστωση της παρουσίας αυγών στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, καθώς και νεαρών προνυμφών του εντόμου. Συνιστάται αμέσως μετά την εμφάνιση των πρώτων ακμαίων ατόμων στον αγρό οι οπτικοί έλεγχοι να επαναλαμβάνονται κάθε 2 - 3 ημέρες. Η οπτική δειγματοληψία στα πατατοχώραφα, βρέθηκε να είναι τόσο αποτελεσματική για την εκτίμηση της πυκνότητας του πληθυσμού όσο με τη δειγματοληψία ολόκληρων φυτών και πιο αποτελεσματική από τη δειγματοληψία με απόχη (Senanayake & Holiday 1988). Για επισκόπηση μιας περιοχής, η δειγματοληψία εδάφους κατά τη συγκομιδή για κρυμμένα σκαθάρια σε διάπαυση, δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα (Hazzard *et al.* 1991).

1.7.8 Τρόποι μεταφοράς και διάδοσης

Ο κύριος τρόπος φυσικής εξάπλωσης του σκαθαριού σε μεγάλες αποστάσεις είναι η μετανάστευση με τον άνεμο, ιδίως της ανοιξιάτικης γενιάς. Επίσης τα ενήλικα μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με το νερό της θάλασσας.

Τα ενήλικα και οι προνύμφες μπορούν εύκολα να μεταφερθούν πάνω σε φυτά και κονδύλους πατάτας καθώς και με όλες τις μορφές συσκευασίας και μεταφοράς. Φρέσκα λαχανικά που καλλιεργούνται σε εκτάσεις όπου υπάρχουν διαχειμάζοντα σκαθάρια, αποτελούν κοινό μέσο μεταφοράς στο διεθνές εμπόριο (Bartlett 1980).

1.7.9 Οικονομικές επιπτώσεις

Ο δορυφόρος είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και καταστροφικά έντομα-εχθρούς της πατάτας. Τα ενήλικα και οι προνύμφες τρέφονται με αυτόν τον ξενιστή και συχνά προκαλούν την πλήρη αποφύλλωση των φυτών της πατάτας, με σημαντικές

απώλειες στην παραγωγή (μέχρι και 50% της παραγωγής). Σοβαρές προσβολές φυλλώματος μειώνουν σημαντικά την παραγωγή και ειδικότερα όταν οι πατάτες βρίσκονται στο στάδιο της άνθησης με αποτέλεσμα την ελάττωση του μεγέθους των κονδύλων και αντίστοιχη μείωση της παραγωγής (Sexson & Wyman 2005). Σε ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, οι πληθυσμοί είναι δυνατόν να αυξηθούν δραματικά, ακόμη και με 90% θνησιμότητα των αυγών και ποικίλους βαθμούς θνησιμότητας των προνυμφών, μετά από 5 χρόνια χωρίς έλεγχο, μπορεί να δημιουργηθεί ένας πληθυσμός 1.1×10^{12} από ένα ζεύγος γονέων. Επίσης ο δορυφόρος είναι υπεύθυνος για τη διάδοση αρκετών ασθενειών της πατάτας, συμπεριλαμβανομένων των *Ralstonia solanacearum* και *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*.

Ζημιά έχει αναφερθεί και σε άλλες καλλιέργειες, για παράδειγμα, η απόδοση τομάτας μειώθηκε κατά 67% σε ένα πειραματικό τεμάχιο στο Maryland των ΗΠΑ, όταν ο αριθμός των προνυμφών αυξήθηκε από πέντε σε δέκα ανα φυτό (Liu *et al.* 2012). Ο δορυφόρος της πατάτας θεωρείται επίσης ένα σοβαρό παράσιτο της μελιτζάνας στην Ευρώπη και τη Β. Αμερική.

1.7.10 Αντιμετώπιση

Για την αντιμετώπιση του δορυφόρου της πατάτας σήμερα εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές όπως η εφαρμογή καλλιεργητικών μέτρων, μηχανικών μέτρων, η χρήση φυτών παγίδων, βιολογική καθώς και χημική αντιμετώπιση.

1.7.10.1 Καλλιεργητικά μέτρα

Η καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, η αμειψισπορά και η αγρανάπταυση μπορούν να μειώσουν τους πληθυσμούς του εντόμου σε σημαντικό βαθμό. Όμως μερικές φορές η αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων περιορίζεται σημαντικά λόγω της ικανότητας πτήσης του εντόμου. Επίσης πρέπει να καταστρέφονται τα ζιζάνια ξενιστές και κυρίως η αγριοντοματιά, γιατί παρέχουν στο έντομο τροφή μέχρι να εμφανιστούν τα φυτά της πατάτας.

Ακόμη και η συλλογή με το χέρι τέλειων εντόμων μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη μείωση των πληθυσμών του εντόμου που πρόκειται να διαχειμάσουν (Μελιφρονίδου 2009).

1.7.10.2 Μηχανικά μέτρα

Σε ορισμένες περιπτώσεις, σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον περιορισμό του μεγέθους του πληθυσμού της πρώτης γενεάς του εντόμου έδωσε η υιοθέτηση ενός μηχανικού μέτρου αντιμετώπισης που αφορά στην εγκατάσταση περιμετρικά του αγρού και προς την πλευρά από όπου αναμένεται η είσοδος των διαχειμαζόντων ατόμων, μικρού αυλακιού τα τοιχώματα του οποίου καλύπτονται με λεπτό φύλλο πλαστικού. Τα ενήλικα που εξέρχονται από τις θέσεις διαχείμασης συνήθως μετακινούνται βαδίζοντας προς τους αγρούς της πατάτας και τελικά παγιδεύονται στα μηχανικά αυτά φράγματα, όπου και θανατώνονται.

1.7.10.3 Χρήση φυτών παγίδων

Η χρήση φυτών παγίδων μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο για τον δραστικό περιορισμό των πληθυσμών του εντόμου νωρίς την άνοιξη. Σε αρκετές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής οι παραγωγοί εγκαθιστούν περιμετρικά των αγρών όσο το δυνατό πρωιμότερα από την κανονική καλλιέργεια, σειρές πατάτας (της ίδιας ή άλλης ποικιλίας) επιδιώκοντας νωρίς την άνοιξη κατά την εμφάνιση του εντόμου στον αγρό, να υπάρχει περιμετρικά της κύριας καλλιέργειας αρκετή βλάστηση για την συγκράτηση των ακμαίων πριν προλάβουν να εισέλθουν στην κύρια καλλιέργεια. Στη συνέχεια, για τη θανάτωση του δορυφόρου πριν τη διασπορά του στην κύρια καλλιέργεια, συνήθως τα φυτά παγίδες καταστρέφονται με φωτιά ή χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές αναρρόφησης των εντόμων.

1.7.10.4 Βιολογική αντιμετώπιση

Βιολογική αντιμετώπιση μπορεί να γίνει με μικροβιακό σκεύασμα που περιέχει ενεργούς κρυστάλλους πρωτεΐνης του *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, το οποίο εφαρμόζεται με ψεκασμούς καλύψεως της φυλλικής επιφάνειας 1 – 2 ημέρες μετά την εμφάνιση των πρώτων αυγών. Επίσης, βιολογική αντιμετώπιση μπορεί να γίνει και με

το *Lebia grandis* Say (Coleoptera: Carabidae), του οποίου το ενήλικο (Εικόνα 8) τρέφεται με τα αυγά και τις προνύμφες του δορυφόρου της πατάτας (συμπεριφέρεται ως αρπακτικό) ενώ η προνύμφη του (Εικόνα 9) είναι εκτοπαρασιτοειδής των νεαρών προνυμφών του δορυφόρου της πατάτας (Weber *et al.* 2006). Το άκαρι *Chrysomelobia labidomerae* (Prostigmata: Podapolipidae) παρασιτεί κάτω από τα έλυτρα και τρέφεται με την αιμολέμφο των ακμαίων του δορυφόρου της πατάτας. Επιπλέον, σε πειράματα που έγιναν με εντομοπαθογόνους νηματώδεις, όπως οι *Steinernema carrocapsae* (Weiser) (Rhabditida: Steinernematidae), *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) *Heterorhabditis megidis* Poinar, Jackson and Klein (Rhabditida: Heterorhabditidae) και *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Rhabditida: Heterorhabditidae), αλλά και εντομοπαθογόνους μύκητες, όπως ο *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae), παρατηρήθηκαν ικανοποιητικά αποτελέσματα όταν αυτοί χρησιμοποιήθηκαν εναντίον νυμφών και προνυμφών του δορυφόρου της πατάτας (Jabbour *et al.* 2011; Ebrahimi *et al.* 2011).



Εικόνα 8 Ενήλικο άτομο του *Lebia grandis* τρεφόμενο με αυγά του *Leptinotarsa decemlineata*



Εικόνα 9 Νεαρή προνύμφη του *Lebia grandis*

1.7.10.5 Χημική αντιμετώπιση

Η αντιμετώπιση με χημικά μέσα, είναι σχετικά εύκολη καθώς τα τέλεια και οι προνύμφες τρεφόμενα, εκτίθενται στην επιφάνεια του φυτού (φύλλωμα) και επειδή συνήθως είναι ευπαθή σε πολλά εντομοκτόνα στομάχου και επαφής εύκολα θανατώνονται (Μπούχελος 2005).

Η χρήση εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση του δορυφόρου πρέπει να πραγματοποιείται στις περιπτώσεις που ο πληθυσμός του εντόμου ξεπεράσει συγκεκριμένα όρια ανεκτής πυκνότητας και συνήθως όταν εμφανιστούν οι νεοεκκολαφθείσες προνύμφες. Για τη χώρα μας δεν έχουν προσδιοριστεί τα όρια ανεκτής πυκνότητας του δορυφόρου στην πατάτα. Ωστόσο, ενδεικτικά αναφέρουμε τις αντίστοιχες τιμές που χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ και αφορούν στον μέσο αριθμό ατόμων διαφορετικών σταδίων ανάπτυξης του εντόμου σε δείγμα 50 φυτών από όλη την έκταση του αγρού (όρια ανεκτής πυκνότητας: 25 ακμαία / 50 φυτά, 75 αναπτυγμένες προνύμφες / 50 φυτά και 200 νεαρές προνύμφες / 50 φυτά). Συνήθως, στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου η κατανομή του πληθυσμού του δορυφόρου στον αγρό δεν είναι ομοιόμορφη καθώς τα ακμαία συγκεντρώνονται στα περιθώρια του αγρού, όπου πιθανά πρέπει να επικεντρωθούν οι πρώτες δειγματοληψίες και ενδεχομένως και η τοπική εφαρμογή κατασταλτικών εντομοκτόνων ψεκασμών (Ξανθής *et al.* 2011).

Συνήθως γίνονται ψεκασμοί καλύψεως της φυλλικής επιφάνειας με διάφορα σκευάσματα όπως νεονικοτινοειδή (acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, thiacloprid,

Thiamethoxam), πυρεθρινοειδή (alpha – Cypermethrin, beta – cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, lambda cyhalothrin), οργανοφωσφορικά (Chlorpyrifos, Chlorpyrifos – methyl), σπινουσίνες (Spinosad), ανθρανιλικά διαμίδια (Chlorantraniliprole), ημικαρβαζόνες (metaflumizone), πυρεθρίνες (Pyrethrins), τριαζινικά παράγωγα (pymetrozine) και ρυθμιστές ανάπτυξης (diflubenzuron). Το thiamethoxam (νεονικοτινοειδές) μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως επενδυτικό των κονδύλων (πατατόσπορου) της πατάτας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη φύτευση των κονδύλων καθώς αυτοί θα πρέπει να καλύπτονται πλήρως από το έδαφος και να μην είναι εκτεθειμένοι σε άλλους οργανισμούς μη στόχους ((ΥΠΑΑΤ) Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2014).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η χημική αντιμετώπιση του δορυφόρου αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικά παραδείγματα ενός πολύ σημαντικού εντομολογικού εχθρού με εξαιρετική ικανότητα ταχείας ανάπτυξης ανθεκτικότητας στο σύνολο σχεδόν των διαθέσιμων εντομοκτόνων ουσιών, χαρακτηριστικό που δημιούργησε διαχρονικά προβλήματα στους καλλιεργητές. Από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα, το σκαθάρι έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε 52 διαφορετικές ενώσεις που ανήκουν σε όλες τις μεγάλες ομάδες εντομοκτόνων (Jiang *et al.* 2010). Λόγω αυτού, καθώς και των αρνητικών επιδράσεων που έχουν οι συμβατικές φυτοπροστατευτικές ενώσεις στους φυσικούς εχθρούς και το περιβάλλον, οι έρευνες έχουν στραφεί τα τελευταία έτη στην εύρεση ήπιων ουσιών και κυρίως φυτικής προέλευσης. Σε βιοδοκιμές με εκχυλίσματα από *Humulus lupulus* η θνησιμότητα των προνυμφών του δορυφόρου κυμαινόταν από 40% κατά την 4^η προνυμφική ηλικία μέχρι 84% κατά την 3^η ηλικία (Gökçe *et al.* 2006). Πειράματα αγρού στα οποία εφαρμόστηκαν εκχυλίσματα *Piper nigrum* σε φυτά πατάτας, λιγότερο από το 40% των ενήλικων επέζησαν σε σύγκριση με 70% στον μάρτυρα, ενώ ο αριθμός των νεκρών και ετοιμοθάνατων ενήλικων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος απ' ό τι στα φυτά μάρτυρες μετά από 24 ώρες (Scott *et al.* 2003).

1.8 Φυτά με εντομοκτόνες ιδιότητες

Τα τελευταία χρόνια εταιρείες αγροχημικών έχουν εστιάσει τη μελέτη σε φυσικά προϊόντα για την ανάπτυξη νέων εντομοκτόνων (Dayan *et al.* 2009). Η ανακάλυψη δραστικών ουσιών που είναι εκλεκτικές και λιγότερο επίμονες θα είναι επωφελείς τόσο

για το περιβάλλον όσο και για τους καταναλωτές των γεωργικών προϊόντων, όμως αν και φυσικά προϊόντα δεν μπορεί αυτομάτως να υποτεθεί ότι είναι ακίνδυνα. Άγρια φυτά μπορούν να αντλήσουν επαρκή προστασία κατά των φυτοφάγων εντόμων από μια «ομπρέλα» χημικών ενώσεων, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν για την προστασία ευπαθών καλλιεργούμενων φυτών και αποτελούν τη βάση για αποτελεσματικά και περιβαλλοντικά ασφαλή βιολογικά εντομοκτόνα (Lin-Er *et al.* 1995). Στη φύση υπάρχουν πολλά φυτά με εντομοκτόνες ιδιότητες μερικά από τα οποία είναι τα *Melia azedarach*, *Urginea maritima*, *Ecballium elaterium* και *Ailanthus altissima*.

1.8.1 *Melia azedarach*

Το δέντρο *Melia azedarach* L (Sapindales: Meliaceae), γνωστό ως chinaberry ή Περσική πασχαλιά είναι ένα φυλλοβόλο δέντρο το οποίο είναι ιθαγενές στην βορειοδυτική Ινδία. Αυτό το δέντρο συνήθως φύεται στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές της Ασίας, αλλά σήμερα καλλιεργείται και σε άλλες θερμές περιοχές του κόσμου, λόγω της σημαντικής κλιματικής ανοχής του. Έχει φύλλα σύνθετα και άνθη ιώδη, που ανθίζουν Απρίλιο – Μάιο. Το φυτό ανθοφορεί επάκρια. Παράγει μικρούς σφαιρικούς κίτρινους καρπούς με γλυκό περικάρπιο που παραμένουν στο δέντρο και τον χειμώνα (Εικόνα 8).

Έχει αναγνωριστεί από καιρό για τις εντομοκτόνες ιδιότητες του, αλλά δεν έχει αναλυθεί πολύ καλά. Εκχυλίσματα καρπών του δέντρου *M. azedarach* προκαλούν διάφορες επιπτώσεις στα έντομα, όπως αντιδιατροφικές, καθυστέρηση της ανάπτυξης, μειωμένη γονιμότητα, διαταραχές στην έκδυση, μορφογενετικά ελαττώματα και αλλαγές στην συμπεριφορά (Wandscheer *et al.* 2004; Banchio *et al.* 2003; Gajmer *et al.* 2002; Hammad *et al.* 2001).



Εικόνα 8 Καρποί και άνθη του *Melia azedarach*

1.8.2 *Urginea maritima*

Το φυτό *Urginea maritima* L είναι ένα αγριοκρέμμυδο της οικογένειας Liliaceae, ιθαγενές της λεκάνης της μεσογείου και πολύ προσαρμοσμένο σε αυτό τον τύπο κλίματος. Το φυτό αναπτύσσεται από το φθινόπωρο έως την άνοιξη και στη συνέχεια τα φύλλα ξεραίνονται αφήνοντας τους βολβούς σε λήθαργο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ο βολβός του έχει μεγάλο μέγεθος, που μερικές φορές η διάμετρος του φτάνει τα 20 cm. Τα φύλλα του είναι λογχοειδή, πλατιά και λεία (Εικόνα 9). Έχει καλλωπιστική αξία, αφού ανθοφορεί μετά από αρκετά χρόνια, όταν ο βολβός φτάσει ένα σημαντικό μέγεθος.

Η σύσταση της σκυλλοκρεμμύδας είναι περίπλοκη, αλλά καλά μελετημένη. Οι βολβοί περιέχουν μπουφαδιενολικά (τροωκτικοκτόνο δράση) και καρδιακά γλυκοσίδια (φαρμακευτικές ιδιότητες ως καρδιοτονωτικά). Το σκυλλιροσίδιο είναι ένα υψηλής τοξικότητας μπουφαδιενολικό υπεύθυνο για την τροωκτικοκτόνο δραστηριότητα, αν και άλλα γλυκοσίδια και αγλυκόνες είναι παρόντα στην σκυλλοκρεμμύδα (Verbiscar *et al.* 1986). Η σκυλλοκρεμμύδα, εισήχθη στην Καλιφόρνια τη δεκαετία του 1940, ως μια νέα καλλιέργεια για την παραγωγή τροωκτικοκτόνου.

Εκτός από τις πιο πάνω ιδιότητες η σκυλλοκρεμμύδα παρουσιάζει και εντομοκτόνο δράση. Στην Ισπανία οι βολβοί της σκυλλοκρεμμύδας έχουν φυτευτεί σε ορισμένες περιπτώσεις, αγγίζοντας τις ρίζες των οπωροφόρων δέντρων για να αποφύγουν την προσβολή από μυρμηγκία. Εκχυλίσματα σκυλλοκρεμμύδας τα οποία εφαρμόστηκαν τοπικά σε προνύμφες 25 ημερών του *Tribolium castaneum* προκάλεσαν 60 - 100% θνησιμότητα (M J Pascual-Villalobos & Fernández 1999). Σε φυτά τομάτας προσβεβλημένα από τον φυλλορύκτη *Liriomyza trifolii*, εκχυλίσματα σκυλλοκρεμμύδας προκάλεσαν σημαντικό έλεγχο των προνυμφών και διατήρησαν τον πληθυσμό κάτω απ' ότι στα φυτά μάρτυρες (Civelek & Weintraub 2004).



Εικόνα 9 Φυτά *Urginea maritima*

1.8.3 *Ailanthus altissima*

Το φυτό *Ailanthus altissima*, γνωστό ως βρωμοκαρυδιά, είναι ένα φυλλοβόλο δέντρο της οικογένειας Simaroubaceae. Έχει σύνθετα, μεγάλα, πτεροειδή, έντονα ανοιχτοπράσινα φύλλα που φύονται εναλλάξ, με ελαφρώς ασύμμετρα ζευγαρωτά φυλλάρια και αδενώδεις τρίχες (Εικόνα 10). Όταν συνθλίβονται τα φύλλα και τα άνθη του, εκπέμπουν μια δυσάρεστη οσμή. Είναι ιθαγενές στην βορειοανατολική και Κεντρική Κίνα και εισήχθη στην Ευρώπη ως ένα δέντρο αστικού πρασίνου, στο τέλος του 18^{ου} αιώνα. Αναπτύσσεται ταχέως και μπορεί να φθάσει σε ύψος 10-15 m, για το λόγο αυτό έχει γίνει ένα εισβάλλον είδος ικανό να αποικίσει διαταραγμένες περιοχές. Στα χαρακτηριστικά αυτού του φυτού περιλαμβάνονται η ευελιξία των αναπαραγωγικών μεθόδων, η αντοχή σε αντίξοες συνθήκες, καθώς και η ενδεχόμενη παρουσία αλληλοχημικών (Heisey 1997). Η βρωμοκαρυδιά έχει ήδη χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή ιατρική σε πολλά μέρη της Ασίας, συμπεριλαμβανομένης της Κίνας, ενώ ο φλοιός και τα φύλλα χρησιμοποιούνται ως τονωτικά, στυπτικά, αντιελμινθικά και αντικαρκινικά. Διαφορετικές φυτοχημικές μελέτες αναφέρουν την παρουσία στο φυτό χημικών ενώσεων, όπως κασσινοειδή, αλκαλοειδή, λιπίδια και λιπαρά οξέα, πτητικά και φαινολικές ενώσεις, φλαβονοειδή και κουμαρίνες (De Martino & De Feo 2008).

Επίσης έχει αναφερθεί ότι εκχυλίσματα από *A. altissima* έχουν εντομοκτόνες ιδιότητες. Δευτερογενείς ενώσεις του *A. altissima* έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο εντόμων όπως *Pieris rapae*, *Platyedra gossypiella* και αφίδες (Yang & Tang 1988). Οι Caboni *et al.* (2012) έδειξαν ότι εκχύλισμα ξύλου από *A. altissima* περιέχει (E,E) – 2,4 – δεκαδιενόλη και (E) – 2 – δεκενάλη και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ισχυρό βοτανικό νηματωδοκτόνο. Οι Kraus *et. al* (1994) αναφέρουν ότι αϊλανθίνη η οποία εξάχθηκε με μεθανόλη από σπόρους *A. altissima*, αποδείχθηκε ότι είναι ένα ισχυρό αντιδιατροφικό και ρυθμιστής ανάπτυξης εντόμων. Εκχυλίσματα από φρέσκα φύλλα *A. altissima* έδειξαν ελαφρώς εντομοκτόνο δράση εναντίον των προνυμφών του κουνουπιού *Aedes aegypti* (Tsao *et al.* 2002).



Εικόνα 10 Φύλλα *Ailanthus altissima*

1.8.4 *Ecballium elaterium*

Το φυτό *Ecballium elaterium*, γνωστό ως πικραγγουριά ανήκει στην οικογένεια Cucurbitaceae. Είναι φυτό με έρπουσα ανάπτυξη, πολυετές ζιζάνιο, γηγενές στην περιοχή της Μεσογείου και καλλιεργείται στην κεντρική Ευρώπη και την Αγγλία. Ο καρπός είναι ωσειδής, σαρκώδης, με μήκος περίπου 4 cm, όταν είναι άγουρος έχει χλωμό πράσινο χρώμα και καλύπτεται από πολυάριθμες αδενώδεις τρίχες (Εικόνα 11). Όταν ωριμάσει ο καρπός διαχωρίζεται ξαφνικά από το στέλεχος και ο χυμός με τους σπόρους εκτινάσσονται από την οπή που μένει όταν απομακρυνθεί ο μίσχος. Όταν ο καρπός της πικραγγουριάς κοπεί σε φέτες και τοποθετηθεί σε ένα κόσκινο, ρέει προς τα έξω ένα διαυγές και άχρωμο υγρό το οποίο γίνεται θολό. Η δραστική ουσία του χυμού των καρπών αποτελείται από ένα γλυκοσίδιο, το οποίο ονομάζεται ελατερίνη και αποτελείται από άχρωμους, πικρούς κρυστάλλους, διαλυτούς σε αιθέρα, χλωροφόρμιο και διθειούχο άνθρακα. Εκχύλισμα από τον καρπό της πικραγγουριάς έχει

χρησιμοποιηθεί για την θεραπεία της ρινοκολπίτιδας, της ιγμορίτιδας, της κύρωσης του ήπατος, της αρτηριακής πίεσης, του πνευμονικού οιδήματος καθώς και ως καθαρτικό.

Η πικραγγουριά έχει μελετηθεί για εντομοκτόνες ιδιότητες γιατί περιέχει κουκουρπιτακίνες, ουσίες γνωστές για την παρέμβαση τους στο ορμονικό σύστημα των εντόμων (Chaieb *et al.* 2012). Σε βιοδοκιμές με νύμφες του *Tribolium castaneum*, εκχύλισμα από φύλλα πικραγγουριάς προκάλεσε 100% θνησιμότητα, μετά από τοπικές εφαρμογές (M. J. Pascual-Villalobos & Fernández 1999).



Εικόνα 11 Φυτό *Ecballium ellaterium*

1.9 Στόχοι του πειράματος

- 1) Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τεσσάρων ουσιών φυτικής προέλευσης εναντίον προνυμφών του δορυφόρου της πατάτας σε τρυβλία με αποσπασμένα φύλλα.
- 2) Σύγκριση της αποτελεσματικότητας των τεσσάρων ουσιών φυτικής προέλευσης με το πρότυπο συμβατικό εντομοκτόνο chlorpyrifos.
- 3) Σύγκριση της αποτελεσματικότητας των τεσσάρων ουσιών φυτικής προέλευσης με το εμπορικό φυτικό εκχύλισμα Agrispray.
- 4) Σύγκριση της αποτελεσματικότητας κάθε εκχυλίσματος ανάλογα με τον τρόπο λήψης του από τις προνύμφες

2 Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Εκτροφή εντόμων

Σε γλάστρες 4 λίτρων με τύρφη φυτεύτηκαν κόνδυλοι πατάτας ποικιλίας srunta. Όταν τα φυτά έφτασαν σε ικανοποιητικό μέγεθος, τοποθετήθηκαν σε πτυσσόμενους κλωβούς εντός του θερμοκηπίου εντομολογίας του ΓΠΑ. Μέσα στους κλωβούς αφέθηκαν ενήλικα έντομα του *Leptinotarsa decemlineata* μέχρι να ωτοκήσουν. Μετά την ωτοκία τα ενήλικα μεταφέρθηκαν σε άλλους κλωβούς με φυτά πατάτας προκειμένου να μην καταναλώσουν όλο το φύλλωμα των φυτών. Κάθε συστάδα με αυγά κλεινόταν με τούλι (Εικόνα 12) ώστε να είναι ευκολότερη η συλλογή των



Εικόνα 12 Αυγά του *Leptinotarsa decemlineata* κλεισμένα σε τούλι

εκκολαπτόμενων προνυμφών καθώς και για να λαμβάνονται προνύμφες της ίδιας ηλικίας. Όταν οι προνύμφες έφταναν στην επιθυμητή ηλικία το τμήμα του βλαστού με

τις προνύμφες αποκοπτόταν και οι προνύμφες κλεισμένες στο τούλι μεταφέρονταν στο εργαστήριο για την πραγματοποίηση των βιοδοκιμών.

2.2 Παρασκευή εκχυλισμάτων

Τα εκχυλίσματα παρασκευάστηκαν και χορηγήθηκαν αφιλοκερδώς από την εταιρεία Arivita με την μέθοδο της διαβροχής. Τα φυτικά μέρη τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των εκχυλισμάτων ήταν κίτρινοι καρποί για το φυτό *Melia azedarach*, οι βολβοί για το *Urginea maritima*, τα φύλλα για το *Ailanthus altissima* και οι άγουροι καρποί για το *Ecballium elaterium*. Φυτικός ιστός 10% w/w τοποθετήθηκε σε σύστημα γλυκερίνης / νερού με 1% microcare SB (potassium sorbate + sodium benzoate) ως συντηρητικό και 0,4% κιτρικό οξύ ως μέσο όξυνσης. Η διαβροχή διήρκεσε 14 μέρες και στη συνέχεια έγινε διήθηση από σακόφιλτρα 25 μm.

2.3 Ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν και δόσεις

Τα φυτικά εκχυλίσματα από *Melia azedarach*, *Urginea maritima*, *Ailanthus altissima* και *Ecballium elaterium* εφαρμόστηκαν στην δόση των 5 ml/L. Ως πρότυπο φυτικό εκχύλισμα χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό Agisray, το οποίο αποτελείται από εκχύλισμα νεραντζιού (*Citrus aurantium amara*) με κιτρικό οξύ και αιθανόλη. Το Agisray χρησιμοποιήθηκε στην δόση των 5 ml/L και προστέθηκαν η φυτοαλεξίνη PROALEXIN BASE 2 σε δόση 10 ml/L μαζί με τον γαλακτωματοποιητή – διαβρέχτη APG – 25 σε δόση 1 ml/L. Το Dursban 48EC με δραστική ουσία chlorpyrifos χρησιμοποιήθηκε ως θετικός συμβατικός μάρτυρας στη δόση των 2,5 ml/L. Όλοι οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με ψεκαστήρα προπίεσης VITAPHARM χωρητικότητας 1,5 L (Εικόνα 13).



Εικόνα 13 Ψεκαστήρας προπίεσης VITAPHARM

2.4 Βιοδοκιμές επαφής & στομάχου

Σε τρυβλία Petri διαμέτρου 92 mm τοποθετήθηκε βαμβάκι το οποίο στη συνέχεια διαβράχθηκε με νερό βρύσης. Πάνω στο βαμβάκι τοποθετήθηκε τεμάχιο φύλλου πατάτας, το οποίο αποκόπηκε από την κορυφή του φυτού και από το άκρο του σύνθετου φύλλου. Στην επιφάνεια του φύλλου αφέθηκαν τρεις προνύμφες του *L. decemlineata* (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας). Ακολούθησε ψεκασμός με πλήρη διαβροχή τόσο του φύλλου όσο και των προνυμφών. Οι μεταχειρίσεις που αφορούσαν τους μάρτυρες ψεκάστηκαν με νερό βρύσης. Τα τρυβλία πωματίστηκαν και αφέθηκαν σε συνθήκες δωματίου. Κάθε μεταχείριση περιελάμβανε τέσσερις επαναλήψεις χρησιμοποιώντας τέσσερα τρυβλία (Εικόνα 14). Μετρήσεις της θνησιμότητας έγιναν στις 24, 48, 72 και 96 ώρες από την εφαρμογή των επεμβάσεων. Προνύμφες οι οποίες δεν κινούνταν όταν

σπρώχνονταν με την βελόνα θεωρήθηκαν νεκρές. Κατά τη στιγμή της μέτρησης σε όσα τρυβλία είχε καταναλωθεί το φύλλο από τις προνύμφες, προστέθηκε νέο τεμάχιο φύλλου.



Εικόνα 14 Βιοδοκιμές επαφής και στομάχου

2.5 Βιοδοκιμές επαφής

Στρογγυλό διηθητικό χαρτί διαμέτρου 9 cm εμβαπτίστηκε σε υδατικό διάλυμα της ουσίας και ακολούθως μεταφέρθηκε σε τρυβλίο με διάμετρο 92 mm. Για την μεταχείριση του μάρτυρα διηθητικό χαρτί εμβαπτίστηκε σε νερό βρύσης. Πάνω στο εμποτισμένο διηθητικό χαρτί τοποθετήθηκαν προνύμφες του *L. decemlineata* οι οποίες παρέμειναν για δύο ώρες ώστε να προσλάβουν την ουσία μέσω του σώματος (Ζιώγας 1998). Σε τρυβλία με βρεγμένο βαμβάκι, τοποθετήθηκε τεμάχιο φύλλου πατάτας, το οποίο

αποκόπηκε από την κορυφή του φυτού και από το άκρο του σύνθετου φύλλου. Τρεις προνύμφες (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας) από το εμποτισμένο διηθητικό χαρτί μεταφέρθηκαν πάνω στο φύλλο. Τα τρυβλία πωματίστηκαν και αφέθηκαν σε συνθήκες δωματίου. Κάθε μεταχείριση περιελάμβανε τέσσερις επαναλήψεις χρησιμοποιώντας τέσσερα τρυβλία. Μετρήσεις της θνησιμότητας έγιναν στις 24, 48, 72 και 96 ώρες από την τοποθέτηση των προνυμφών στο εμποτισμένο διηθητικό χαρτί. Προνύμφες οι οποίες δεν κινούνταν όταν σπρώχνονταν με την βελόνα θεωρήθηκαν νεκρές. Κατά τη στιγμή της μέτρησης σε όσα τρυβλία είχε καταναλωθεί το φύλλο από τις προνύμφες, προστέθηκε νέο τεμάχιο φύλλου.

2.6 Βιοδοκιμές στομάχου

Τεμάχια φύλλων πατάτας, τα οποία αποκόπηκαν από την κορυφή του φυτού και από το άκρο σύνθετων φύλλων ψεκάστηκαν μέχρι απορροής. Τα φύλλα μάρτυρες ψεκάστηκαν με νερό βρύσης. Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν στον ήλιο για 30 λεπτά ώστε να εξατμιστεί το ψεκαστικό διάλυμα. Αφού έγινε η εξάτμιση τα φύλλα μεταφέρθηκαν σε τρυβλία διαμέτρου 92 mm με βρεγμένο βαμβάκι. Πάνω σε κάθε φύλλο τοποθετήθηκαν τρεις προνύμφες (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας). Τα τρυβλία πωματίστηκαν και αφέθηκαν σε συνθήκες δωματίου. Κάθε μεταχείριση περιελάμβανε τέσσερις επαναλήψεις χρησιμοποιώντας τέσσερα τρυβλία. Μετρήσεις της θνησιμότητας έγιναν στις 24, 48, 72 και 96 ώρες από την τοποθέτηση των προνυμφών πάνω στο φύλλο. Προνύμφες οι οποίες δεν κινούνταν όταν σπρώχνονταν με την βελόνα θεωρήθηκαν νεκρές. Κατά τη στιγμή της μέτρησης σε όσα τρυβλία είχε καταναλωθεί το φύλλο από τις προνύμφες, προστέθηκε νέο τεμάχιο φύλλου.

2.7 Βιοδοκιμές εισπνοής

Σε τρυβλία Petri διαμέτρου 92 mm απλώθηκε βαμβάκι το οποίο στη συνέχεια διαβράχθηκε με νερό βρύσης. Στο ένα άκρο του τρυβλίου απλώθηκε πλαστική μεμβράνη πάνω στην οποία τοποθετήθηκε τεμάχιο διηθητικού χαρτιού 3x1 cm εμποτισμένο με την ουσία. Στα τρυβλία μάρτυρες το διηθητικό χαρτί εμποτίστηκε με νερό βρύσης. Στο άλλο άκρο του τρυβλίου, τοποθετήθηκε τεμάχιο φύλλου πατάτας, το οποίο αποκόπηκε από την κορυφή του φυτού και από το άκρο του σύνθετου φύλλου. Πάνω σε κάθε φύλλο

μεταφέρθηκαν τρεις προνύμφες (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας). Τα τρυβλία πωματίστηκαν, ώστε να κορεστεί η ατμόσφαιρα του τρυβλίου με αναθυμιάσεις της ουσίας και αφέθηκαν σε συνθήκες δωματίου. Κάθε μεταχείριση περιελάμβανε τέσσερις επαναλήψεις χρησιμοποιώντας τέσσερα τρυβλία. Μετρήσεις της θνησιμότητας έγιναν στις 24, 48, 72 και 96 ώρες από το κλείσιμο των τρυβλίων. Προνύμφες οι οποίες δεν κινούνταν όταν σπρώχνονταν με την βελόνα θεωρήθηκαν νεκρές. Κατά τη στιγμή της μέτρησης σε όσα τρυβλία είχε καταναλωθεί το φύλλο από τις προνύμφες, προστέθηκε νέο τεμάχιο φύλλου.

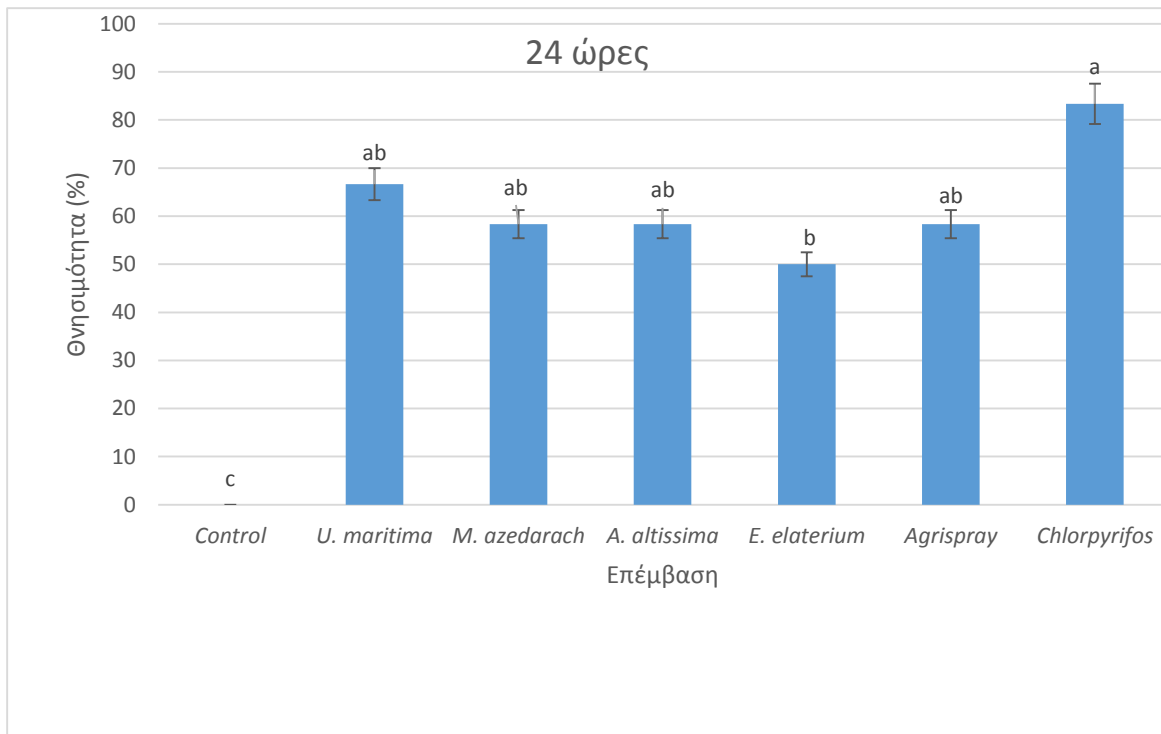
2.8 Στατιστική ανάλυση

Για τα δεδομένα που συλλέχθηκαν έγινε ανάλυση της διασποράς (ANOVA), ύστερα από μετατροπή τους σε το τριγωνομετρικό [y=arcsine(sqrt(x))], για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($\alpha=0,05$). Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές συγκρίσεις χρησιμοποιώντας το κριτήριο Tukey HSD. Για όλα τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό MS Excel και JMP 10 (SAS Institute Inc. 2012).

3 Αποτελέσματα

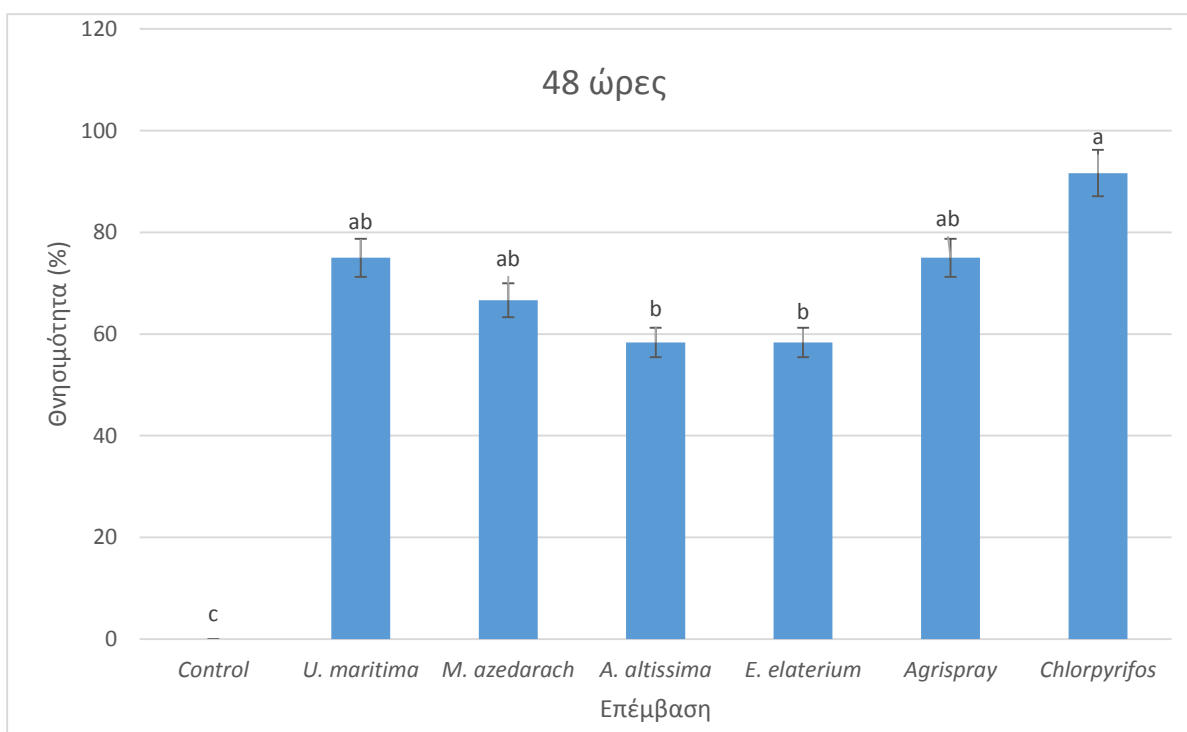
3.1 Βιοδοκιμές επαφής & στομάχου

Στις 24 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 16,59$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε το chlorpyrifos ($83.33 \pm 9.6\%$), μετά το *U. maritima* ($66.66 \pm 0\%$) και ακολούθως τα *M. azedarach*, *A. altissima* και Agrispray ($58.33 \pm 8.33\%$). Ωστόσο οι προηγούμενες ουσίες δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Μικρότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην επέμβαση με *E. elaterium* ($50 \pm 9.26\%$), η οποία δεν διέφερε στατιστικά από το εμπορικό Agrispray και τα υπόλοιπα τρία εκχυλίσματα που εξετάστηκαν (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες (βιοδοκιμές επαφής & στομάχου)

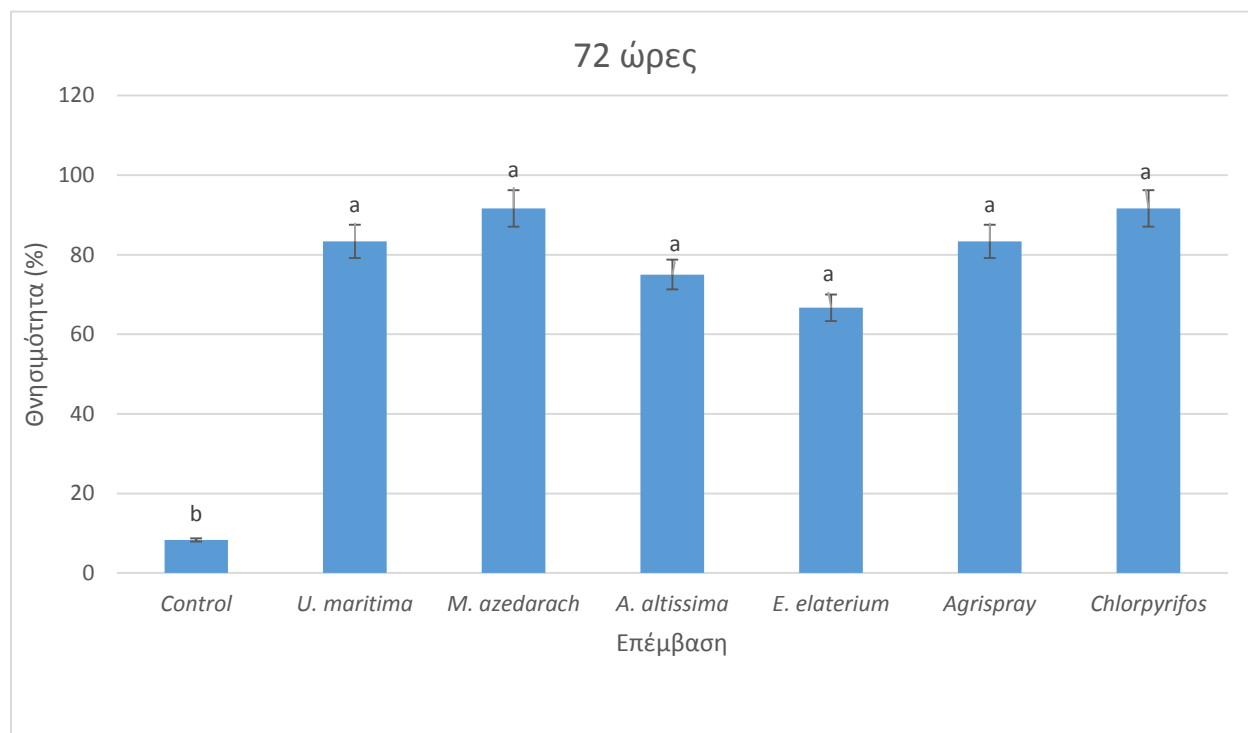
Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων στις 48 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών ($F= 15.96$ $dF=6,21$ $P<0.0001$). Ο μάρτυρας διέφερε στατιστικά με όλες τις επεμβάσεις αφού είχε μηδενική θνησιμότητα. Μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις με chloropyrifos ($91.66 \pm 8.33\%$), το οποίο δεν διέφερε στατιστικά με τα *U. maritima* ($75 \pm 8.33\%$), *M. azedarach* ($66.66 \pm 0\%$) και Agrispray ($75 \pm 8.33\%$). Την μικρότερη θνησιμότητα έδωσαν τα *A. altissima* και *E. elaterium* ($58.33 \pm 8.33\%$), τα οποία δεν διέφεραν στατιστικά με το εμπορικό Agrispray και τα αλλά δύο φυτικά εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν, όμως διέφεραν στατιστικά με το πρότυπο chloropyrifos (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 5 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες (βιοδοκιμές επαφής & στομάχου)

Τη χρονική στιγμή των 72 ωρών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 8.63$ $dF=6,21$ $P<0.0001$). Όλες οι ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν, είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με το μάρτυρα, έτσι διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Την μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσαν τα chloropyrifos και *M.*

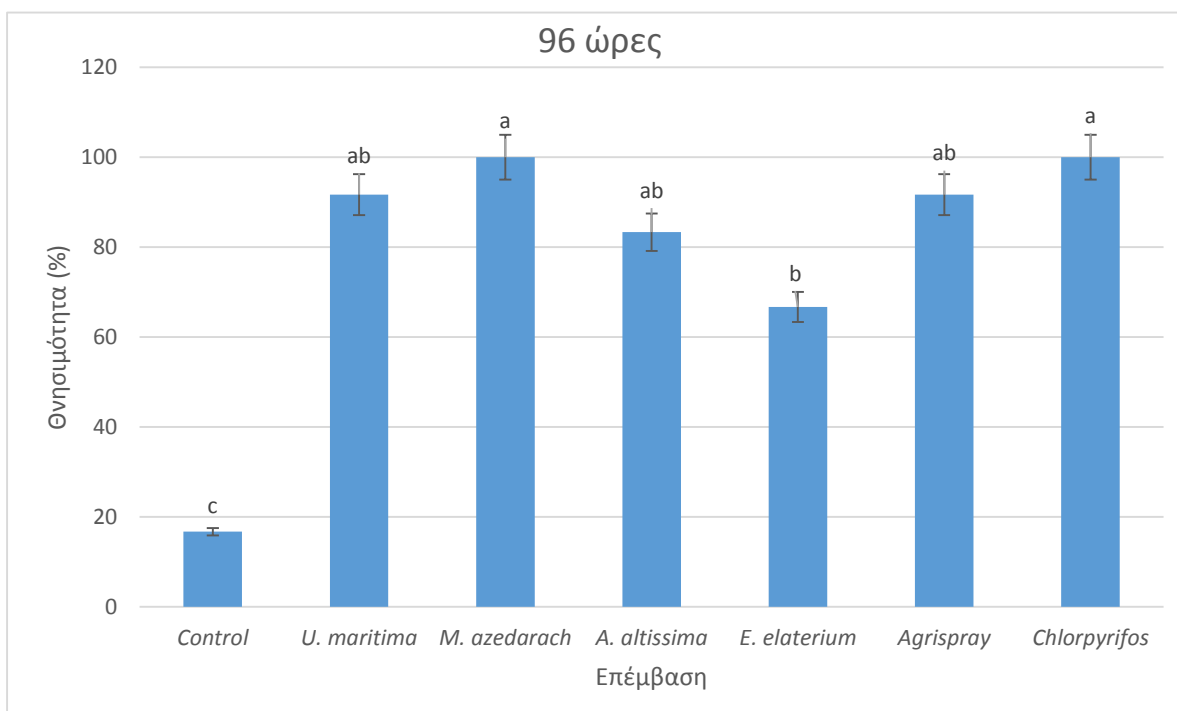
azedarach ($91.66 \pm 8.33\%$), ακολουθούμενη από τα *U. maritima* και Agrispray ($83.33 \pm 9.62\%$). Μικρότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην επέμβαση *A. altissima* ($75 \pm 8.33\%$) και ακολούθως με *E. elaterium* ($66.66 \pm 0\%$). Ωστόσο κανένα από τα εκχυλίσματα που εξετάστηκαν δεν διέφερε στατιστικά με τα πρότυπα Agrispray και chlorpyrifos (Διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 6 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες (βιοδοκιμές επαφής & στομάχου)

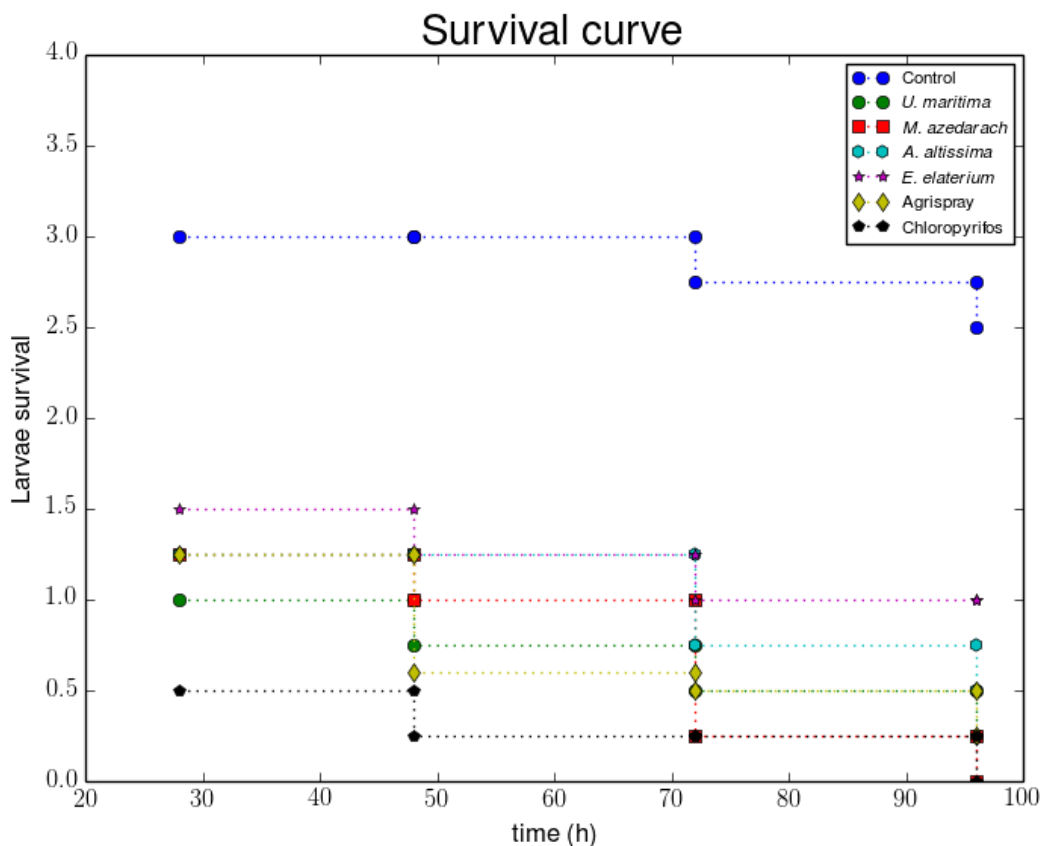
Στην τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 12.96$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Ο μάρτυρας διέφερε στατιστικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις αφού είχε ελάχιστη θνησιμότητα. Οι επεμβάσεις με *M. azedarach* και chlorpyrifos είχαν την μεγαλύτερη θνησιμότητα ($100 \pm 0\%$) και ακολούθως τα *U. maritima*, Agrispray ($91.66 \pm 8.33\%$) και *A. altissima* ($83.33 \pm 9.62\%$). Οι πιο πάνω επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Την χαμηλότερη θνησιμότητα έδωσε το *E. elaterium* ($66.66 \pm 0\%$) το οποίο

διέφερε στατιστικά με το *M. azedarach* και το πρότυπο chlorpyrifos, παρ' όλα αυτά δεν διέφερε στατιστικά με τις υπόλοιπες ουσίες που εξετάστηκαν (Διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 7 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες (βιοδοκιμές επαφής & στομάχου)

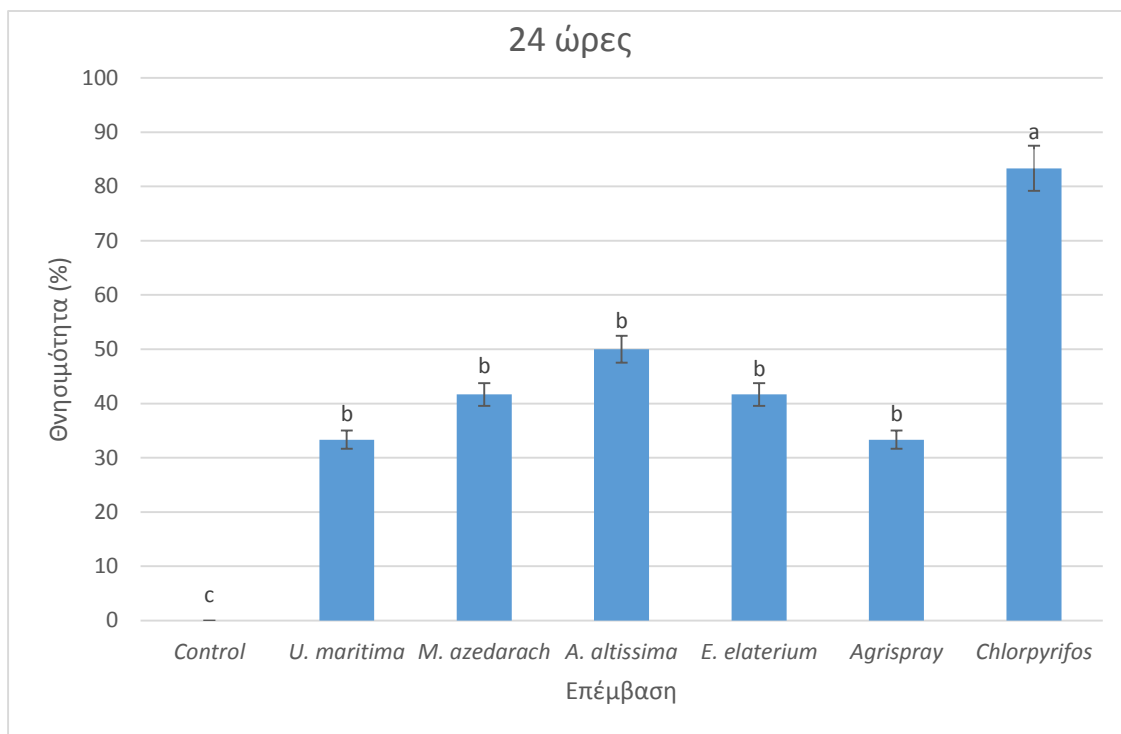
Όλες οι επεμβάσεις μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα κατά την διάρκεια των τεσσάρων ημερών. Ταχύτερη δράση παρουσίασε το chlorpyrifos και ακολούθως το *U. maritima*, το οποίο είχε μια κλιμακούμενη μείωση του αριθμού των προνυμφών. Τα Agrispray και *M. azedarach* εμφάνισαν αυξημένη δράση μετά της 48 και 72 ώρες αντίστοιχα. Στα *A. altissima* και *E. elaterium* η θνησιμότητα παρέμεινε σταθερή μετά τις 72 ώρες (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 9 Καμπύλη επιβίωσης για τις βιοδοκιμές επαφής & στομάχου

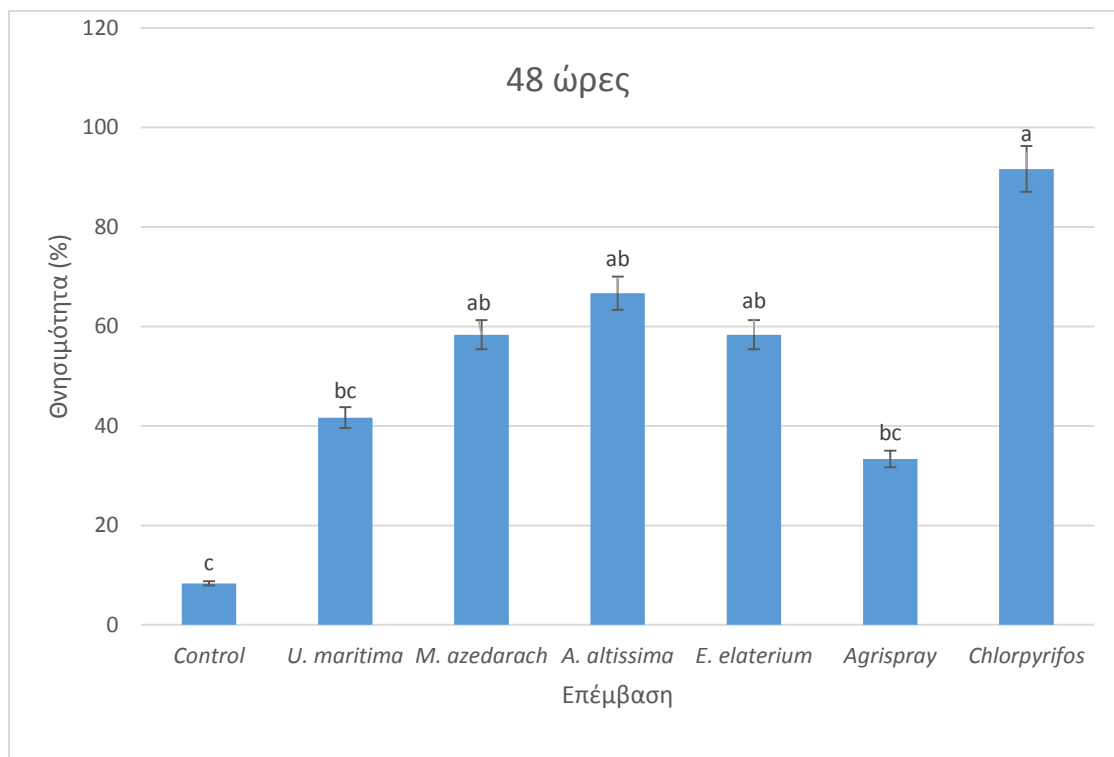
3.2 Βιοδοκιμές επαφής

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων στις 24 ώρες ($F= 17.23$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Όλες οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά με τον μάρτυρα αφού είχε μηδενική θνησιμότητα. Την μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε το Chloropyrifos ($83.33 \pm 9.62\%$), το οποίο διέφερε στατιστικά με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Από τα φυτικά εκχυλίσματα που εξετάστηκαν την μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε το *A. altissima* ($50 \pm 9.62\%$), ακολούθως τα *M. azedarach* και *E. elaterium* ($41.66 \pm 8.33\%$). Μικρότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις με *U. maritima* και Agrispray ($33.33 \pm 0\%$). Ωστόσο τα τέσσερα φυτικά εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, ούτε και με το εμπορικό Agrispray (Διάγραμμα 9).



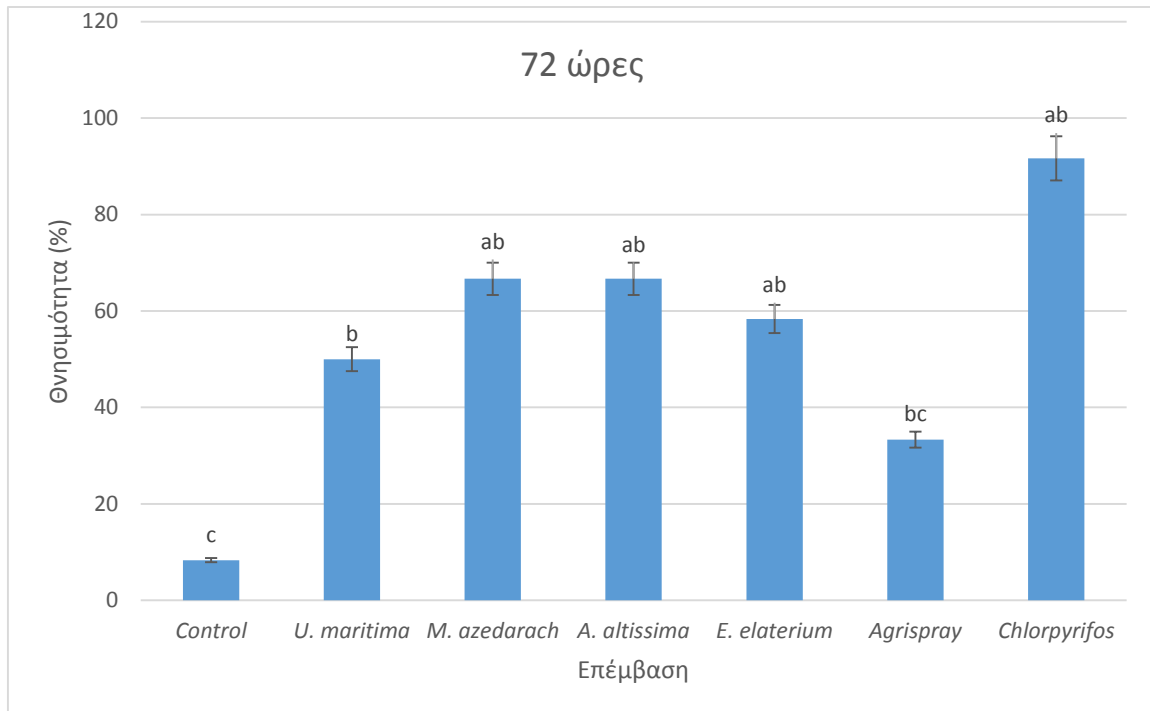
Διάγραμμα 9 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες (βιοδοκιμές επαφής)

Στις 48 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 9.69$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Όλες οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά από τον μάρτυρα εκτός από τα *U. maritima* ($41.66 \pm 8.33\%$) και Agrispray ($33.33 \pm 0\%$) όπου είχαν την μικρότερη θνησιμότητα. Την μεγαλύτερη θνησιμότητα εμφάνισε το chlorpyrifos ($91.66 \pm 8.33\%$), ακολούθως το *A. altissima* ($66.66 \pm 13.60\%$), *M. Azedarach* και *E. elaterium* ($58.33 \pm 8.33\%$). Οι προαναφερόμενες ουσίες δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Επίσης οι τέσσερις ουσίες που εξετάστηκαν δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, ούτε και με το εμπορικό Agrisray (Διάγραμμα 10).



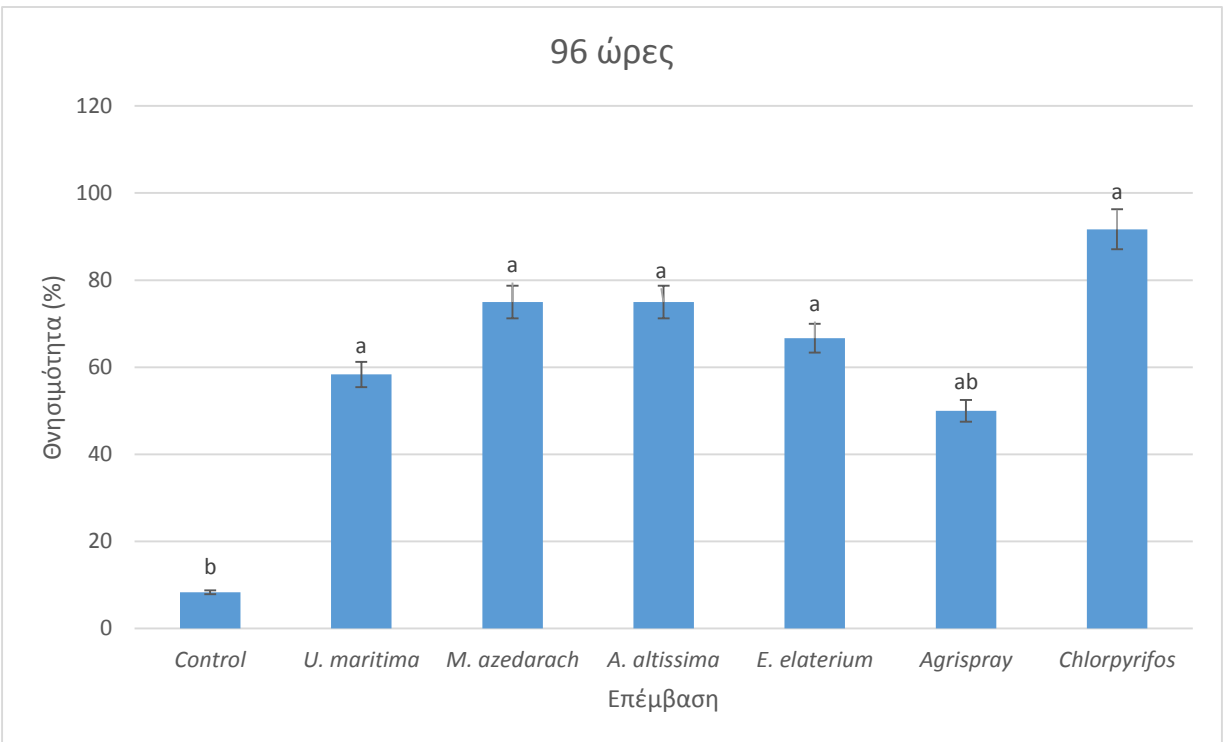
Διάγραμμα 10 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες (βιοδοκιμές επαφής)

Τη χρονική στιγμή των 72 ωρών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 10,17$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Η επέμβαση με Agrisray δεν διέφερε στατιστικά από τον μάρτυρα αφού είχε την μικρότερη θνησιμότητα ($33.33 \pm 0\%$), ενώ οι υπόλοιπες επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Το chlorpyrifos έδωσε την μεγαλύτερη θνησιμότητα ($91.66 \pm 8.33\%$) και έπειτα τα *M. azedarach* ($66.66 \pm 0\%$), *A. altissima* ($66.66 \pm 13.6\%$), *E. elaterium* ($58.33 \pm 8.33\%$) και *U. maritima* ($50 \pm 9.62\%$). Οι πιο πάνω επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Επίσης οι τέσσερις ουσίες που εξετάστηκαν δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, ούτε και με τα πρότυπα Agrisray και chlorpyrifos (Διάγραμμα 11).



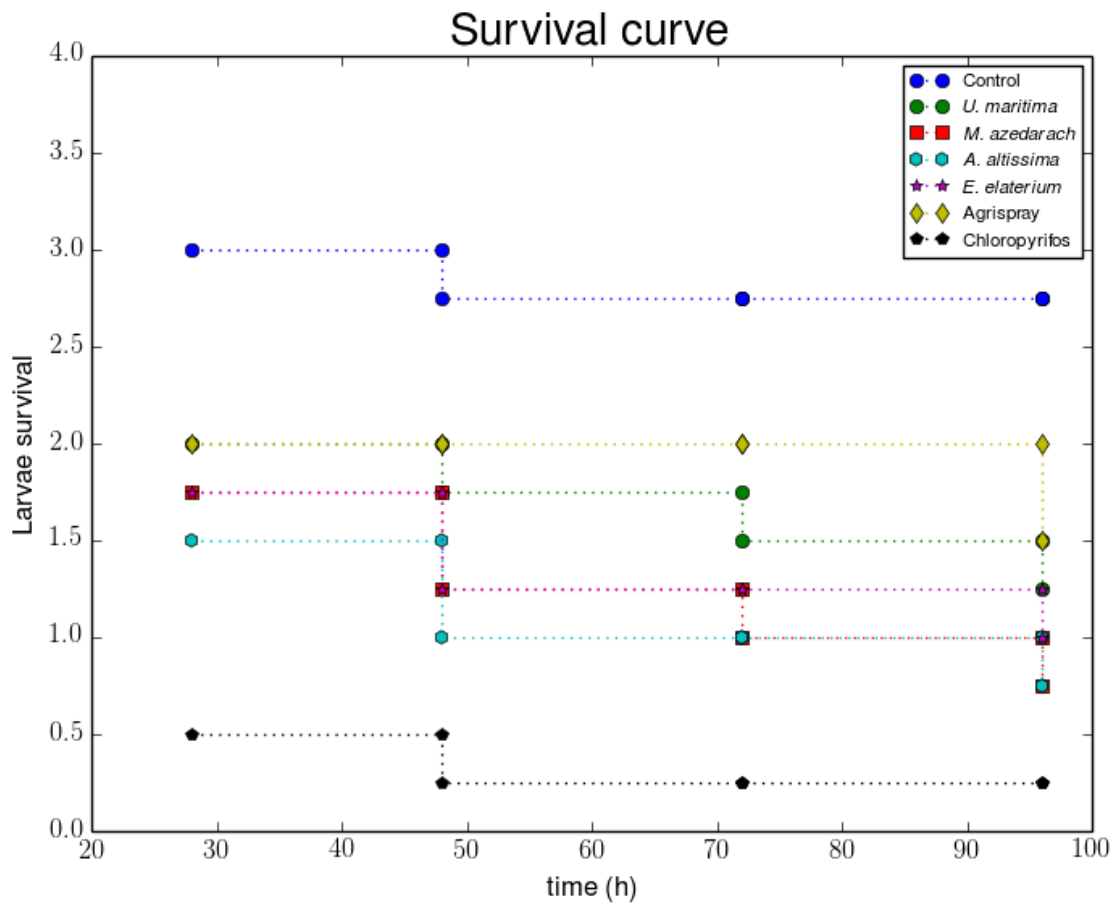
Διάγραμμα 11 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες (βιοδοκιμές επαφής)

Κατά την τελευταία μέρα που έγινε καταμέτρηση της θνησιμότητας (96 ώρες), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F=7.23$ $dF=6,21$ $P<0.0003$). Όλες οι επεμβάσεις διέφεραν στατιστικά από τον μάρτυρα εκτός από το Agrispray που είχε την χαμηλότερη θνησιμότητα ($50 \pm 9.62\%$). Μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην επέμβαση με chlorpyrifos ($91.67 \pm 8.33\%$), ακολούθως σε αυτές με *M. azedarach* και *A. altissima* ($75 \pm 8.33\%$). Μια ενδιάμεση θνησιμότητα έδωσαν τα *E. elaterium* ($66.67 \pm 13.6\%$) και *U. maritima* ($58.33 \pm 8.33\%$). Ωστόσο κανένα από τα εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν δεν διέφερε στατιστικά με τα εμπορικά Agrisray και chlorpyrifos (Διάγραμμα 12).



Διάγραμμα 12 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες (βιοδοκιμές επαφής)

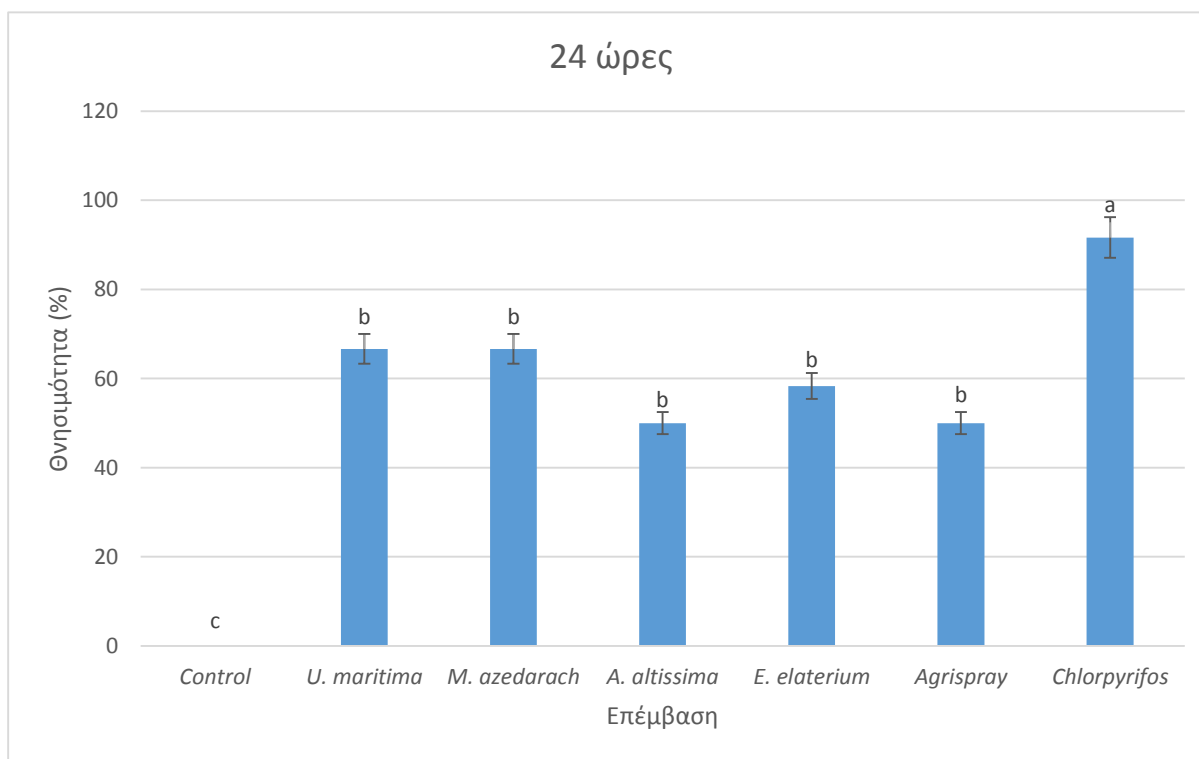
Όλες οι επεμβάσεις μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα κατά την διάρκεια των τεσσάρων ημερών. Ταχύτερη δράση παρουσίασε το chlorpyrifos και ακολούθως το *A. altissima*, το οποίο είχε μια αύξηση της θνησιμότητας στις 48 ώρες. Το Agrispray είχε τη μικρότερη θνησιμότητα, η οποία παρέμεινε σταθερή μέχρι τις 96 ώρες, όπου είχε ελαφρά αύξηση. Το *U. maritima* παρόλο που αρχικά είχε μειωμένη θνησιμότητα, στην συνέχεια παρουσίασε μια σταδιακή αύξηση της θνησιμότητας. Στην επέμβαση με *M. azedarach* υπήρχε μια κλιμακωτή αύξηση της θνησιμότητας από τις 24 μέχρι τις 96 ώρες. Στο *E. elaterium* υπήρξε μια αύξηση της θνησιμότητα στις 48 ώρες η οποία παρέμεινε σταθερή μέχρι το τέλος (Διάγραμμα 13).



Διάγραμμα 13 Καμπύλη επιβίωσης για τις βιοδοκιμές επαφής

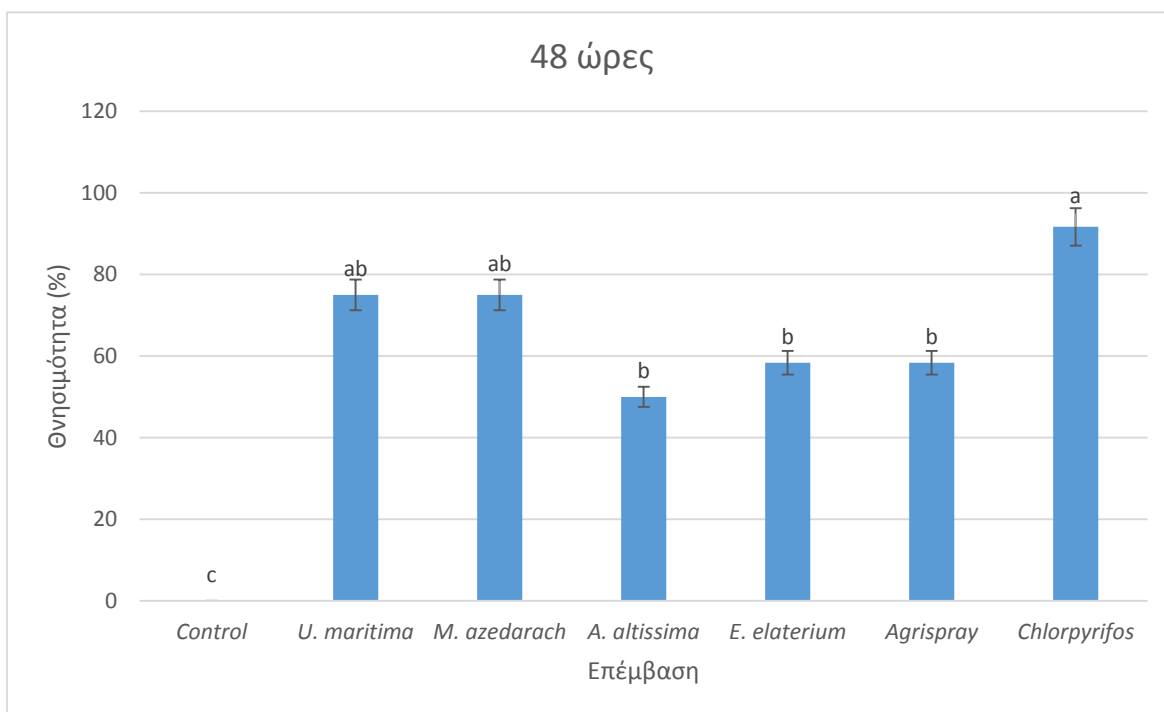
3.3 Βιοδοκιμές στομάχου

Τη χρονική στιγμή των 24 ωρών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 24.9$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Ο μάρτυρας είχε μηδενική θνησιμότητα και ως εκ τούτου διέφερε στατιστικά με όλες τις επεμβάσεις. Το chlorpyrifos είχε την μεγαλύτερη θνησιμότητα ($91.66 \pm 8.33\%$) και διέφερε στατιστικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις με *U. maritima* και *M. azedarach* είχαν την ίδια θνησιμότητα ($66.66 \pm 0\%$), ακολουθούμενη από το *E. elaterium* ($58.33 \pm 8.33\%$). Την μικρότερη θνησιμότητα έδωσαν οι επεμβάσεις με *A. altissima* και Agrispray ($50 \pm 9.62\%$). Τα τέσσερα εκχυλίσματα που εξετάστηκαν δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους αλλά ούτε και με το πρότυπο Agrisray (Διάγραμμα 14).



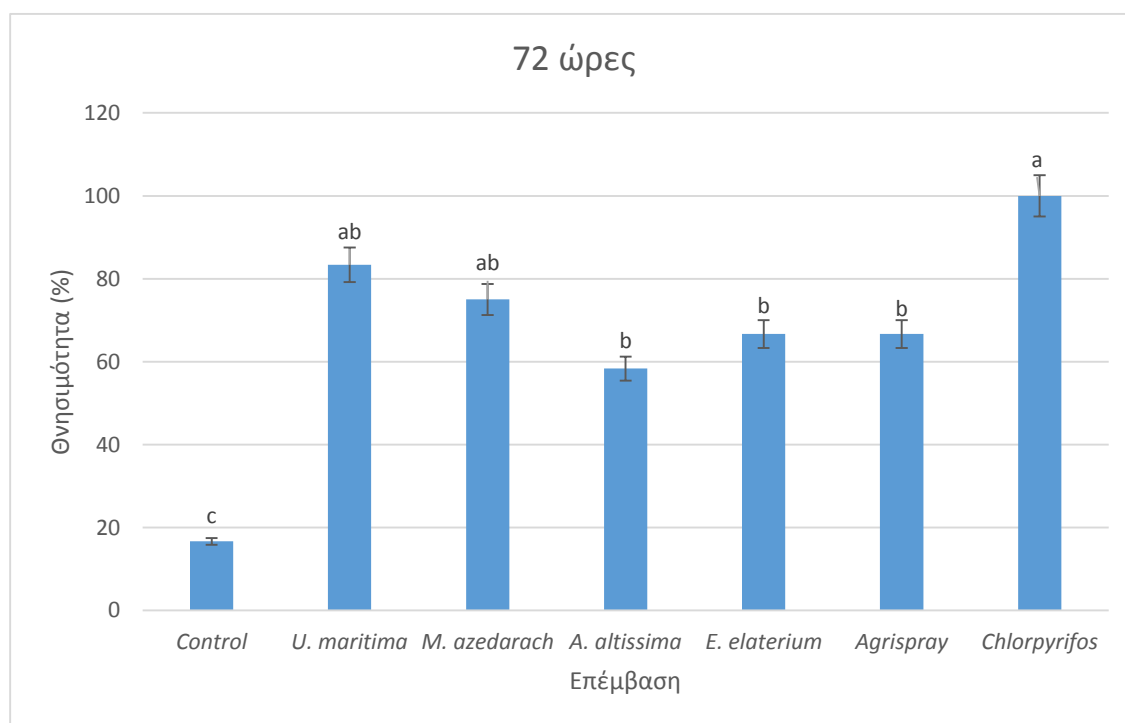
Διάγραμμα 14 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες (βιοδοκιμές στομάχου)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων στις 48 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών ($F= 14.44$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Όλες οι επεμβάσεις μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα, έτσι διέφεραν στατιστικά απ' αυτόν. Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε το chlorpyrifos ($91.66 \pm 8.33\%$), ακολούθως τα *U. maritima* και *M. azedarach* ($75 \pm 8.33\%$). Οι πιο πάνω επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Μια ενδιάμεση θνησιμότητα έδωσαν τα *E. elaterium* και Agrispray ($58.33 \pm 8.33\%$), ενώ το *A. altissima* είχε την μικρότερη θνησιμότητα ($50 \pm 9.62\%$). Οι ουσίες αυτές διέφεραν στατιστικά από το chlorpyrifos. Ωστόσο τα φυτικά εκχυλίσματα που εξετάστηκαν δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, ούτε και με το πρότυπο Agrispray (Διάγραμμα 15).



Διάγραμμα 15 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες (βιοδοκιμές στομάχου)

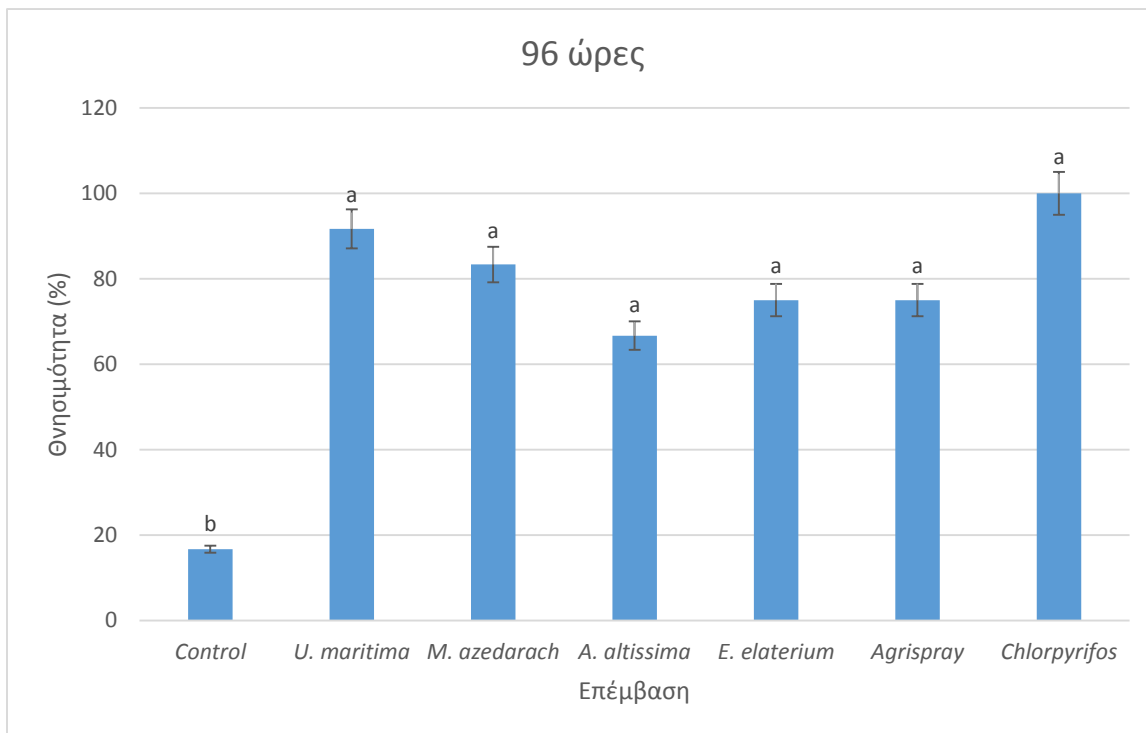
Στις 72 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 10.7$ $dF= 7,20$ $P<0.0001$). Ο μάρτυρας διέφερε στατιστικά με όλες τις επεμβάσεις αφού είχε ελάχιστη θνησιμότητα ($16.66 \pm 9.62\%$). Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε το chlorpyrifos ($100 \pm 0\%$), ακολούθως το *U. maritima* ($83.33 \pm 9.62\%$) και *M. azedarach* ($75 \pm 8.33\%$). Οι προαναφερθείσες ουσίες δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, ούτε και με το chlorpyrifos.. Σε χαμηλότερα επίπεδα κυμάνθηκε η θνησιμότητα των *E. elaterium* και Agrispray ($66.66 \pm 0\%$) ενώ την μικρότερη θνησιμότητα έδωσε το *A. altissima* ($58.33 \pm 8.33\%$). Οι ουσίες αυτές διέφεραν στατικά από το chlorpyrifos, ωστόσο δεν διέφεραν στατιστικά από τα *U. maritima* και *M. azedarach* (Διάγραμμα 16).



Διάγραμμα 16 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες (βιοδοκιμές στομάχου)

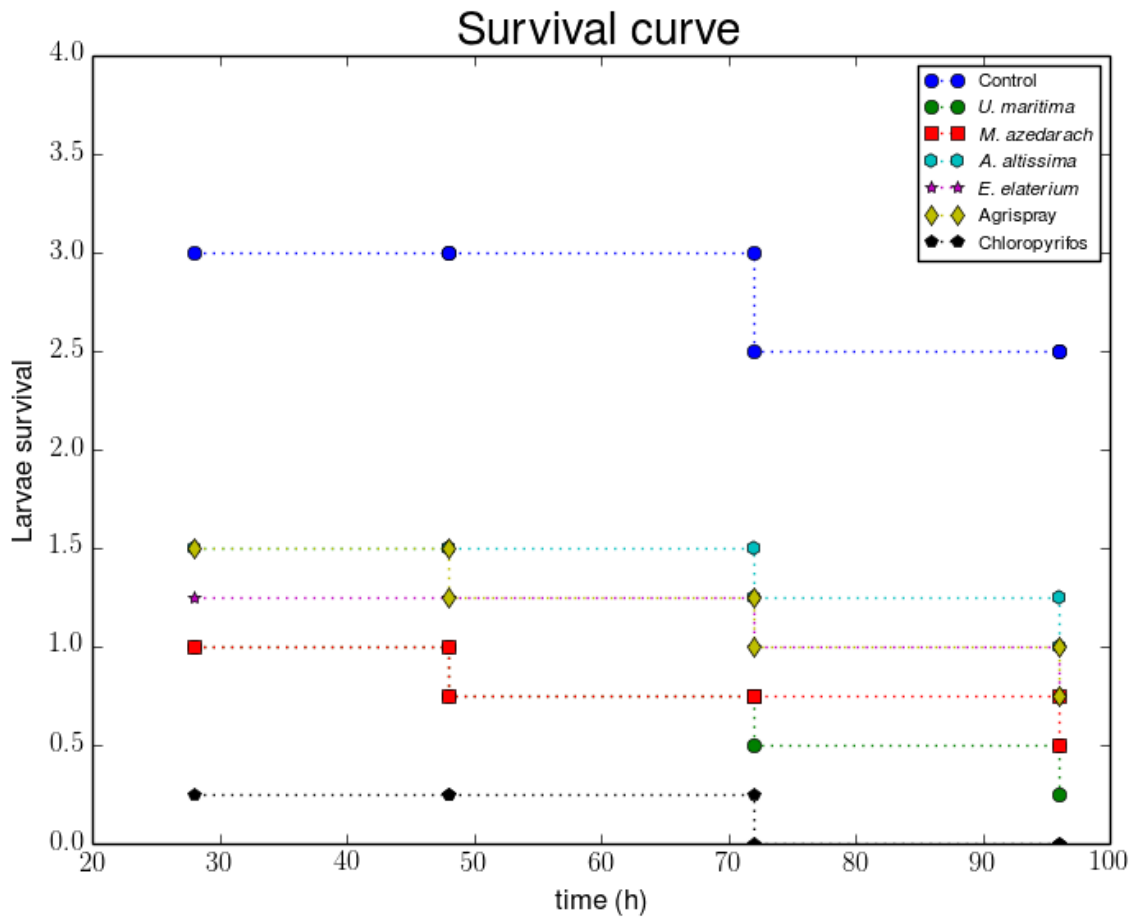
Στην τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 8.67$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Όλες οι επεμβάσεις είχαν αυξημένη θνησιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα και ως εκ τούτου διέφεραν στατιστικά με αυτόν. Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα είχε το chlorpyrifos ($100 \pm$

0%), ακολούθως τα *U. maritima* ($91.66 \pm 8.33\%$), *M. azedarach* ($83.33 \pm 9.62\%$), *E. elaterium* και Agrispray ($75 \pm 8.33\%$) και τέλος το *A. altissima* ($66.66 \pm 0\%$). Οι προαναφερθείσες επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Διάγραμμα 17).



Διάγραμμα 17 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες (βιοδοκιμές στομάχου)

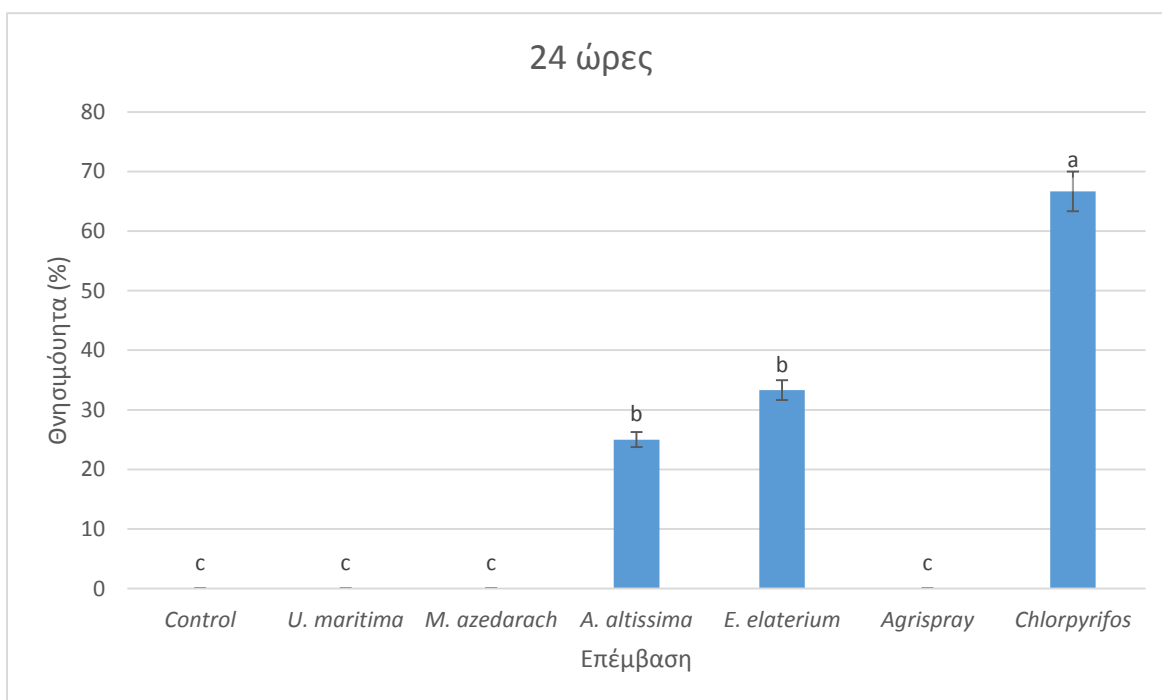
Όλες οι επεμβάσεις μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα κατά την διάρκεια των τεσσάρων ημερών. Ταχύτερη δράση παρουσίασε το chlorpyrifos και ακολούθως τα *U. maritima* και *M. azedarach*. Το Agrispray παρόλο που αρχικά είχε μικρή θνησιμότητα στην συνέχεια αυξήθηκε κλιμακωτά. Στην επέμβαση με *A. altissima* παρατηρήθηκε χαμηλή θνησιμότητα, η οποία είχε ελαφρά αύξηση στις 72 ώρες. Το *E. elaterium* αρχικά είχε μια ενδιάμεση θνησιμότητα, η οποία αυξήθηκε ελαφρά μετά τις 72 ώρες (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 18 Καμπύλη επιβίωσης για τις βιοδοκιμές στομάχου

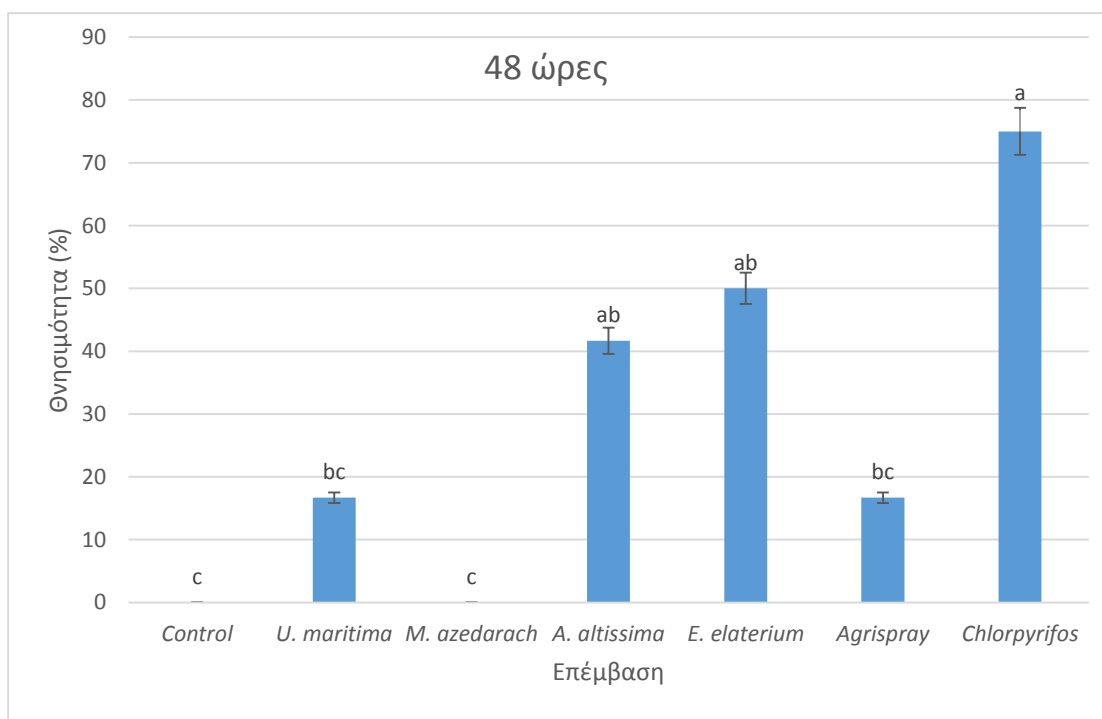
3.4 Βιοδοκιμές εισπνοής

Στις 24 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 45.06$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Οι επεμβάσεις με *U. maritima*, *M. azedarach* και Agrispray δεν διέφεραν στατιστικά από τον μάρτυρα αφού είχαν μηδενική θνησιμότητα. Το chlorpyrifos έδωσε τη μεγαλύτερη θνησιμότητα ($66.66 \pm 0\%$) και έτσι διέφερε στατιστικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Μια ενδιάμεση θνησιμότητα παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις με *E. elaterium* ($33.33 \pm 0\%$) και *A. altissima* ($25 \pm 8.33\%$). Οι προηγούμενες επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, ωστόσο διέφεραν στατιστικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διάγραμμα 19).



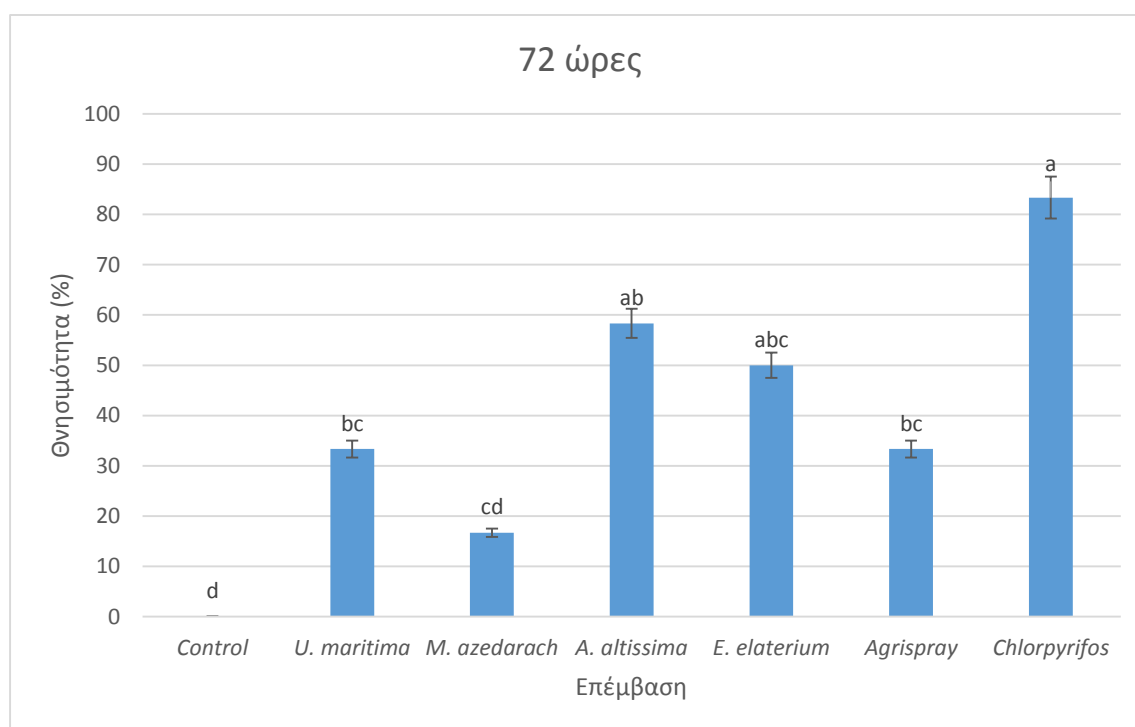
Διάγραμμα 19 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες (βιοδοκιμές εισπνοής)

Τη χρονική στιγμή των 48 ωρών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 11.87$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Ο μάρτυρας και η επέμβαση με *M. azedarach* είχαν μηδενική θνησιμότητα ενώ τα *U. maritima* και Agrispray είχαν ελάχιστη θνησιμότητα ($16.66 \pm 9.62\%$). Οι προαναφερθείσες επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, παρ' όλα αυτά διέφεραν στατιστικά με το chlorpyrifos. Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα είχε το chlorpyrifos ($75 \pm 8.33\%$), ακολούθως το *E. elaterium* ($50 \pm 9.62\%$) και *A. altissima* ($41.66 \pm 8.33\%$), ωστόσο οι ουσίες αυτές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Τα εκχυλίσματα που εξετάστηκαν, με εξαίρεση το *M. azedarach*, δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους και με το εμπορικό Agrispray (Διάγραμμα 20).



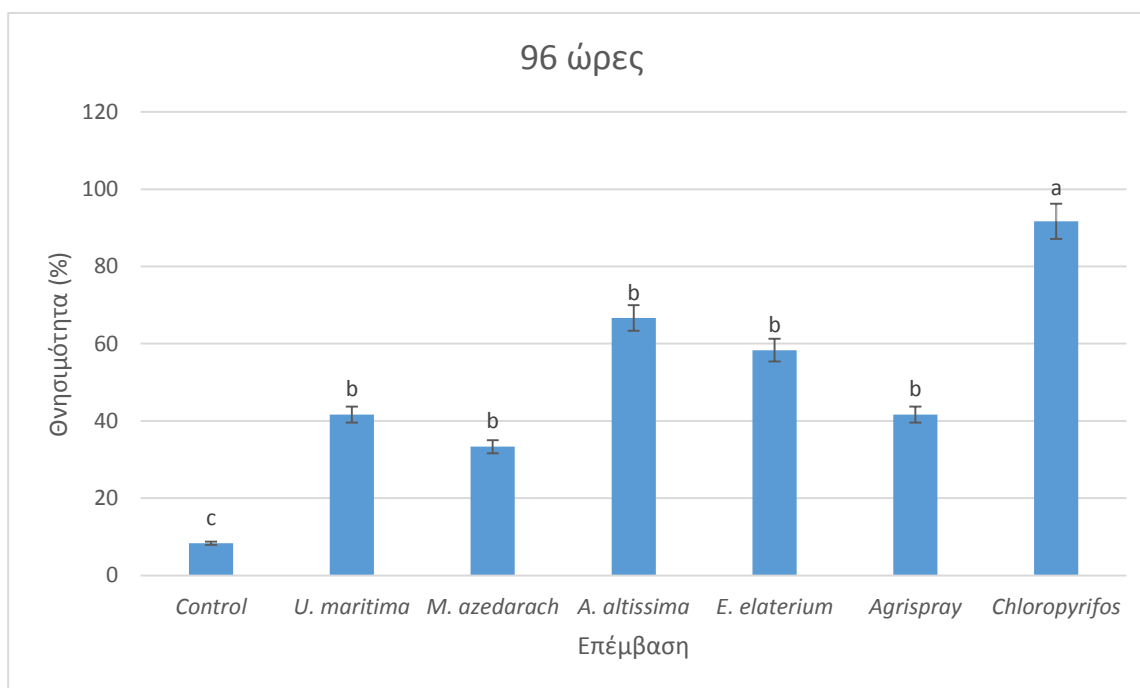
Διάγραμμα 20 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες (βιοδοκιμές εισπνοής)

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων στις 72 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών ($F= 11.71$ $dF=7,20$ $P<0.0001$). Τη μικρότερη θνησιμότητα είχε η επέμβαση με *M. azedarach* ($16.66 \pm 9.62\%$), η οποία δεν διέφερε στατιστικά από τον μάρτυρα. Το chlorpyrifos έδωσε τη μεγαλύτερη θνησιμότητα ($83.33 \pm 9.62\%$), ακολούθως το *A. altissima* ($58.33 \pm 8.33\%$) και *E. elaterium* ($50 \pm 9.62\%$), ωστόσο οι ουσίες αυτές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Μια ενδιάμεση θνησιμότητα είχαν οι επεμβάσεις με *U. maritima* και Agrispray ($33.33 \pm 0\%$), οι οποίες δεν διέφεραν στατιστικά από τα *M. azedarach* και *E. elaterium*, όμως διέφεραν στατιστικά από το chlorpyrifos (Διάγραμμα 21).



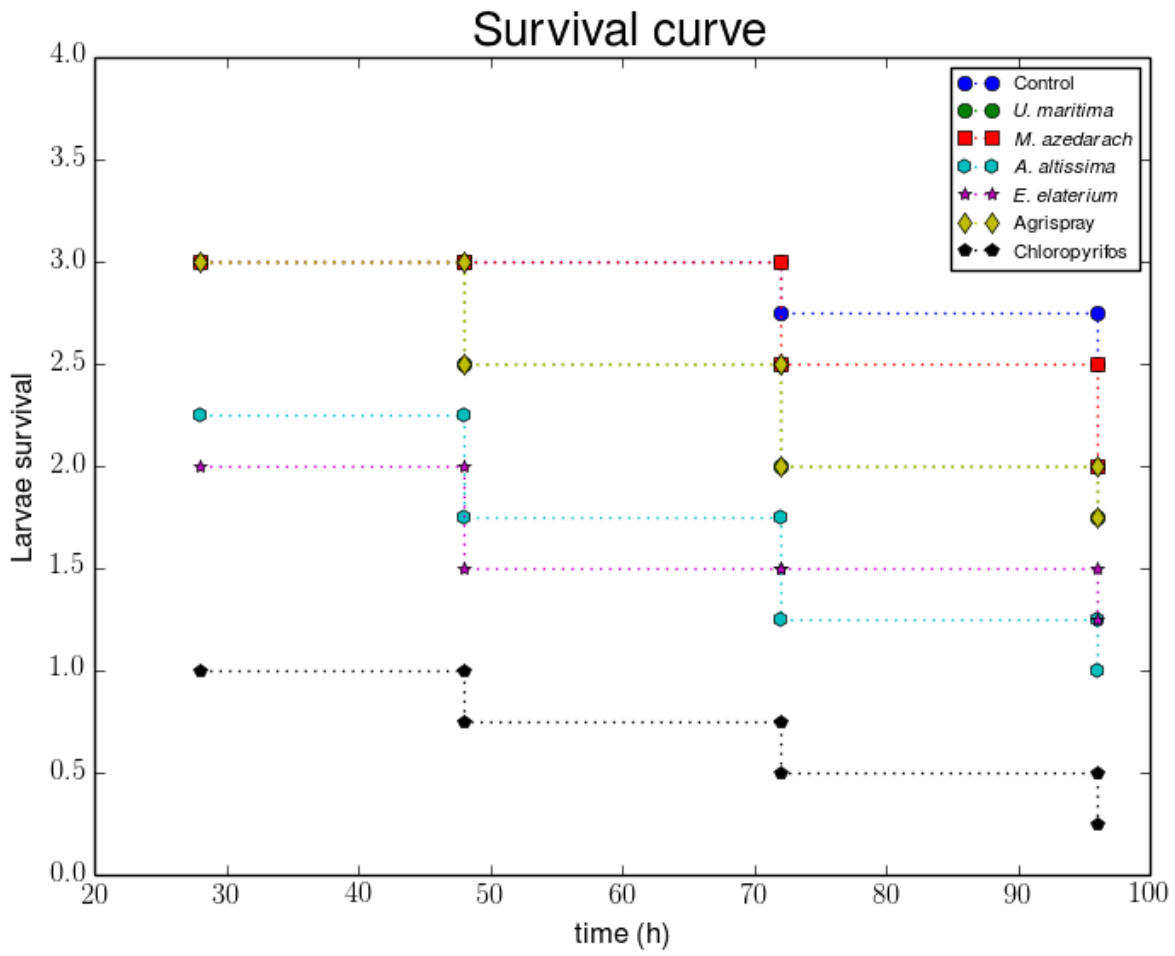
Διάγραμμα 21 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες (βιοδοκιμές εισπνοής)

Κατά την τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων ($F= 14.81$ $dF= 6,21$ $P<0.0001$). Ο μάρτυρας είχε ελάχιστη θνησιμότητα ($8.33 \pm 8.33\%$) και για το λόγο αυτό διέφερε στατιστικά με όλες τις επεμβάσεις. Η επέμβαση με chlorpyrifos είχε τη μεγαλύτερη θνησιμότητα ($91.66 \pm 8.33\%$) και διέφερε στατιστικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Από τα φυτικά εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν, τη μεγαλύτερη θνησιμότητα είχε το *A. altissima* ($66.66 \pm 0\%$), ακολούθως τα *E. elaterium* ($58.33 \pm 8.33\%$), *U. maritima* ($41.66 \pm 8.33\%$) και *M. azedarach* ($33.33 \pm 0\%$). Οι προαναφερθείσες ουσίες δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, αλλά ούτε και με το εμπορικό Agrispray ($41.66 \pm 8.33\%$) (Διάγραμμα 22).



Διάγραμμα 22 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες (βιοδοκιμές εισπνοής)

Τα *U. maritima*, *M. azedarach* και Agrispray, αρχικά είχαν μηδενική θνησιμότητα η οποία στη συνέχεια αυξήθηκε ελάχιστα. Το chlorpyrifos είχε την ταχύτερη δράση και ακολούθως το *E. elaterium*, το οποίο είχε μια αύξηση της θνησιμότητας στις 48 ώρες. Η επέμβαση με *A. altissima* αρχικά είχε μια ενδιάμεση θνησιμότητα η οποία αυξήθηκε κλιμακωτά από τις 24 μέχρι τις 96 ώρες (Διάγραμμα 23).

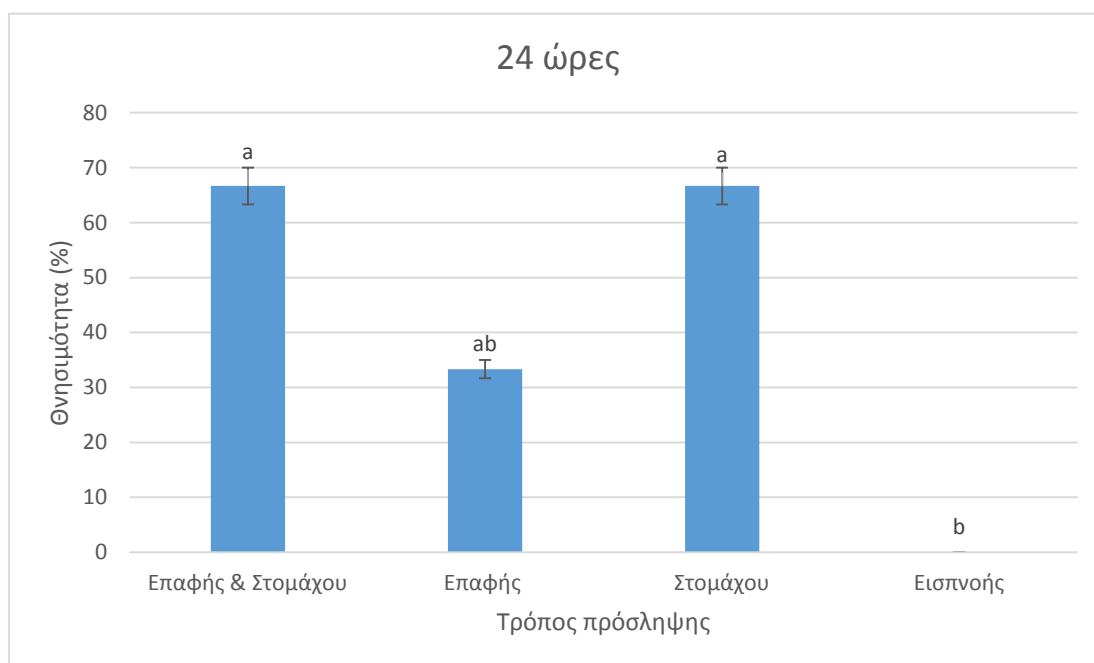


Διάγραμμα 23 Καμπύλη επιβίωσης στις βιοδοκίμες εισπνοής

3.5 Σύγκριση της αποτελεσματικότητας ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της κάθε ουσίας από τις προνύμφες

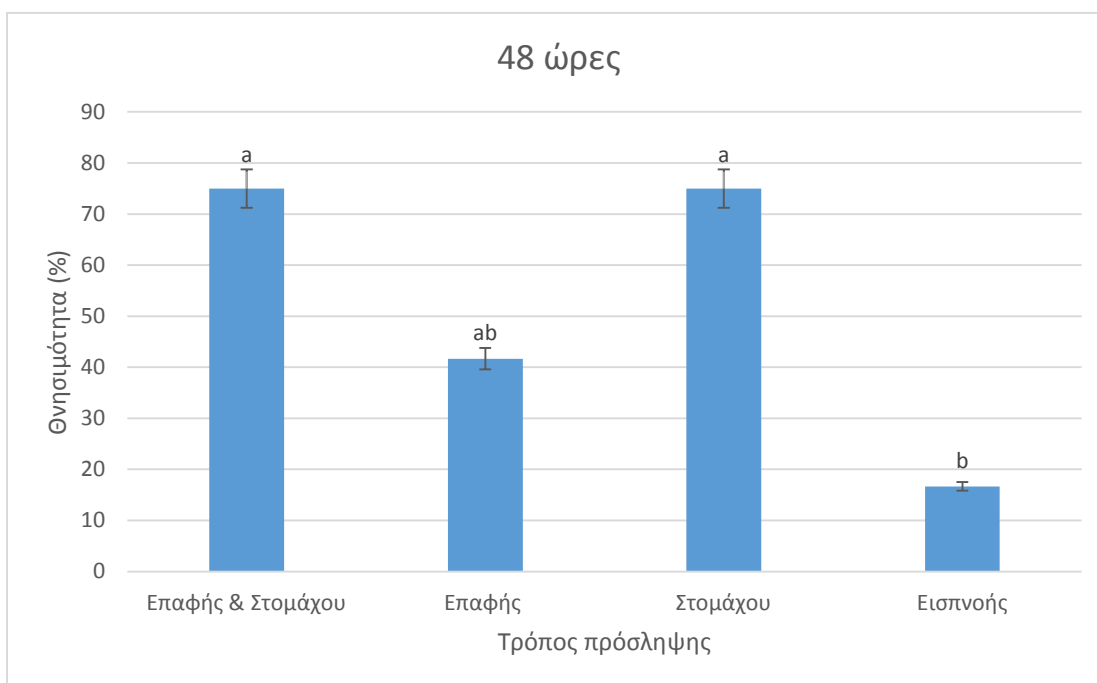
3.5.1 *Urginea maritima*

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας, στις 24 ώρες ($F= 6.86$ $dF= 3,12$ $P<0.0061$). Η πρόσληψη μέσω εισπνοής είχε μηδενική θνησιμότητα, ενώ μέσω επαφής είχε ελάχιστη θνησιμότητα ($33.33 \pm 0\%$). Οι δύο αυτοί τρόποι πρόσληψης δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσαν οι επεμβάσεις μέσω επαφής & στομάχου και μέσω στομάχου ($66.66 \pm 0\%$). Οι προαναφερόμενοι τρόποι πρόσληψης δεν διέφεραν στατιστικά με τον επαφής (Διάγραμμα 24).



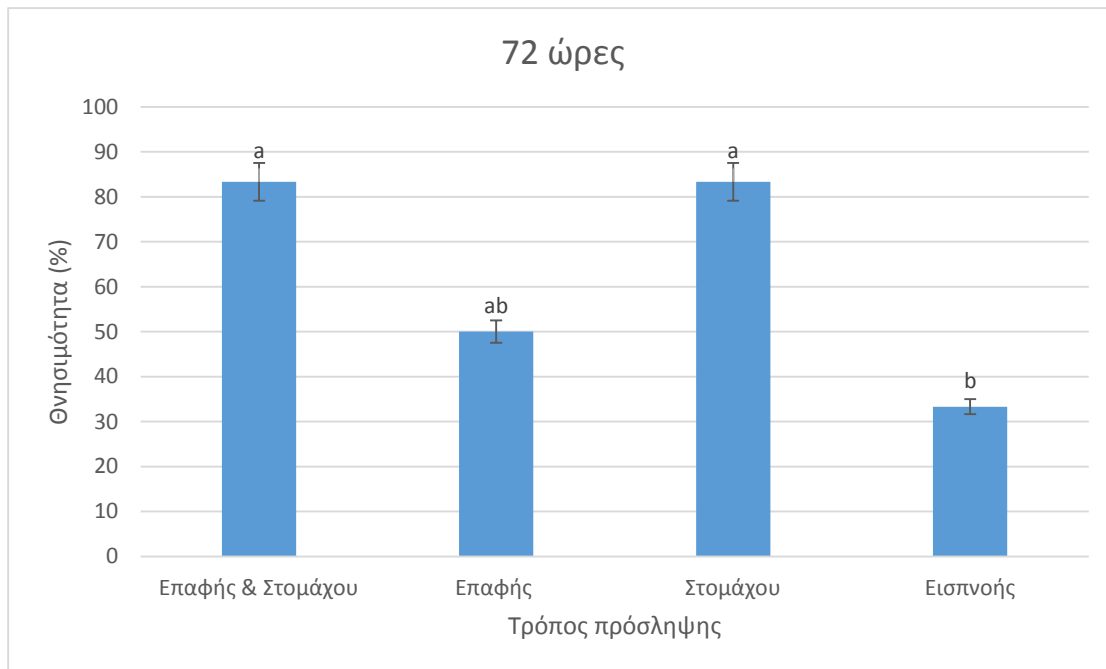
Διάγραμμα 24 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*U. maritima*)

Στις 48 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ανάλογα με το τρόπο πρόσληψης ($F= 6,86$ $dF= 3,21$ $P<0,0061$). Μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στις εφαρμογές επαφής & στομάχου και στομάχου ($75 \pm 8.33\%$), οι οποίες δεν διέφεραν στατιστικά από την επαφής ($41.66 \pm 8.33\%$). Τη μικρότερη θνησιμότητα έδωσε η πρόσληψη μέσω εισπνοής ($16.66 \pm 9.62\%$), η οποία διέφερε στατιστικά από τις εφαρμογές επαφής & στομάχου και στομάχου (Διάγραμμα 25).



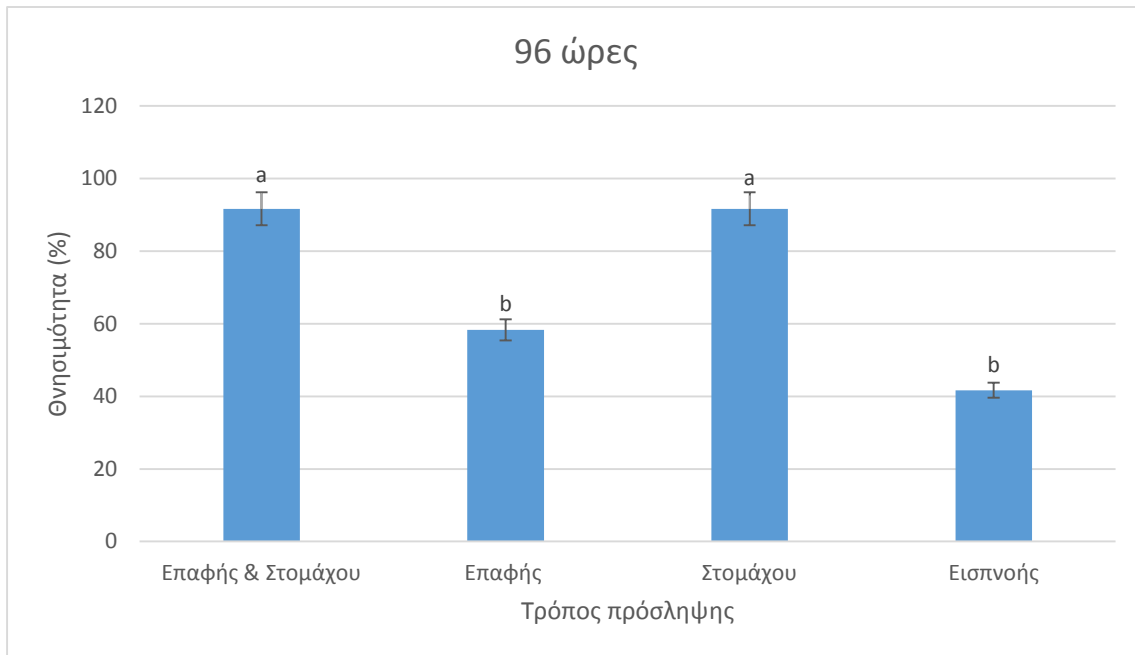
Διάγραμμα 25 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*U. maritima*)

Τη χρονική στιγμή των 72 ωρών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 6,06$ $dF= 3,12$ $P<0,0094$). Τη μικρότερη θνησιμότητα είχε η εφαρμογή εισπνοής ($33.33 \pm 0\%$) η οποία δεν διέφερε στατιστικά από την επαφής ($50 \pm 9.62\%$). Οι εφαρμογές επαφής & στομάχου και στομάχου έδωσαν τη μεγαλύτερη θνησιμότητα ($83.33 \pm 9.62\%$), ωστόσο δεν διέφεραν στατιστικά από την επαφής (Διάγραμμα 26).



Διάγραμμα 26 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*U. maritima*)

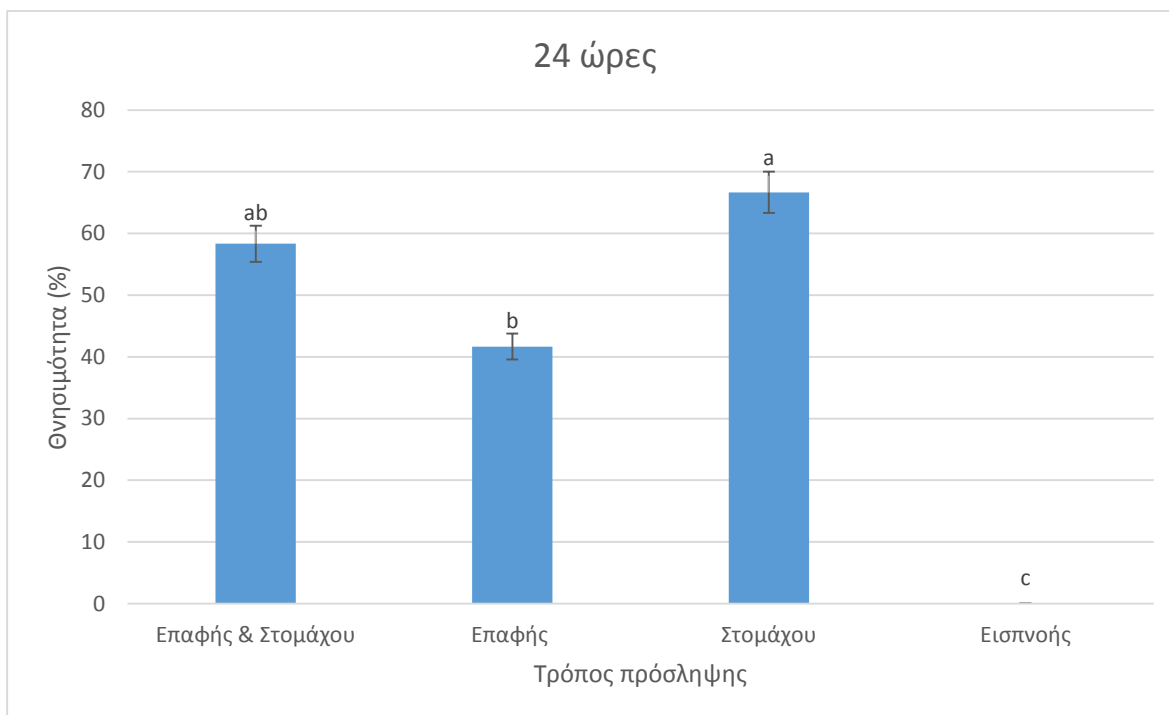
Κατά την τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες) της θνησιμότητας βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 8,91$ $dF= 3,12$ $P<0,0022$). Η μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στις εφαρμογές επαφής & στομάχου και στομάχου ($91,66667 \pm 8.33\%$). Οι προηγούμενες εφαρμογές διέφεραν στατιστικά από την επαφής ($58.33 \pm 8.33\%$) και την εισπνοής ($41.66 \pm 8.33\%$) που έδωσε τη χαμηλότερη θνησιμότητα (Διάγραμμα 27).



Διάγραμμα 27 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*U. maritima*)

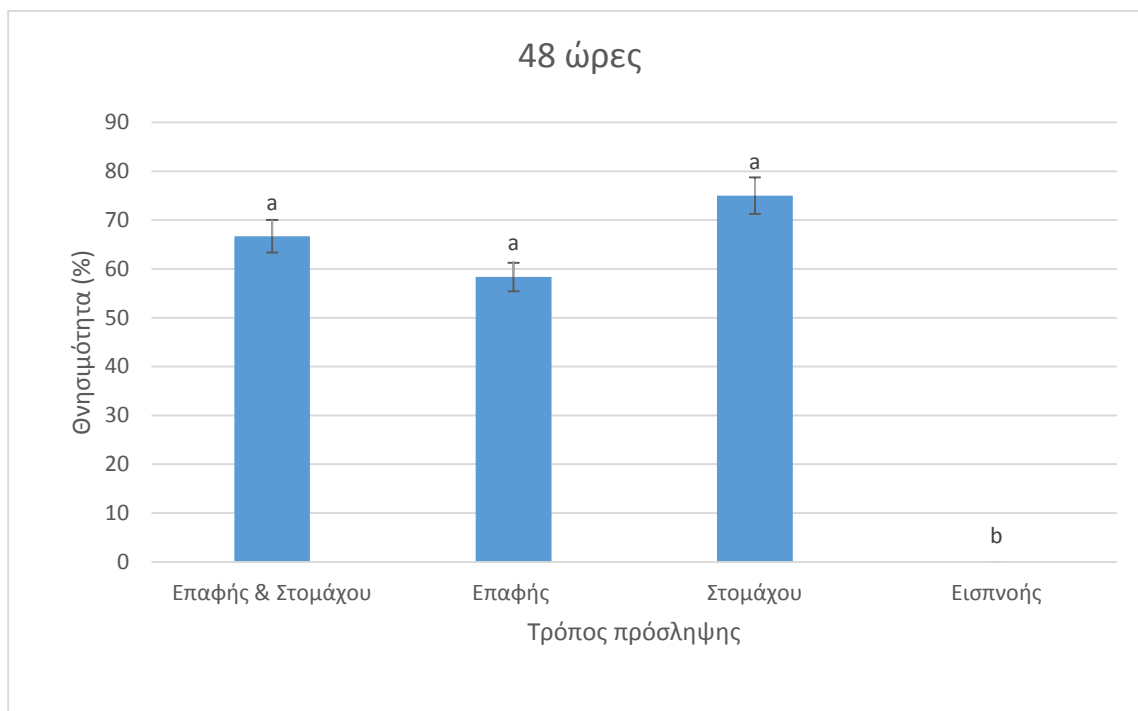
3.5.2 *Melia azedarach*

Στις 24 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 52,23$ $dF= 3,12$ $P<0.0001$). Η πρόσληψη μέσω εισπνοής είχε μηδενική θνησιμότητα και ως εκ τούτου διέφερε στατιστικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην εφαρμογή Στομάχου ($66.66 \pm 0\%$) και ακολούθως στην επαφής & στομάχου ($58,33 \pm 8,33\%$). Οι δύο αυτές εφαρμογές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Μια ενδιάμεση θνησιμότητα έδωσε η εφαρμογή επαφής ($41,66 \pm 8,33\%$) η οποία δεν διέφερε στατιστικά από την επαφής & στομάχου (Διάγραμμα 28).



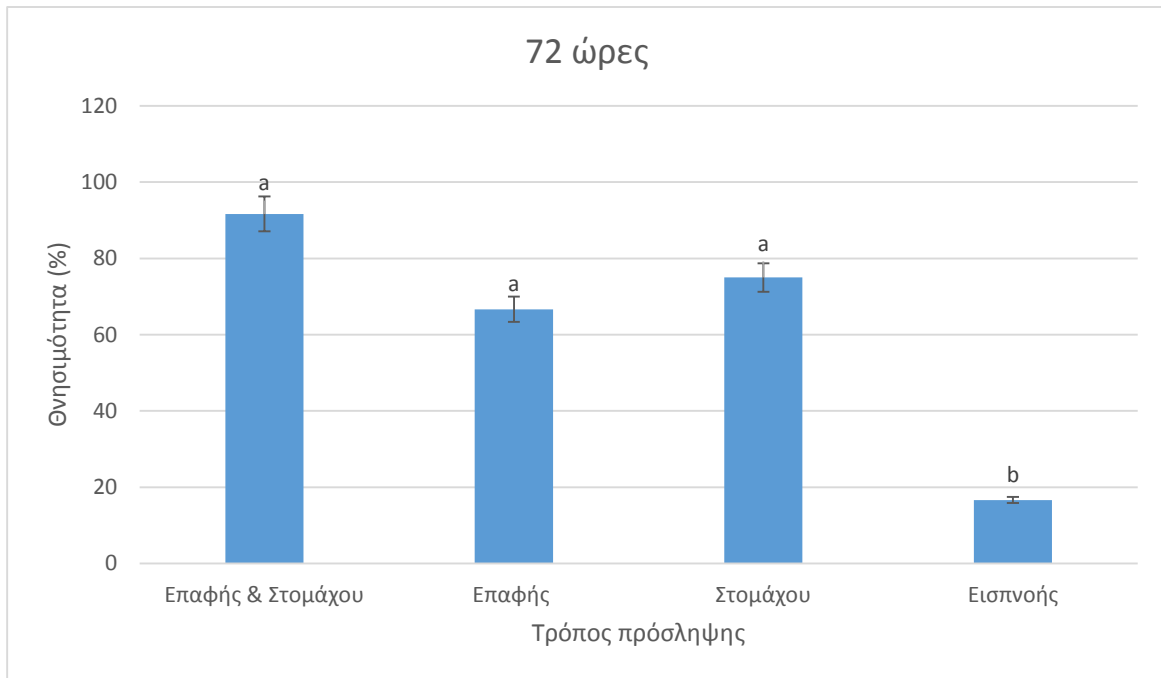
Διάγραμμα 28 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*M. azedarach*)

Τη χρονική στιγμή των 48 ωρών από την εφαρμογή της ουσίας βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 32,24$ $dF= 3,12$ $P<0,0001$). Η εφαρμογή εισπνοής είχε μηδενική θνησιμότητα και γι' αυτό διέφερε στατιστικά από τις υπόλοιπες εφαρμογές. Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα είχε η πρόσληψη μέσω στομάχου ($75 \pm 8,33\%$), ακολούθως η επαφής & στομάχου ($66.66 \pm 0\%$) και τέλος η επαφής ($58.33 \pm 8.33\%$). Ωστόσο οι τρεις αυτοί τρόποι πρόσληψης δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Διάγραμμα 29).



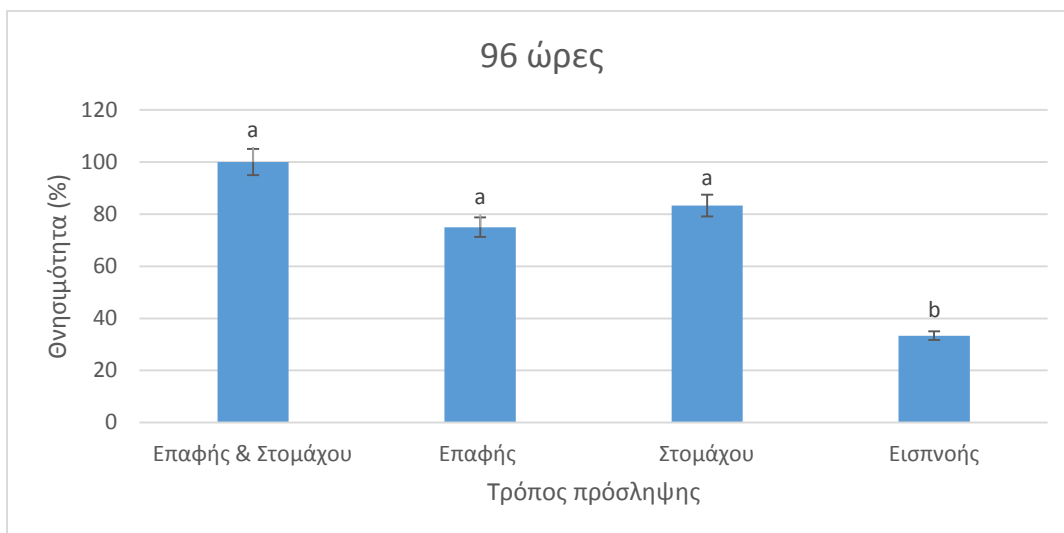
Διάγραμμα 29 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*M. azedarach*)

Στις 72 ώρες από την εφαρμογή της ουσίας, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 11,08$ $dF= 3,12$ $P<0,0009$). Η πρόσληψη μέσω επαφής & στομάχου είχε τη μεγαλύτερη θνησιμότητα ($91.66 \pm 8.33\%$), ακολούθως μέσω στομάχου ($75 \pm 8.33\%$) και έπειτα μέσω επαφής ($66.66 \pm 0\%$). Παρ' όλα αυτά οι τρεις αυτοί τρόποι πρόσληψης δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, όμως διέφεραν με τον εισπνοής που είχε την χαμηλότερη θνησιμότητα ($16.66 \pm 9.62\%$) (Διάγραμμα 30).



Διάγραμμα 30 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*M. azedarach*)

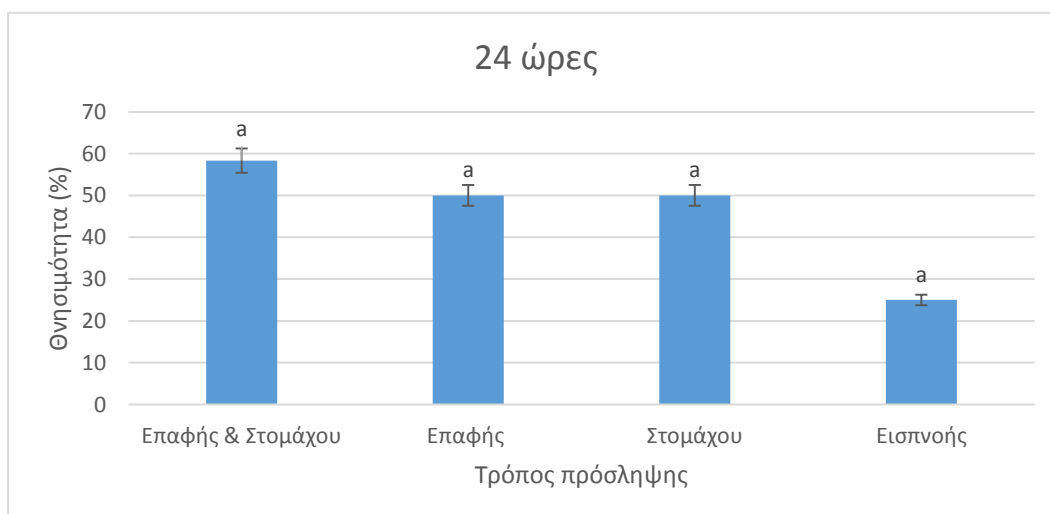
Στην τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες) βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, όσον αφορά τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 11,5$ $dF= 3,12$ $P<0.0008$). Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε η εφαρμογή επαφής & στομάχου ($100 \pm 0\%$), ακολουθούμενη από την στομάχου ($83.33 \pm 9.62\%$) και επαφής ($75 \pm 8.33\%$). Οι τρεις αυτές εφαρμογές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Τη μικρότερη θνησιμότητα έδωσε η εφαρμογή εισπνοής ($33.33 \pm 0\%$), η οποία διέφερε στατιστικά από τις υπόλοιπες εφαρμογές (Διάγραμμα 31).



Διάγραμμα 31 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*M. azedarach*)

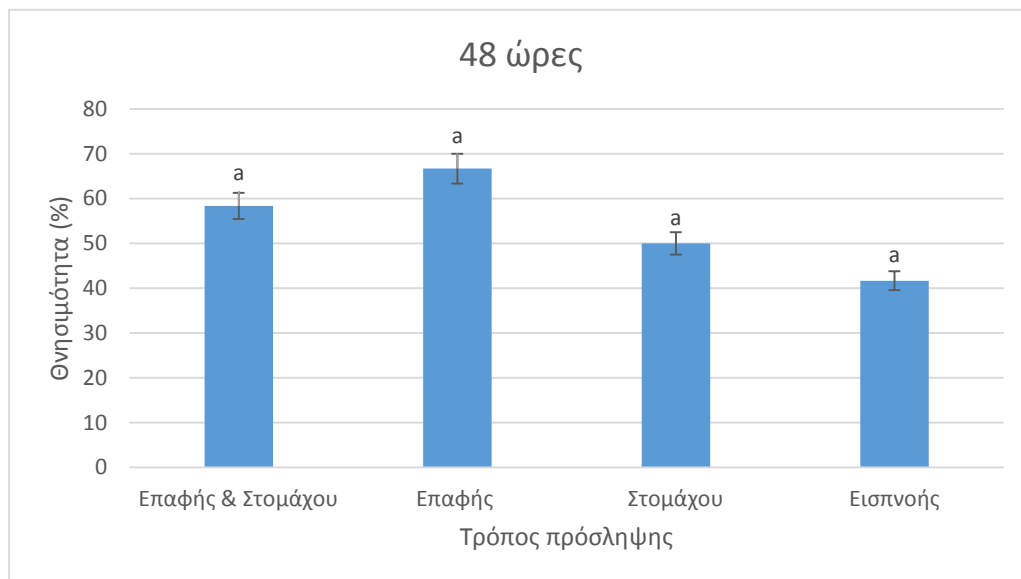
3.5.3 *Ailanthus altissima*

Δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας στις 24 ώρες ($F= 2,6$ $dF= 3,21$ $P<0,1004$) (Διάγραμμα 32).



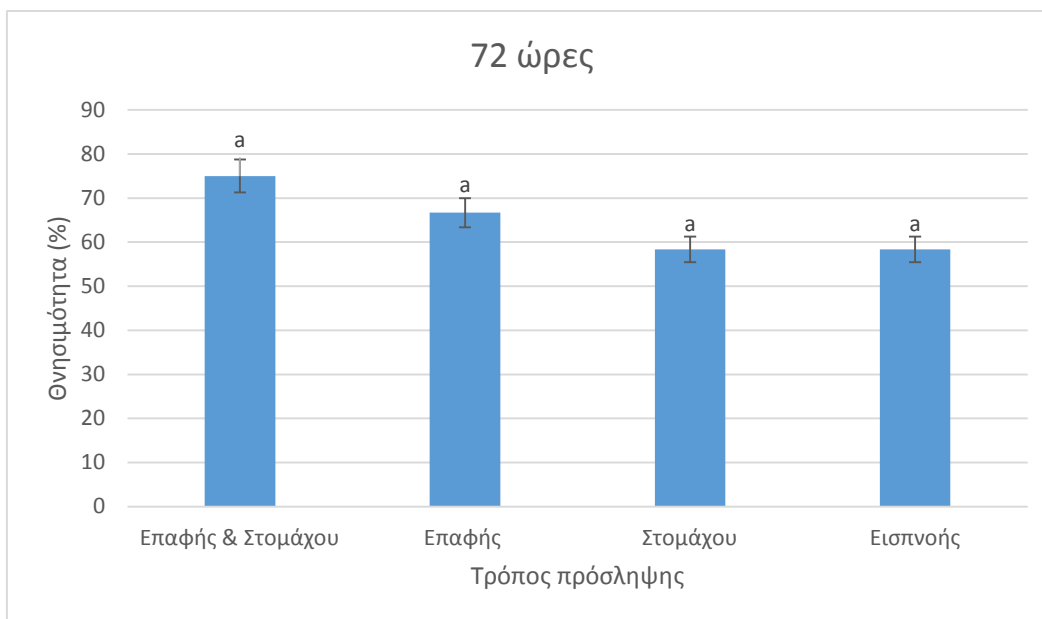
Διάγραμμα 32 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*A. altissima*)

Στις 48 ώρες από την εφαρμογή της ουσίας, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, όσον αφορά τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 1,19$ $dF= 3,12$ $P<0,3521$) (Διάγραμμα 33).



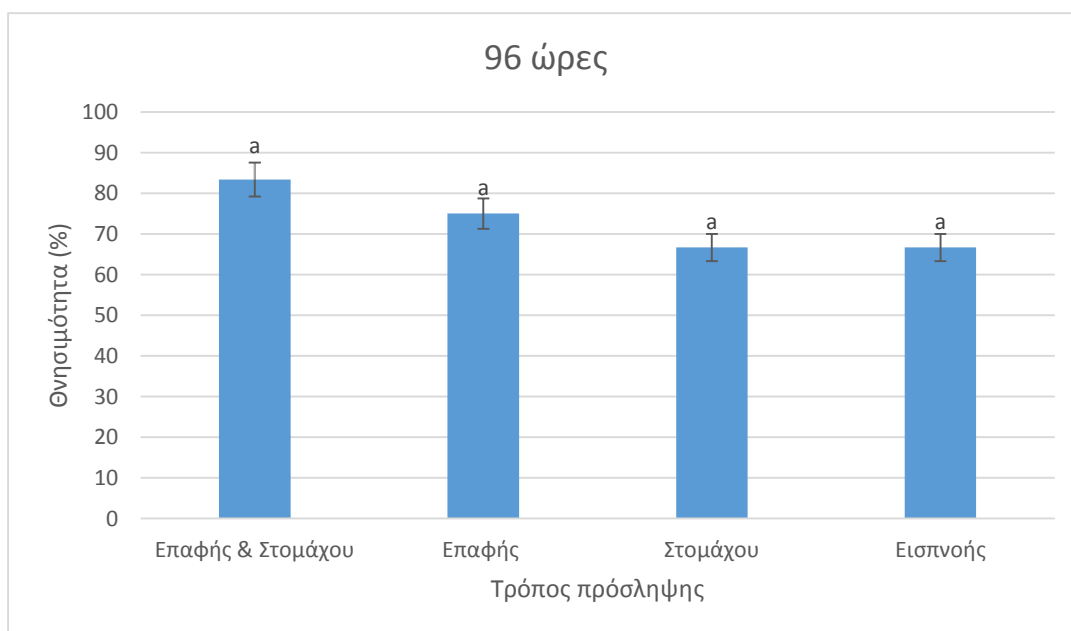
Διάγραμμα 33 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*A. altissima*)

Τη χρονική στιγμή των 72 ωρών από την εφαρμογή της ουσίας, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 0,72$ $dF= 3,12$ $P<0,5572$) (Διάγραμμα 34).



Διάγραμμα 34 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*A. altissima*)

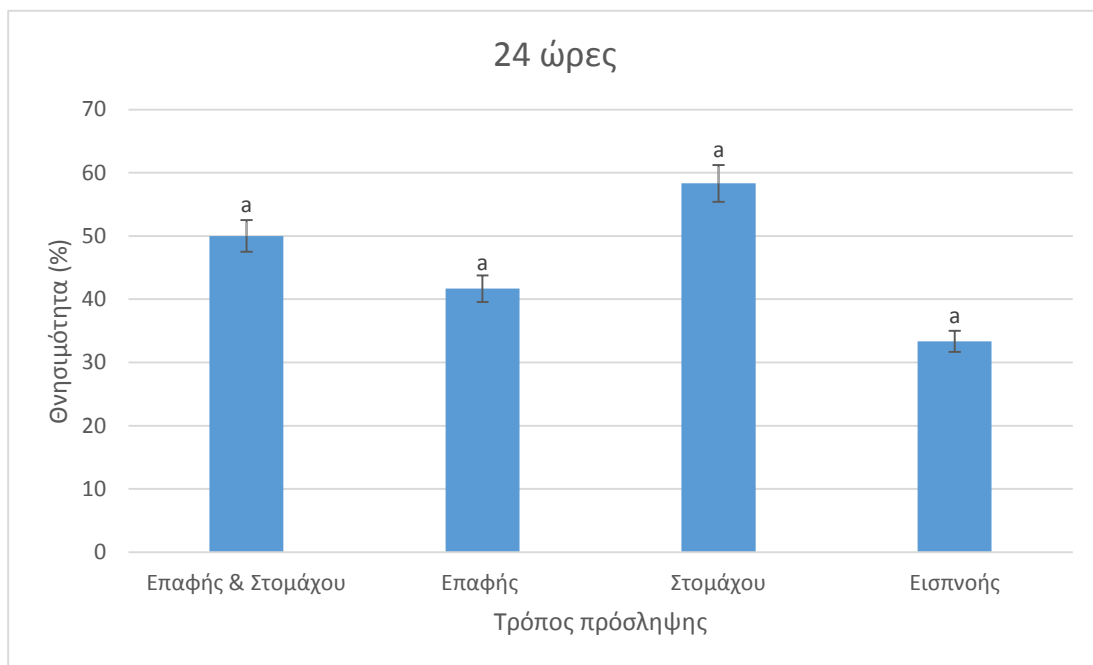
Κατά την τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες), δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 1,57$ $dF= 3,12$ $P<0,2476$) (Διάγραμμα 35).



Διάγραμμα 35 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*A. altissima*)

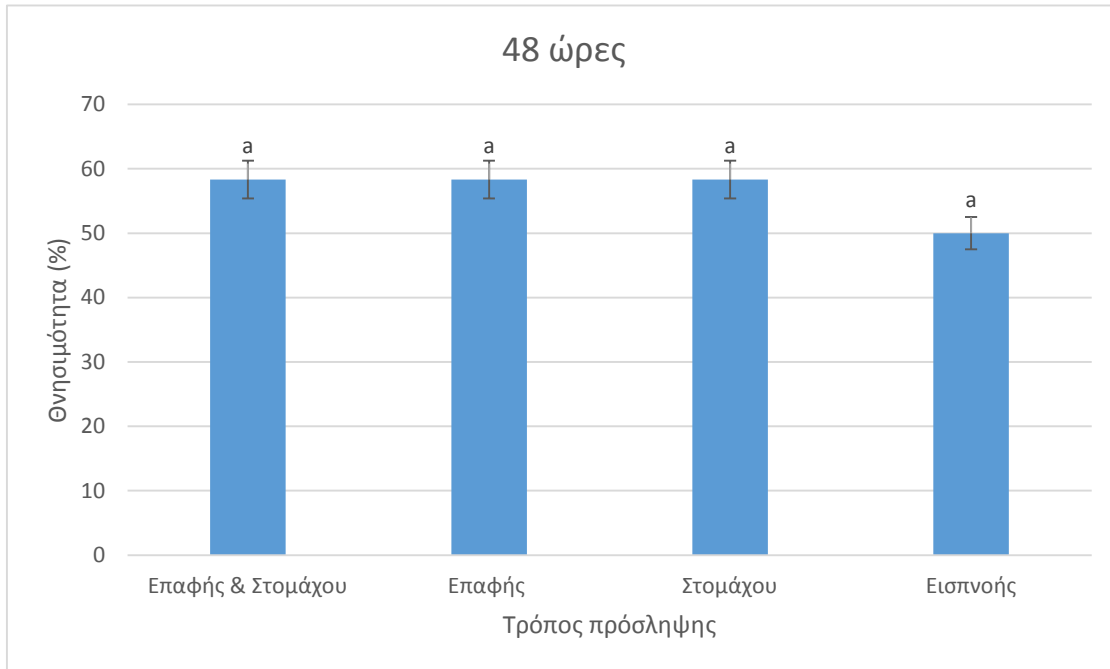
3.5.4 *Ecballium elaterium*

Στις 24 ώρες από την εφαρμογή της ουσίας, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ($F=2,0000$ $dF=3,12$ $P<0,1678$) (Διάγραμμα 36).



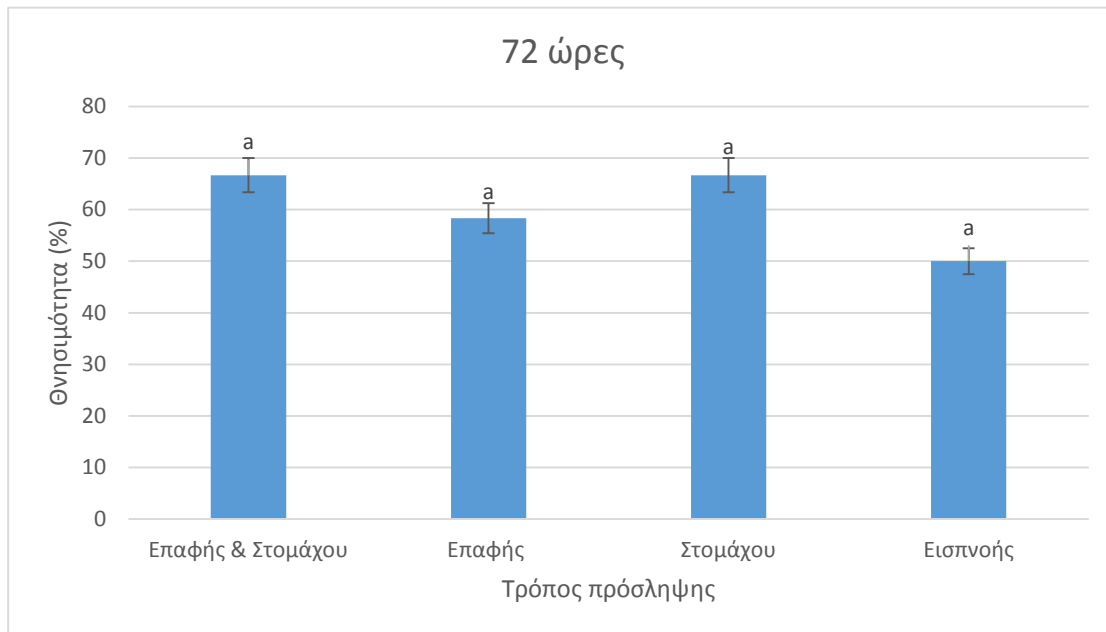
Διάγραμμα 36 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*E. elaterium*)

Δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας, στις 48 ώρες ($F=0,2308$ $dF=3,12$ $P<0,8732$) (Διάγραμμα 37).



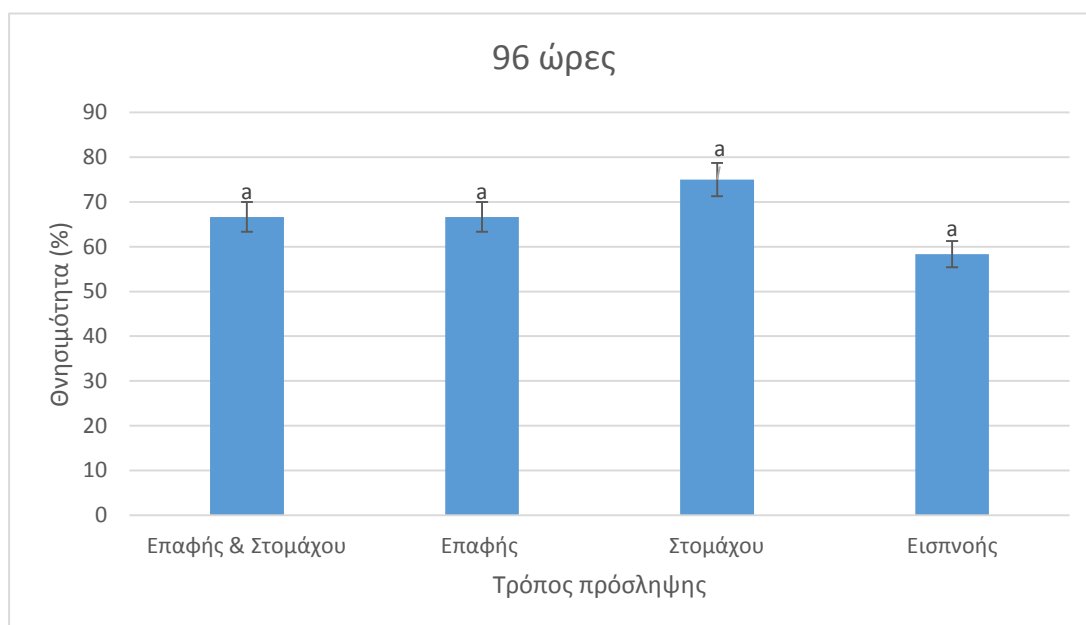
Διάγραμμα 37 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*E. elaterium*)

Τη χρονική στιγμή των 72 ωρών από την εφαρμογή της ουσίας, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ($F= 1,5714$ $dF= 3,12$ $P<0,2476$) (Διάγραμμα 38).



Διάγραμμα 38 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*E. elaterium*)

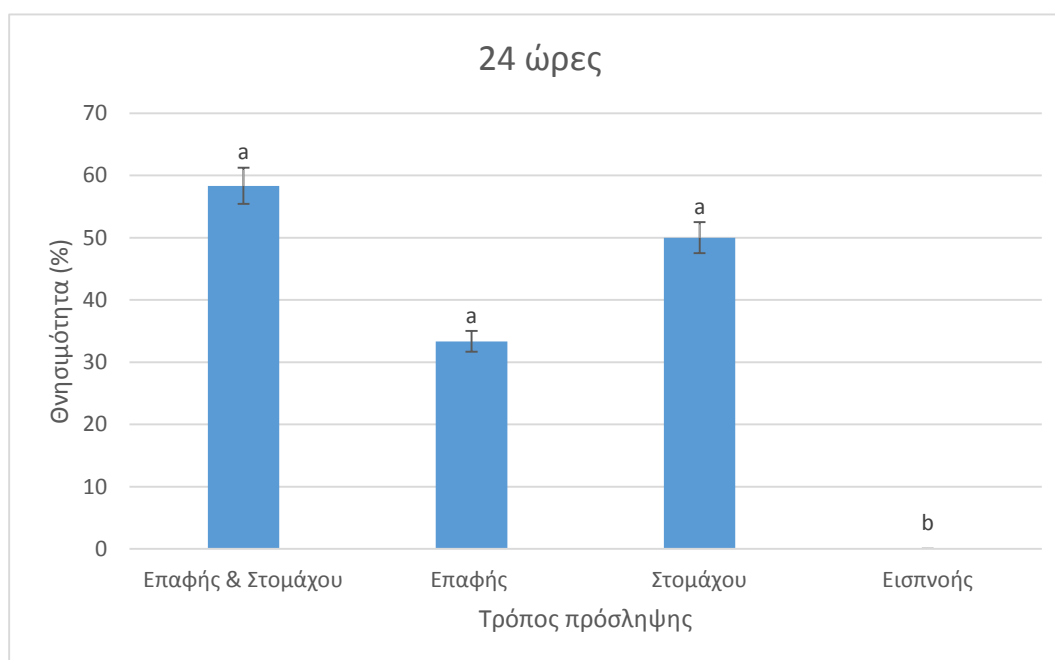
Στην τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες), δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 0,5843$ $dF= 3,12$ $P<0,6367$) (Διάγραμμα 39).



Διάγραμμα 39 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (*E. elaterium*)

3.5.5 Agrispray

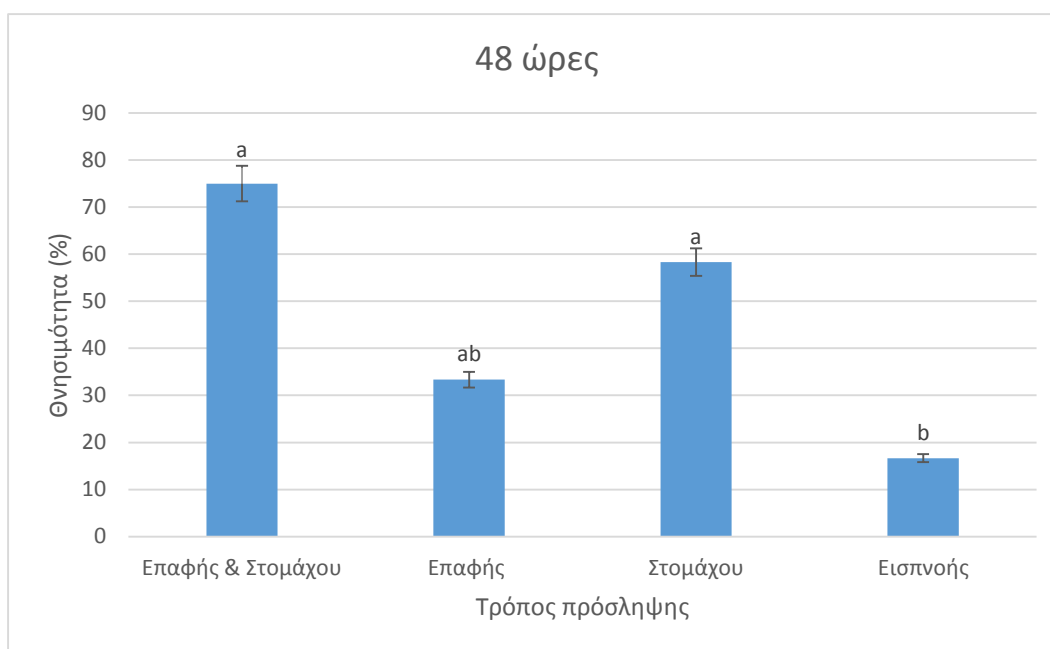
Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας, στις 24 ώρες ($F= 36,7$ $dF= 3,12$ $P<0,0001$). Η πρόσληψη μέσω εισπνοής είχε μηδενική θνησιμότητα και ως εκ τούτου διέφερε στατιστικά από τους υπόλοιπους τρόπους πρόσληψης. Τη μεγαλύτερη θνησιμότητα έδωσε η πρόσληψη μέσω επαφής & στομάχου ($58.33 \pm 8.33\%$), ακολούθως μέσω στομάχου ($50 \pm 9,62\%$) και επαφής ($33.33 \pm 0\%$). Οι εφαρμογές αυτές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Διάγραμμα 40).



Διάγραμμα 40 Ποσοστό θνησιμότητας στις 24 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (Agrisray)

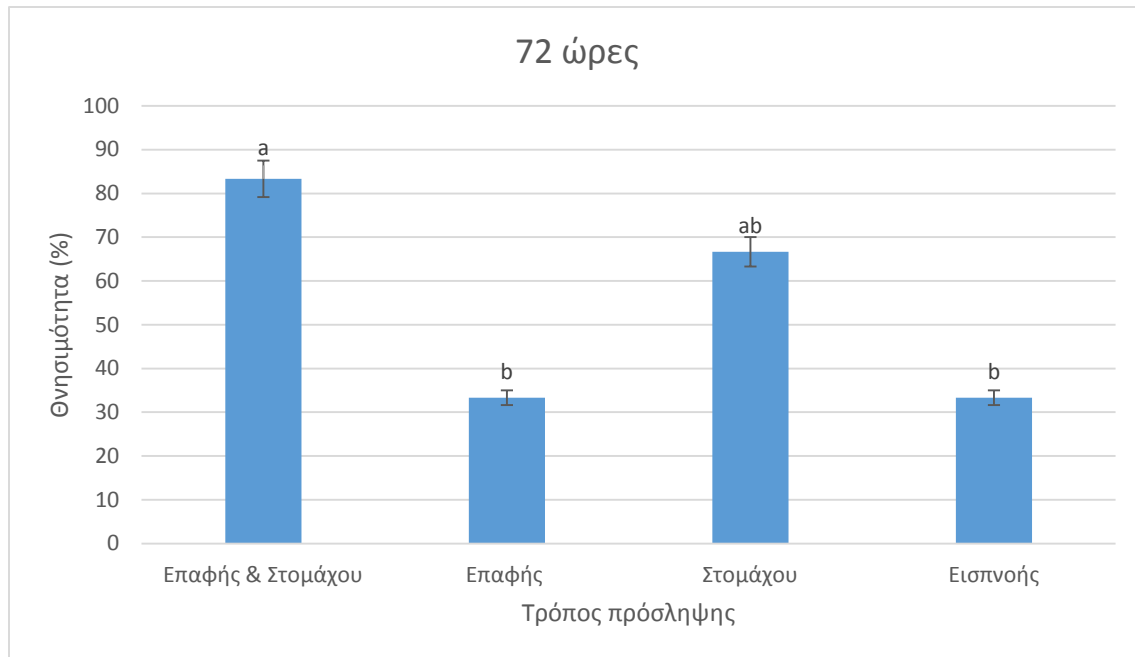
Τη χρονική στιγμή των 48 ωρών, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 7,57$ $dF= 3,12$ $P<0,0042$). Τη μικρότερη θνησιμότητα έδωσε η εφαρμογή εισπνοής ($16.66 \pm 9.62\%$), η οποία δεν διέφερε στατιστικά από την επαφής ($33.33 \pm 0\%$). Η εφαρμογή επαφής &

στομάχου έδωσε την υψηλότερη θνησιμότητα ($75 \pm 8,33\%$) και ακολούθως η στομάχου ($58,33 \pm 33\%$). Οι δύο αυτές εφαρμογές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους, αλλά ούτε και με την επαφής (Διάγραμμα 41).



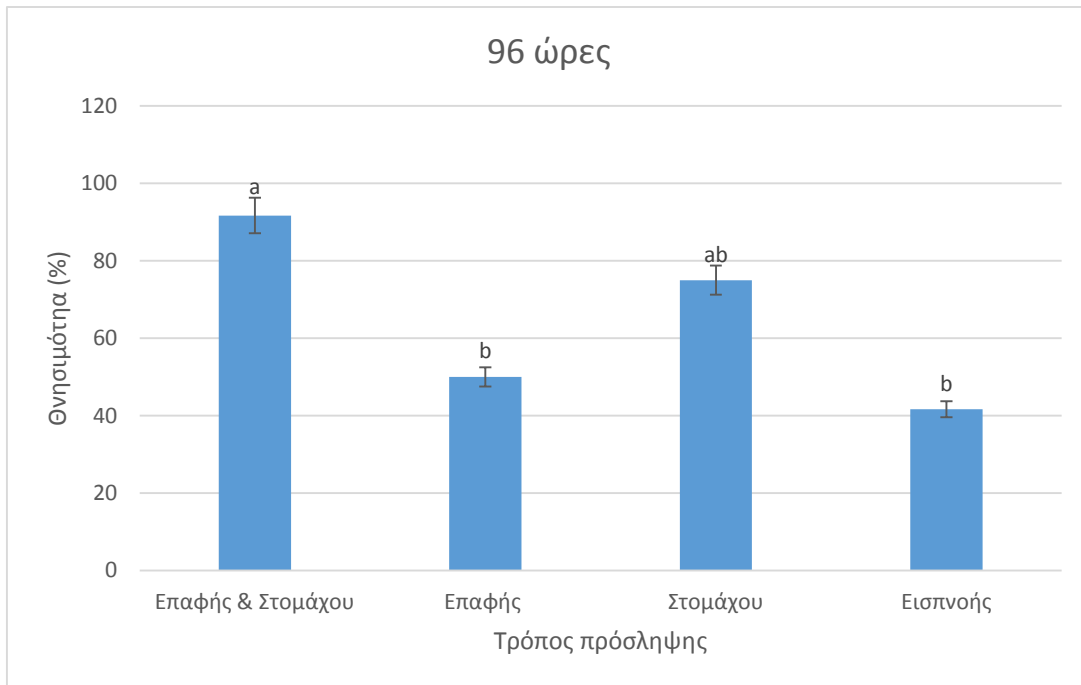
Διάγραμμα 41 Ποσοστό θνησιμότητας στις 48 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (Agrisray)

Στις 72 ώρες από την εφαρμογή της ουσίας, βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ($F= 12,3$ $dF= 3,12$ $P<0.0006$). Η μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην εφαρμογή επαφής & στομάχου ($83.33 \pm 9.62\%$) και ακολούθως στην εφαρμογή στομάχου ($66.66 \pm 0\%$). Οι δύο αυτές εφαρμογές δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Την μικρότερη θνησιμότητα έδωσαν οι εφαρμογές επαφής και εισπνοής ($33.33 \pm 0\%$), οι οποίες δεν διέφεραν στατιστικά από την στομάχου, όμως διέφεραν στατιστικά από την επαφής & στομάχου (Διάγραμμα 42).



Διάγραμμα 42 Ποσοστό θνησιμότητας στις 72 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (Agrisray)

Κατά την τελευταία καταμέτρηση (96 ώρες), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης της ουσίας ($F= 6,6778$ $dF= 3,12$ $P<0,0067$). Η πρόσληψη μέσω επαφής & στομάχου είχε τη μεγαλύτερη θνησιμότητα ($91.66 \pm 8.33\%$) και ακολούθως μέσω στομάχου ($75 \pm 8.33\%$). Οι δύο αυτοί τρόποι πρόσληψης δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Μια ενδιάμεση θνησιμότητα έδωσε η πρόσληψη μέσω επαφής ($50 \pm 9.62\%$), ενώ τη μικρότερη θνησιμότητα έδωσε η πρόσληψη μέσω εισπνοής ($41.66 \pm 8.33\%$). Αυτοί οι τρόποι πρόσληψης δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους και με τον στομάχου, αλλά διέφεραν στατιστικά από τον επαφής & στομάχου (Διάγραμμα 43).



Διάγραμμα 43 Ποσοστό θνησιμότητας στις 96 ώρες ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης (Agrisray)

4 Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στις βιοδοκιμές επαφής & στομάχου όλα τα εκχυλίσματα μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα. Το εκχύλισμα από *M. azedarach* έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα αφού προκάλεσε 100% θνησιμότητα στις 96 ώρες από την εφαρμογή του. Ικανοποιητικά αποτελέσματα έδωσαν και τα εκχυλίσματα από *U. maritima* και *A. altissima*, των οποίων η θνησιμότητα έφτασε το 91% και 83% αντίστοιχα, στις 96 ώρες. Η θνησιμότητα που καταγράφηκε για τα τρία προηγούμενα εκχυλίσματα, δεν ήταν σημαντικά διαφορετική από το συμβατικό πρότυπο *chlorpyrifos*, το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του δορυφόρου της πατάτας στην Ελλάδα. Επίσης τα τρία αυτά εκχυλίσματα είχαν παρόμοια αποτελέσματα με το πρότυπο φυτικό εκχύλισμα *AgriSpray*. Η θνησιμότητα που προκάλεσαν αυτά τα εκχυλίσματα αφορούσε και τις τρεις ηλικίες όμως πιο ευαίσθητες ήταν οι προνύμφες πρώτης και δεύτερης ηλικίας αφού θανατώθηκαν πιο γρήγορα. Το εκχύλισμα από *E. elaterium* είχε μειωμένη θνησιμότητα σε σχέση με τα υπόλοιπα εκχυλίσματα αφού δεν προκάλεσε θνησιμότητα σε προνύμφες τρίτης ηλικίας. Οι προνύμφες που επιβίωσαν είχαν μειωμένη διατροφική δραστηριότητα αφού δεν χρειάστηκε να προστεθεί τεμάχιο φύλλου κατά την διάρκεια των τεσσάρων ημερών. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μπορεί να έχουν αντιδιατροφικές ιδιότητες αυτά τα εκχυλίσματα.

Στις βιοδοκιμές στομάχου όλα τα εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα και τα αποτελέσματα κυμαίνονταν περίπου στα ίδια επίπεδα με αυτά των βιοδοκιμών επαφής & στομάχου. Τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν τα εκχυλίσματα από *U. maritima* και *M. azedarach* των οποίων η θνησιμότητα έφτασε το 91% και 83% αντίστοιχα στις 96 ώρες. Η θνησιμότητα των δύο αυτών εκχυλισμάτων ήταν παρόμοια με του πρότυπου συμβατικού *chlorpyrifos* σε όλες τις χρονικές στιγμές που έγινε καταμέτρηση, ενώ σε αυτές τις χρονικές στιγμές είχαν καλύτερα αποτελέσματα από το πρότυπο φυτικό εκχύλισμα *AgriSpray*. Τα εκχυλίσματα από *A. altissima* και *E. elaterium* παρόλο που δεν προκάλεσαν καθόλου θνησιμότητα σε προνύμφες τρίτης ηλικίας, οι προνύμφες αυτές είχαν μειωμένη διατροφική

δραστηριότητα, αφού τα φύλλα παρέμειναν σχεδόν ακέραια κατά τη διάρκεια των τεσσάρων ημερών.

Στις βιοδοκιμές επαφής και τα τέσσερα εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν μείωσαν τον αριθμό των προνυμφών σε σχέση με τον μάρτυρα, όμως η θνησιμότητα ήταν σε πιο χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τις βιοδοκιμές επαφής & στομάχου ή τις βιοδοκιμές στομάχου. Στα εκχυλίσματα από *M. azedarach* και *A. altissima* η θνησιμότητα έφτασε το 75% ενώ στα *E. elaterium* και *U. maritima* το 66% και 58% αντίστοιχα. Σε παρόμοια πειράματα που πραγματοποίησαν οι Pascal *et al.* (1998) με τοπικές εφαρμογές εκχυλισμάτων από *E. elaterium* και *U. maritima* παρατήρησαν 100% θνησιμότητα σε νύμφες του *Tribolium castaneum*, μετά από 6 ημέρες. Πιο ευαίσθητες και στα τέσσερα εκχυλίσματα ήταν οι προνύμφες 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας ενώ δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα σε προνύμφες 3^{ης} ηλικίας. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τους Gökçe *et al.* (2005) όπου σε πειράματα επαφής με εκχύλισμα από *E. elaterium* σε προνύμφες 3^{ης} ηλικίας η θνησιμότητα ήταν μηδενική μετά από 24 και 48 ώρες. Οι προνύμφες 3^{ης} ηλικίας παρόλο που δεν θανατώθηκαν από τα τέσσερα εκχυλίσματα εντούτοις είχαν μειωμένη διατροφική δραστηριότητα αφού το τεμάχιο φύλλου σε όλες τις περιπτώσεις παρέμεινε σχεδόν ανέπαφο κατά την διάρκεια των τεσσάρων ημερών.

Στις βιοδοκιμές εισπνοής τα εκχυλίσματα από *U. maritima* και *M. azedarach* αρχικά είχαν μηδενική θνησιμότητα ενώ στην συνέχεια ήταν ελάχιστη η θνησιμότητα. Τα εκχυλίσματα από *A. altissima* και *E. elaterium* είχαν μια μέτρια θνησιμότητα όπου στις 96 ώρες ήταν σημαντικά χαμηλότερη από το πρότυπο *chlorpyrifos* ενώ ήταν περίπου στα ίδια επίπεδα με το εμπορικό φυτικό εκχύλισμα *Agrigray*. Σε αυτή την περίπτωση οι προνύμφες που επιβίωσαν δεν παρουσίασαν αντιδιατροφική δραστηριότητα αφού προστέθηκαν τεμάχια φύλλου στις 24 και 72 ώρες.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο τρόπος πρόσληψης μπορεί να επηρεάσει την τοξικότητα σε ορισμένα φυτικά εκχυλίσματα. Τα εκχυλίσματα από *U. maritima* και *M. azedarach* κατέδειξαν τη μεγαλύτερη τοξικότητα στις εφαρμογές επαφής & στομάχου ή στομάχου, μέτρια στις εφαρμογές επαφής και μηδενική έως ελάχιστη στις εφαρμογές εισπνοής. Αντίθετα στα εκχυλίσματα από *A. altissima* και *E. elaterium* δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην τοξικότητα ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης. Εδώ αξίζει να

σημειωθεί ότι ένας τρόπος πρόσληψης μπορεί να επηρεάσει την τοξικότητα ενός άλλου τρόπου πρόσληψης αφού δεν μπορεί να διασφαλιστεί ότι η θνησιμότητα προήλθε 100% από ένα μόνο τρόπο πρόσληψης. Σε παρόμοια πειράματα που πραγματοποίησαν οι Gökçe *et al.* (2005) βρήκαν ότι το *Humulus lupulus* ήταν το πιο τοξικό φυτικό εκχύλισμα σε δοκιμές επαφής, όμως έδειξε μέτρια τοξικότητα σε δοκιμές κατάποσης. Τα αποτελέσματα αυτά δεν συμφωνούν με αυτά του πειράματός μας.

Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα εκχυλίσματα που δοκιμάστηκαν έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά φυτικά προϊόντα εναντίον του δορυφόρου της πατάτας σε προγράμματα διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών. Τα εκχυλίσματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους ή σε συνδυασμό με συμβατικά εντομοκτόνα αν βρεθούν συνεργιστικά αποτελέσματα. Επιπρόσθετα, η ενσωμάτωση των εκχυλισμάτων αυτών σε προγράμματα διαχείρισης της ανθεκτικότητας μπορεί να αυξήσει την ωφέλιμη διάρκεια ζωής των εντομοκτόνων, όπως των νεονικοτινοειδών αν οι μηχανισμοί θνησιμότητας για τεχνητά και φυσικά εντομοκτόνα αποδειχθούν να είναι διαφορετικοί. Επίσης, μίγματα ανάλογων φυτικών εκχυλισμάτων μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά απ' ότι μια ένωση και μπορεί επίσης να καθυστερήσουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στον δορυφόρο. Με δεδομένο το ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση για στροφή προς τη βιολογική γεωργία, τα εκχυλίσματα αυτά θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια λύση για την αντιμετώπιση του δορυφόρου της πατάτας. Ωστόσο, η χρήση εκχυλισμάτων από αυτά τα φυτά ως εντομοκτόνα μπορεί να προκαλέσουν κάποια επιπλέον προβλήματα, όπως αρνητική επίδραση σε ωφέλιμα έντομα και τα υπολείμματα μπορεί να έχουν επιδράσεις στον άνθρωπο. Γι' αυτό χρειάζεται περισσότερη έρευνα και έλεγχος γι' αυτά τα εκχυλίσματα πριν να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως. Επίσης υπάρχουν κάποιες αναφορές ότι ορισμένα φυτικά εκχυλίσματα έχουν μειωμένη τοξικότητα όταν εκτεθούν σε υψηλές θερμοκρασίες και σε πλήρες ηλιακό φως (Scott *et al.* 2004; Scott *et al.* 2003). Γι' αυτό πρέπει να γίνουν περαιτέρω έρευνες ώστε να εξεταστεί η συμπεριφορά των εκχυλισμάτων σε επίπεδο αγρού.

5 Βιβλιογραφία

- Alyokhin A., M. Baker, D. Mota-Sanchez, G. Dively and E. Grafius, 2008. Colorado potato beetle resistance to insecticides. *American Journal of Potato Research*, 85(6), pp.395–413.
- Banchio E., Valladares G., Defago M, Palacios S. and Carpinella C., 2003. Effects of *Melia azedarach*, (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer *Liriomyza huidobrensis*, (Diptera, Agromyzidae): Assessment in laboratory and field experiments. *Annals of Applied Biology*, 143(2), pp.187–193.
- Bartlett, P.W., 1980. Interception and Eradication of Colorado Beetle in England and Wales, 1958 - 1977. *EPPO Bulletin*, 10(4), pp.481–489.
- Berti P.R., Jones A. D., Cruz Y., Larrea S., Borja R. and Sherwood S, 2010. Assessment and characterization of the diet of an isolated population in the Bolivian Andes. *American Journal of Human Biology*, 22(6), pp.741–749.
- Bradshaw J.E. and Ramsay G., 2009. *Potato Origin and Production*. In: *Advances in Potato Chemistry and Technology* J. Singh & L. Kaur, eds., Elsevier Ltd.
- Brinkman H., and Mulder A., (2005). Remaining non-parasitic defects. *Potato diseases* (pp. 229–274). Nipad, Holland: Aardappel wereld magazine.
- Cabani P., Ntalli N., Aissani N., Cavoski I. and Angioni A., 2012. Nematicidal Activity of (E,E)-2,4-Decadienal and (E)-2-Decenal from *Ailanthus altissima* against *Meloidogyne javanica* J. *Agricultural and Food Chemistry* pp.1146–1151
- Carter C.D., 1987. Screening *Solanum* germplasm for resistance to Colorado potato beetle. *American Potato Journal*, 64(10), pp.563–568.
- Chaieb I, 2012. Research on Insecticidal Plants in Tunisia : Review and Discussion of Methodological Approaches. , 6(2).
- Civelek H.S. and Weintraub P.G., 2004. Effects of two plant extracts on larval leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in tomatoes. *Journal of economic entomology*, 97(5), pp.1581–1586.
- Dayan F.E., Cantrell C.L. and Duke S.O., 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 17(12), pp.4022–4034.
- Delleman J., Mulder A., Turkensteen L.J., 2005. *Potato Diseases: Diseases, Pests and Defects*, Aardappelwereld & NIVAP.

- Ebrahimi L., Niknam G. and Lewis E.E., 2011. Lethal and sublethal effects of Iranian isolates of *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* on the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *BioControl*, 56(5), pp.781–788.
- EPPO, 1996 . Data Sheets on Quarantine Pests. *Leptinotarsa decemlineata*. No. 113
- Gajmer T., Singh R., Saini R.K. and Kalidhar S.B., 2002. Effect of methanolic extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and bakain (*Melia azedarach* L) seeds on oviposition and egg hatching of *Earias vittella* (Fab.) (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 126(5), pp.238–243.
- Gökçe A. Whalon M.E., Cam H., Yanar Y., Demirtas I., Goren N., 2007. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40 (6), pp.441-450.
- Gökçe A. Whalon M.E., Cam H., Yanar Y., Demirtas I., Goren N., 2006. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Applied Biology*, 149(2), pp.197–202.
- Hammad E.M.A.-F., Zournajian H. and Talhouk S., 2001. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology*, 125(8), pp.483–488.
- Hazzard R. V., Ferro D.N., Van Driesche R.G., Tuttle A.F., 1991. Mortality of Eggs of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) from Predation by *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 20(3), pp.841–848.
- Heisey R.M., 1997. Allelopathy and the Secret Life of *Ailanthus altissima*. *Arnoldia*, 57, pp.28–36.
- Holder C.B. and Cary J.W., 1984. Soil oxygen and moisture in relation to Russet Burbank potato yield and quality. *American Potato Journal*, 61(2), pp.67–75.
- Huang L.F., Fang B. P., Luo Z. X., Chen J. Y., Zhang X. J. and Wang Z. Y., 2010. First Report of Bacterial Stem and Root Rot of Sweetpotato Caused by a *Dickeya* sp. (*Erwinia chrysanthemi*) in China. *Plant Disease*, 94(12), p.1503.
- Ioannou N., 2000. Soil solarization as a substitute for methyl bromide fumigation in greenhouse tomato production in Cyprus. *Phytoparasitica*, 28(3), pp.248–256.
- Jabbour R. Crowder D.W., Aultman E.A. and Snyder W.E., 2011. Entomopathogen biodiversity increases host mortality. *Biological Control*, 59(2), pp.277–283.

- Jiang W.-H., Wang Z.-T., Xiong M.-H., Lu W.-P., Liu P., Guo W.-C. and Li G.-Q. 2010. Insecticide Resistance Status of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Adults in Northern Xinjiang Uygur Autonomous Region. *Journal of Economic Entomology*, 103(4).
- Kraus W., Koll-Weber M., Maile R., Wunder, T., Vogler B., 1994. Biologically active constituents of tropical and subtropical plants. *Pure and Application Chemistry* 66, pp.2347–2352.
- Lefevere K.S. and De Kort C.A.D., 1989. Adult diapause in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*: effects of external factors on maintenance, termination and post-diapause development. *Physiological Entomology*, 14(3), pp.299–308.
- Lin-Er L.U.O., Loon, J.J.A.V.A.N. and Schoonhoven L.M., 1995. Behavioural and sensory responses to some neem compounds by *Pieris brassicae* larvae. *Physiological Entomology*, 20(2), pp.134–140.
- Liu N., Li Y. and Zhang R., 2012. Invasion of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, in China: Dispersal, occurrence, and economic impact. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 143(3), pp.207–217.
- Mailloux G., Richard M.A. and Chouinard C., 1988. Spring, summer and autumn emergence of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 21(3–4), pp.171–179.
- Manole F., 2009. MONITORING OF POTATO QUARANTINE BACTERIA. , XXXIX, pp.202–206.
- De Martino L. and De Feo V., 2008. {Chemistry and biological activities of *Ailanthus altissima* swingle: A review}. *Pharmacognosy Review*, 2(4), pp.339–350.
- Pascual-Villalobos, M.J. and Fernández M., 1999. Insecticidal activity of ethanolic extracts of *Urginea maritima* (L.) Baker bulbs. *Industrial Crops and Products*, 10(2), pp.115–120.
- SAS Institute Inc. 2012. JMP® 10. Discovering JMP. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA
- Scott I.M., Jensen H, Scott JG, Isman MB, Arnason JT, Philogene BJR, 2003. Botanical insecticides for controlling agricultural pests: Piperamides and the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* say (Coleoptera: Chrysomelidae). In *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. pp. 212–225.
- Scott, I.M. Jensen H, Nicol L, Bradbuty R, Sanches-Vindas P, Poveda L, Arnason JT, Philogene BJR., 2004. Efficacy of Piper (Piperaceae) extracts for control of

- common home and garden insect pests. *Journal of economic entomology*, 97(4), pp.1390–1403.
- Senanayake D.G. and Holiday N.J., 1988. Comparison of Visual, Sweep-Net, and Whole Plant Bag Sampling Methods for Estimating Insect Pest Populations on Potato. *Journal of Economic Entomology*, 81(4).
- Sexson D.L. and Wyman J.A., 2005. Effect of crop rotation distance on populations of Colorado potato beetle (Coleoptera : Chrysomelidae): Development of areawide Colorado potato beetle pest management strategies. *JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY*, 98(3), pp.716–724.
- Shattock R., 2008. Diseases, Pests and Disorders of Potatoes – A Colour Handbook - Edited by Stuart Wale, H.W. (Bud) Platt and Nigel Cattlin. *Plant Pathology*, 57(5), p.989.
- Spooner D. and Hijmans R., 2001. Potato systematics and germplasm collecting, 1989–2000. *American Journal of Potato Research*, 78(4), pp.237–268.
- Tsao R., Romanchuk F., Peterson C. and Coats J., 2002. Plant growth regulatory effect and insecticidal activity of the extracts of the Tree of Heaven (*Ailanthus altissima* L.). *BMC Ecology*, 2(1), p.1.
- Verbiscar A.J., Patel J., Banigan T.F., Schatz R.A., 1986. Scilliroside and other scilla compounds in red squill. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34(6), pp.973–979.
- Wale S., Platt B. and Cattlin N.D., 2008. *Diseases, Pests and Disorders of Potatoes: A Colour Handbook 2 nd.*, London: Manson Publishing Limited.
- Walker T.S., Schmiediche P.E. and Hijmans R.J., 1999. World trends and patterns in the potato crop: An economic and geographic survey. *Potato Research*, 42(2), pp.241–264.
- Wandscheer C.B., Silva M., Fukuyama Y., Wohlke J., Adelman J., Fontana J., 2004. Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon*, 44(8), pp.829–835.
- Weber D.C., Rowley D.L., Greenstone M.H. and Athanas M.M., 2006. Prey preference and host suitability of the predatory and parasitoid carabid beetle, *Lebia grandis*, for several species of *Leptinotarsa* beetles. *Journal of Insect Science*, 6(1).
- Weidemann H.-L., 1988. Rapid detection of potato viruses by dot-ELISA. *Potato Research*, 31(3), pp.485–492.

- Yang R.Z. and Tang C.S., 1988. Plants used for pest control in China: literature review. *Economic botany*, 42(3), pp.376–406.
- Βαχαμίδης Π & Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2011. Η πατάτα στον κόσμο, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα. *Γεωργία κτηνοτροφία*, pp.8–11.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2002. *Ζιζανιολογία 2* nd., Αθήνα: ΑγροΤύπος ΑΕ.
- Ζιώγας Βασίλειος, 1998. Μαθήματα γεωργικής φαρμακολογίας (Συμπλήρωμα στις εργαστηριακές ασκήσεις). *Αθήνα: ΓΠΑ*
- Μελιφρονίδου Ανθεμης, 2009. Ο δορυφόρος της πατάτας. Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας
- Μήτσης Τ., 2011. Ιστορία και χρήσεις της πατάτας. *Γεωργία κτηνοτροφία*, pp.4–7.
- Μπούχελος Κ.Θ., 2005. Έντομα φυτών μεγάλης καλλιέργειας. *Αθήνα: ΓΠΑ*.
- Ξάνθης Χ., Παππά Μ., Μπρούφας Γ. 2011. Οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί της καλλιέργειας της πατάτας. *Γεωργία - Κτηνοτροφία*. pp.122-131
- Ολύμπιος Μ.Χ., 2009. Πατάτα. *Λαχανικά Υπαίθρου*. Αθήνα, pp. 127–209.
- Πάσσαμ Χ. & Ακουμιανάκης Κ., Αλεξόπουλος Α., 2011. Οι κυριότερες ποικιλίες πατάτας στην Ελλάδα και τα κριτήρια επιλογής πατατόσπορου. *Γεωργία κτηνοτροφία*, pp.42–48.
- (ΥΠΑΑΤ) Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων, 2014. Κατάλογοι φυτοπροστατευτικών προϊόντων & βιοκτόνων . Κατά καλλιέργεια και Έντομο (εχθρό).