

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Σχολή γεωπονικών επιστημών**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

Μελέτη της Γενετικής Ποικιλότητας διαφόρων πληθυσμών Οροβάγχης  
(*OROBANCHE* spp.) καθώς και της επίδρασης διεγερτών στην  
βλάστηση σπόρων τους σε καλλιέργεια τομάτας.

**Μαρία Ι. Τζάβελου**

**Βολος, 2016**

**Μελέτη της Γενετικής Ποικιλότητας διαφόρων πληθυσμών Οροβάγχης (OROBANCHE spp.) καθώς και της επίδρασης διεγερτών στην βλάστηση σπόρων τους σε καλλιέργεια τομάτας.**

**Μαρία Ι. Τζάβελου**

**Αβραάμ Χα Καθηγητής**

Γενετική βελτίωση φυτών- Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού περιβάλλοντος- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**Ουρανία Παυλή Λέκτορας**

Γενετική βελτίωση φυτών- Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού περιβάλλοντος- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**Δημοσθένης Χάχαλης Ερευνητής Β'**

Τμήμα Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων και Φυτοφαρμακευτικής- Εργαστήριο Ζιζανιολογίας – Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο

Copyright © *ΜΑΡΙΑ ΤΖΑΒΕΛΛΟΥ*, 2016.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η εγκρισή της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την εργασία αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη ηθική και υλική τους βοήθεια.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Αβραάμ Χα, καθηγητή Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ανάθεση της παρούσας διατριβής και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όλα αυτά τα χρόνια στην έρευνα, εμπλουτίζοντας με υπομονή και επιμονή τις γνώσεις μου και την επιστημονική μου εμπειρία.

Ευχαριστώ την κα. Ουρανία Παυλή, Λέκτορα Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και μέλος της τριμελούς επιτροπής της παρούσας διατριβής, η οποία καθ' όλο το διάστημα στάθηκε πρόθυμος, πολύτιμος και ακούραστος καθοδηγητής, διευρύνοντας ουσιαστικά το επιστημονικό μου πεδίο

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Χάχαλη, Ερευνητή Β' του Εργαστηρίου Ζιζανιολογίας του Τμήματος Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων και Φυτοφαρμακευτικής του Μπεννακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου και μέλος της τριμελούς επιτροπής της παρούσας διατριβής για την παρακολούθηση και τις υποδείξεις κατά την πειραματική διαδικασία, αλλά και για την συμβολή του στην συμπλήρωση των γνώσεων μου στο επιστημονικό αντικείμενο.

Ευχαριστώ επίσης όλο το δυναμικό του Εργαστηρίου Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος οι οποίοι πρόθυμα βοήθησαν στην όλη προσπάθεια.

Ξεχωριστά ευχαριστώ τον φίλο και συνεργάτη Μηχάλη Λιγοψυχάκη απόφοιτο του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την υπομονή και την βοήθεια του στην εκτέλεση των πειραμάτων.

## Περίληψη

Η οροβάγχη είναι ένα υποχρεωτικό φυτό-παράσιτο της οικογένειας των Orobanchaceae. Οι σπόροι της οροβάγχης βλαστάνουν μόνο μετά την πρόσληψη χημικών διεγερτών βλάστησης που εκκρίνονται από τις ρίζες του φυτού ξενιστή. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ερευνηθεί η επίδραση των συνθετικών διεγερτών βλάστησης Nijmegen-1 σε δύο επίπεδα συγκέντρωσης ( $10^{-4}$  mol/L και  $10^{-6}$  mol/L) και GR 24 σε δύο επίπεδα συγκέντρωσης ( $10^{-6}$  mol/L και  $10^{-8}$  mol/L) στην βλάστηση των σπόρων της *O. ramosa* και της *O. aegyptiaca* αντίστοιχα. Επιπλέον μελέτηθηκε και η επίδραση του παρασιτισμού των δύο ποικιλιών οροβάγχης στην απόδοση της βιομηχανικής τομάτας H3402 και Dexter (φυτά ξενιστές). Οι διεγέρτες βλάστησης Nijmegen-1  $10^{-6}$  mol/L και οι GR24  $10^{-8}$  mol/L πιθανόν να λειτούργησαν ανασταλτικά στην βλάστηση των σπόρων οροβάγχης στα φυτά H3402 αφού ο μέσος αριθμός στελεχών *O. ramosa* ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερος σε σχέση με τον μάρτυρα στον οποίο απουσίαζαν οι διεγέρτες. Οι διεγέρτες βλάστησης Nijmegen-1  $10^{-6}$  mol/L και οι GR24  $10^{-6}$  mol/L και  $10^{-8}$  mol/L πιθανόν να λειτούργησαν ανασταλτικά στην βλάστηση των σπόρων οροβάγχης στα φυτά Dexter αφού ο μέσος αριθμός στελεχών *O. ramosa* ήταν μικρότερος σε σχέση με τον μάρτυρα στον οποίο απουσίαζαν οι διεγέρτες. Τα παραπάνω πιθανόν να οφείλονται στις συγκεντρώσεις που εφαρμόστηκαν γιατί συγκεντρώσεις πάνω ή κάτω από το εύρος συγκεντρώσεων διεγέρτη βλάστησης μπολοκάρει την βλάστηση των σπόρων. Επιπλέον παρατηρήθηκε απουσία στελεχών *O. aegyptiaca* στα φυτά H3402 και Dexter εφαρμόστηκε GR24. Ο GR24 χρησιμοποιείται κυρίως σε *in vitro* μελέτες. Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε ότι η *O. ramosa* ήταν πιο επιθετική σε σχέση με την *O. aegyptiaca*. Τέλος τόσο η απόδοση των φυτών της τομάτας H3402 όσο και των φυτών Dexter δεν επηρεάστηκε από τον παρασιτισμό της οροβάγχης κάτι που πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη φυτική ανάπτυξη λόγω του χαμηλού ποσοστού προσβολής των παρασίτων.

## Summary

Orobanche is a parasitic herbaceous plant in the family Orobanchaceae. Orobanche seeds germinate only after receiving chemical stimulants from roots of potential host plants. In the present study, it was studied the effect of synthetic germination stimulants Nijmegen-1 ( $10^{-4}$  mol/L and  $10^{-6}$  mol/L) and GR 24 ( $10^{-6}$  mol/L and  $10^{-8}$  mol/L) in *O.ramosa* and *O.aegyptiaca* seed germination. Moreover it was studied the effect of orobanche parasitism in the yield of tomato host-plants (H3402 and Dexter). Both germination stimulants Nijmegen-1  $10^{-6}$  mol/L and GR24  $10^{-8}$  mol/L had an inhibitory impact on *O.ramosa* seed germination in host plants H3402 and the mean number of orobanche spikes were statistically significant lower than the positive control( control without stimulant). The germination stimulants Nijmegen-1 ( $10^{-6}$  mol/L ) and GR24 ( $10^{-6}$  mol/L and  $10^{-8}$  mol/L) had also an inhibitory impact on *O.ramosa* seed germination in host palnt (Dexter). The above were probably due to the specific concentrations which were applied in the experiment. Concetrations which are out of the specific range of germination stimulant concetration block the orobanche seed germination (each orobanche species has their own range). Moreover there were absence of *O. aegyptiaca* spikes in host-plants where it was applied germination GR24. GR24 is mainly used for in vitro experiments . It was also observed that *O.ramosa* is more aggressive than *O.aegyptiaca*. Finally the host-plants yield were not affected by the orobance parasitism. This is propably due to the increased plant biomass as a result of the low percentage of parasitism.

Εγώ η Μαρία Τζάβελου, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε αντικατροπτίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτιβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Υπογραφή  
Μαρία Τζάβελου

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή την διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Μαρία Τζάβελλου.

Υπογραφή  
Αβραάμ Χα Καθηγητής



## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Παγκόσμια εξάπλωση και επίπτωση του παράσιτου Οροβάγχη	1
1.2 Η εξάπλωση της οροβάγχης στην Ελλάδα	4
1.3 Βιολογία των <i>Orobanchae</i> spp.	5
1.3.1 Ο κύκλος ζωής των παρασίτων	5
1.3.2 Ο κύκλος ζωής των παρασίτων <i>O. ramosa</i> L. και <i>O. Aegyptiaca</i>	7
1.4 Σπόρος του παράσιτου <i>Orobanchae</i> spp.	9
1.4.1 Γενική Βιολογία σπόρου	9
1.4.2 Μορφολογία σπόρου και ανατομία	9
1.5 Λήθαργος του σπόρου της οροβάγχης	13
1.6 Η περίοδος μεθωρίμανσης (conditioning)	13
1.7 Η βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης spp. και ο ρόλος των διεγερτών βλάστησης (GS)	16
1.8 Σκοπός της μελέτης	18
2. Υλικά και μέθοδοι	19
2.1 Υλικά	19
2.1.1 Φυτικά υλικά και σπόροι	19
2.1.2 Διεγέρτες Βλάστησης (Germination stimulants)	19
2.1.3 Λιπάσματα	20
2.1.4 Εργαστηριακά σκεύη και όργανα	20
2.2 Μέθοδοι	20
2.2.1 Εγκατάσταση πειράματος σε γλάστρες στο θερμοκήπιο	20
2.2.2 Παρασκευή και εφαρμογή διαλυμάτων διεγερτών βλάστησης	21
2.2.3 Εφαρμογή λιπάσματος και πότισμα	23
2.2.4 Μετρήσεις	24
2.2.5 Πειραματικό σχέδιο και Στατιστική ανάλυση	25

<b>3. Αποτελέσματα</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Επίδραση των συνθετικών διεγερτών βλάστησης</b>	
<b>Nijmegen-1 και Gr24 στη βλάστηση σπόρων οροβάγχης</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Επίδραση του παρασιτισμού της οροβάγχης</b>	
<b>στην απόδοση υβριδίων βιομηχανικής τομάτας H3402 και Dexter</b>	<b>33</b>
<b>4. Συζήτηση</b>	<b>44</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I. Περιγραφή των 11 επεμβάσεων στο φυτό- ξενιστή</b>	
<b>της βιομηχανικής τομάτας H3402 και στο φυτό ξενιστή</b>	
<b>της βιομηχανικής τομάτας DEXTER</b>	<b>48</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II. Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας ONE-WAY</b>	
<b>ANOVA για το φυτό-ξενιστή Dexter</b>	<b>50</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III. Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας ONE-WAY</b>	
<b>ANOVA για το φυτό-ξενιστή H3402</b>	<b>54</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV. Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας T-Test για</b>	
<b>ανεξάρτητα δείγματα για το φυτό-ξενιστή Dexter</b>	<b>60</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V. Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας T-Test για</b>	
<b>ανεξάρτητα δείγματα για το φυτό-ξενιστή H3402</b>	<b>68</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI. Φωτογραφικό Υλικό</b>	<b>76</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>83</b>

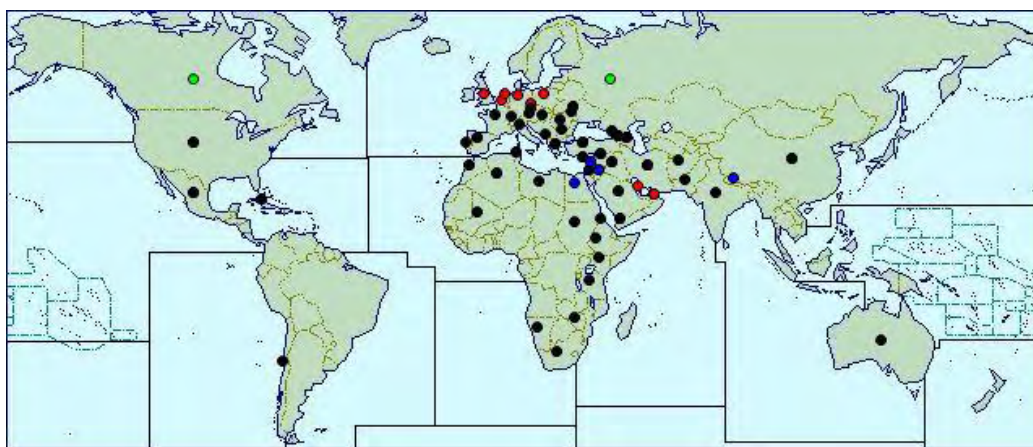


## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Παγκόσμια εξάπλωση και αρνητικές επιπτώσεις του παρασίτου Οροβάγχη

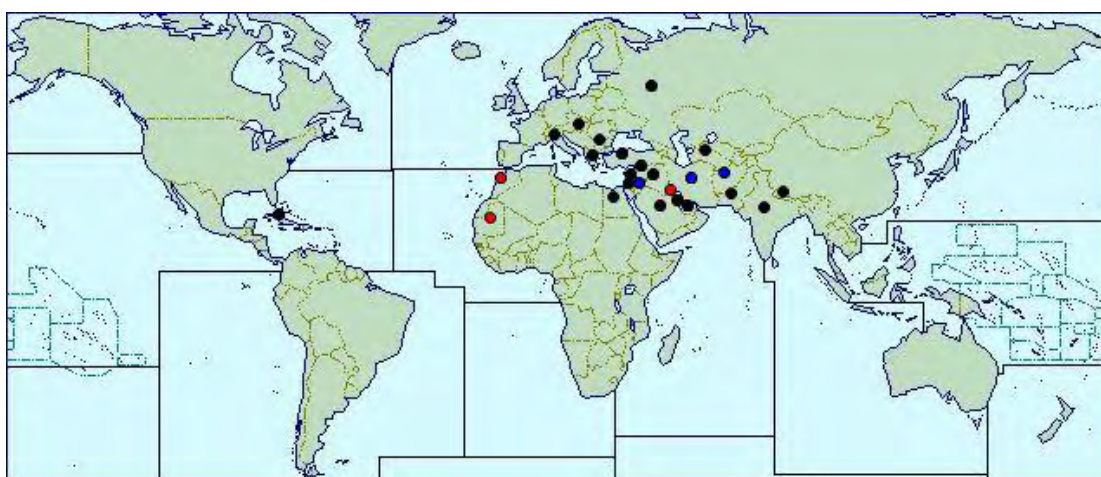
Η οροβάγχη, μέλος της οικογένειας των *Orobanchaceae*, θεωρείται ένα από τα πιο καταστροφικά παράσιτα της αγροτικής παραγωγής παγκοσμίως. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 1991 υπολογίστηκε ότι το γένος της οροβάγχης απειλούσε 16 εκατομμύρια εκτάρια στις περιοχές της Μεσογείου και της Δυτικής Ασίας (Parker C., 2009). Στην Ευρώπη επτά είδη οροβάγχης (*O.crenata* Forsk., *O. cumana* Wallr., *O. ramosa* L., *O. aegyptiaca* Pers., *O. foetida* Poir., *O. cernua* Loefl., *O. minor* Sm.) αποτελούν μάλιστα για τις καλλιέργειες των οσπρίων, όπως της φάβας (*Vicia faba*), των μαυρομάτικων φασολιών (*Cicer arietinum*), των μπιζελιών (*Pisum sativum*) καθώς και άλλων καλλιεργειών όπως της τομάτας (*Solanum lycopersicum*), της πατάτας (*Solanum tuberosum*), του καρότου (*Daucus carota*) και του ηλίανθου (*Helianthus annuus*) (Westwood et al., 2010).

Πιο συγκεκριμένα, το είδος *O. ramosa* προσβάλλει σε μεγαλύτερη έκταση τις καλλιέργειες της τομάτας (*Solanum lycopersicum*), της πατάτας (*Solanum tuberosum*) και του καπνού (*Nicotiana tabacum*). Ένας μεγάλος αριθμός άλλων καλλιεργειών προσβάλλεται επίσης, αλλά σε μικρότερη έκταση. Στην Γαλλία, υπάρχει δραματική εξάπλωση της *O. ramosa* σε καλλιέργειες ελαιοκράμβης και κάνναβης. Η *O. ramosa* στο παρελθόν έχει καταγραφεί σε περιοχές όπως η Κούβα και το Νεπάλ, δηλαδή σε περιοχές εκτός των περιοχών καταγωγής της γύρω από την Μεσόγειο. Στην Κούβα το 1994, προσβλήθηκαν πάνω από 20.000 εκτάρια καλλιέργειας καπνού με απώλειες απόδοσης που κυμαίνονται από 10 έως 50%. Στη Χιλή, καταγράφηκε απώλεια απόδοσης σε καλλιέργεια τομάτας πάνω από 80%. Στη Δυτική Αυστραλία, μελέτες αναφέρουν προσβολή σε καλλιέργειες ελαιοκράμβης καθώς και άλλων ξενιστών του παρασίτου σε μια έκταση 6.000 εκταρίων. Για την αποφυγή περεταίρω εξάπλωσης, 200.000 εκτάρια βρίσκονται σε καραντίνα, γεγονός που θέτει σε κίνδυνο την οικονομία των εξαγωγών. Άλλη μια νέα προσβολή του παρασίτου *O. ramosa* έχει αναφερθεί στις ΗΠΑ και συγκεκριμένα για πρώτη φορά στη Βιρτζίνια. Στην εν λόγω περιοχή, δεν παρατηρείται σημαντική οικονομική απώλεια, ωστόσο η εμφάνιση του παρασίτου αποδεικνύει την ικανότητα αυτού να εισάγεται και να εγκαθιδρύεται κατά μήκος μιας ευρύτερης γεωγραφικής περιοχής. Η Γεωγραφική εξάπλωση της *O. ramosa* παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.



**Εικόνα 1.** Γεωγραφική εξάπλωση του είδους οροβάγχης *O. ramosa* ([www.cabi.org](http://www.cabi.org))

Το είδος *O. aegyptiaca* προσβάλει ξενιστές παρόμοιους με αυτούς της *O. ramosa*. Εξαπλώνεται πιο ανατολικά σε μια ευρύτερη γεωγραφική περιοχή, από την ανατολική Μεσόγειο έως και το Αφγανιστάν, το Πακιστάν, την Ινδία και το Νεπάλ. Στην Ευρώπη, η εξάπλωσή της παρατηρείται στην Ελλάδα και φτάνει ως την Μαύρη θάλασσα μέσω της Τουρκίας και στην Αίγυπτο μέσω της Συρίας και του Ισραήλ. Οι κύριες καλλιέργειες που προσβάλλονται από την *O. aegyptiaca* περιλαμβάνουν όλα τα Solanaceae, τις καλλιέργειες ρεβιθιού και μπιζελιού. Η οικογένεια Cucurbitaceae προσβάλλεται με μεγαλύτερη συχνότητα από την *O. aegyptiaca* παρά από την *O. ramosa*. Το 1994 καταγράφηκε εκτεταμένη και αυξανόμενη προσβολή του πεπονιού και του καρπουζιού με απώλεια απόδοσης 20-70% στην αυτόνομη περιοχή της Χινηjiang στην Κίνα (Parker, 2009). Η γεωγραφική εξάπλωση της *O. aegyptiaca* παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.



**Εικόνα 2.** Γεωγραφική εξάπλωση του είδους οροβάγχης *O. ramosa* ([www.cabi.org](http://www.cabi.org))

Οι αρνητικές επιπτώσεις του παρασιτισμού από είδη οροβάγχης στις αποδόσεις των καλλιεργειών τυπικά κυμαίνονται από 20 έως και 100% , ανάλογα με τη σοβαρότητα της προσβολής. Οι ετήσιες απώλειες στις βρώσιμες καλλιέργειες λόγω της προσβολής

αυτών από παράσιτα εκτιμώνται σε 1.3 με 2.6 δισεκατομμύρια δολάρια. Η *O. aegyptiaca* και η *O. ramosa* προσβάλλουν περίπου 2.6 εκατομμύρια εκτάρια σολανωδών καλλιεργειών (Solanaceae) κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου, στη Βόρεια Αφρική και στην Ασία (Ghannam et al., 2012). Στην ανατολική μεσογειακή περιοχή της Τουρκίας, τα είδη οροβάγχης που προσβάλλουν καλλιέργειες είναι: *O. aegyptiaca*, *O. ramosa* and *O. crenata*. Η *O. aegyptiaca* / *O. ramosa* είναι παρούσες σε ποσοστό 27.72 % σε τομάτες θερμοκηπίου και σε τομάτες αγρού 80%. Η *O. crenata* και η *O. aegyptiaca* / *O. ramosa* είναι παρούσες σε ποσοστό 57.89% στα φασόλια και 75.51% στις φακές που καλλιεργούνται στον αγρό. Τα είδη της οροβάγχης προκαλούν εκτεταμένη απώλεια απόδοσης (21.64 - 81.83%) στην τομάτα, στον καπνό, στον ηλίανθο και στα φασόλια. Εκτιμάται ότι 100 χιλιάδες τόνοι ηλίανθου χάνονται λόγω της προσβολής παρασίτων, ποσό το οποίο αντιστοιχεί σε ετήσια απώλεια 50 εκατομμυρίων ευρώ ενώ η οικονομικές απώλειες από τις φακές εκτιμώνται σε 60 εκατομμύρια ευρώ ετησίως. Παράλληλα, 70.000 τόνοι φύλλων καπνού χάνονται ετησίως λόγω της προσβολής των παρασίτων, ποσό που αντιστοιχεί σε 175 εκατομμύρια ευρώ ετησίως. Η ετήσια συνολική απώλεια στην τομάτα εκτιμάται σε 200 εκατομμύρια ευρώ (Bülbul et al., 2009).

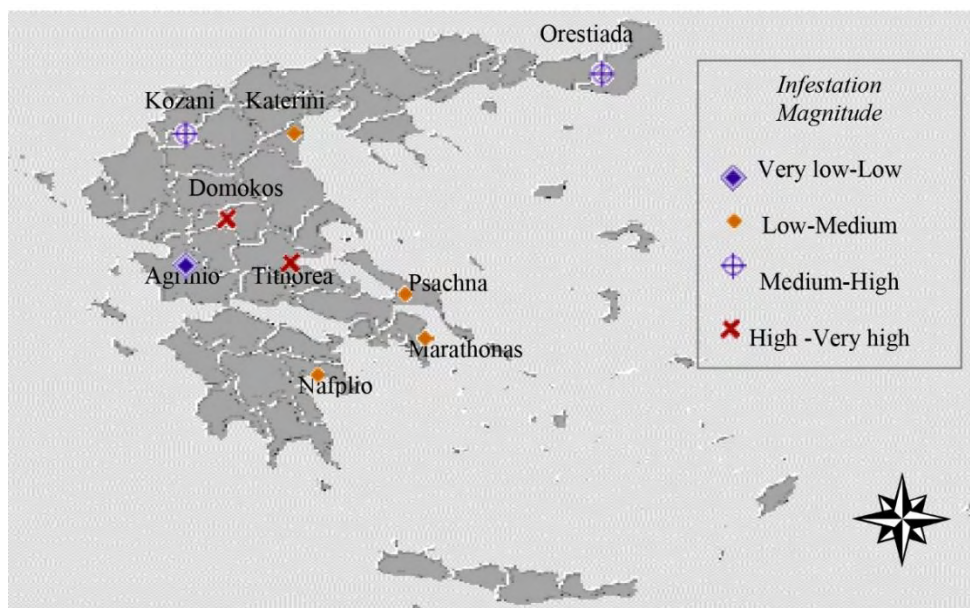
Η απώλεια στις αποδόσεις των καλλιεργειών που έχουν προσβληθεί από το παράσιτο της οροβάγχης είναι δύσκολο να υπολογιστεί με ακρίβεια. Η αιτία αδυναμίας αυτού του υπολογισμού οφείλεται στο ότι οι καλλιεργητές που διαθέτουν εδάφη σοβαρά προσβεβλημένα από το παράσιτο της οροβάγχης εγκαταλείπουν τις καλλιέργειες που προσβάλλονται από αυτό.

Ο έλεγχος του παράσιτου της οροβάγχης αποτελεί πρόκληση κυρίως λόγω της μεγάλης ταύτισης του κύκλου ζωής του με το κύκλο ζωής του ξενιστή. Μία επιπλέον αιτία αποτελούν οι περιορισμοί στην οικονομία των αναπτυσσόμενων χωρών όπου το παράσιτο της οροβάγχης είναι περισσότερο καταστροφικό. Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει πραγματοποιηθεί εκτενής έρευνα για μεθόδους χαμηλού κόστους που θα περιορίζουν την προσβολή της οροβάγχης καθώς και τις συνέπειες του παρασιτισμού της. Αν και έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος, καμία από τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους δεν κατάφερε να αποδειχθεί εξ ολοκλήρου αποτελεσματική (Westwood et al., 2010).

## 1.2 Η εξάπλωση της οροβάγχης στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, αρκετές καλλιέργειες, όπως ο καπνός, η τομάτα, ο ηλίανθος, η φάβα, κ.α., πλήττονται από προσβολές από τα *Orobanch* spp.. Η καταγραφή των απωλειών από την προσβολή του παρασίτου είναι ανεπαρκής και συχνά είναι αρκετά δύσκολη η καταγραφή δεδομένων με ακρίβεια σε περιφερειακό επίπεδο μιας χώρας. Τέτοιες ποσοτικές πληροφορίες απαιτούν εκτενή μελέτη, μια διαδικασία η οποία είναι αρκετά επίπονη και κοστοβόρα. Η επίλυση του προβλήματος απαιτεί την αλληλεπίδραση των τοπικών επιστημόνων ζιζανιολογίας των οποίων η εμπειρική γνώση έχει σημαντική αξία.

Η τελευταία εξέλιξη στην εξάπλωση της οροβάγχης στην Ελλάδα παρουσιάζεται στην Εικόνα 3. Συγκεκριμένα, το είδος *O. cymana* προσβάλλει τον ηλίανθο στην Ορεστιάδα σε ένα μέσο βαθμό, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις η μόλυνση είναι σοβαρή. Η *O. crenata* παρατηρήθηκε στις περιοχές του Μαραθώνα και των Ψαχνών, όπου η προσβολή σε καλλιέργεια φάβας δεν ήταν αρκετά μεγάλη ώστε να προκαλέσει σοβαρές οικονομικές απώλειες στην παραγωγή. Η *O. ramosa* και/ή *O. aegyptiaca* παρασιτεί τόσο τον καπνό όσο και την τομάτα στη Βόρεια (Κατερίνη, Κοζάνη), την Κεντρική (Δομοκός) και στη Νότια Ελλάδα (Αγρίνιο, Τιθορέα, Ναύπλιο), με μια ποικιλότητα ωστόσο στη σοβαρότητα της προσβολής. Τα εδάφη στα οποία καλλιεργείται καπνός στο Δομοκό και στην Τιθορέα μολύνονται από τα προαναφερθέντα είδη οροβάγχης, υποβαθμίζοντας την ποιότητα των φύλλων καπνού.



**Εικόνα 3.** Έκταση της προσβολής των *Orobanch* spp. σε εννέα περιοχές στην Ελλάδα (Economou et al., 2005).

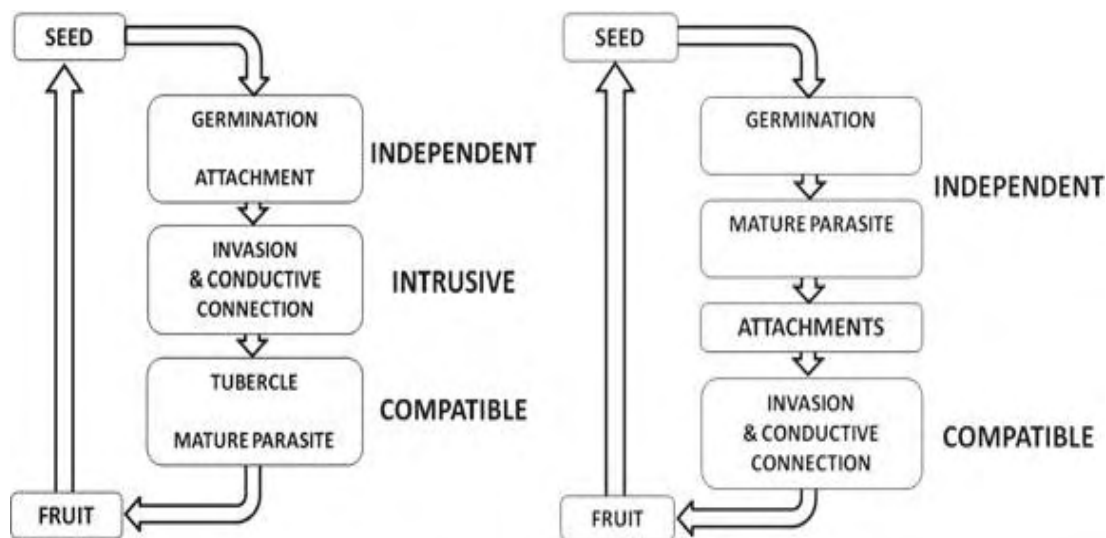
Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε από τους αγρότες περιλάμβανε τρεις διαφορετικές πρακτικές. Σύμφωνα με την πρώτη, οι παραγωγοί συνεχίζουν να καλλιεργούν τα ίδια επιρρεπή φυτά σε εδάφη τα οποία είναι ήδη προσβεβλημένα από τα παράσιτα. Η πρακτική αυτή ωστόσο συνεπάγεται ανάλογες απώλειες στις αποδόσεις. Η δεύτερη προσέγγιση αφορά την εγκατάλειψη των προσβεβλημένων αγρών. Ουσιαστικά ένας σημαντικός αριθμός των παραγωγών βρίσκει μία πιο ρεαλιστική προσέγγιση για να ελαττώσει τις απώλειες, καλλιεργώντας το ίδιο παραδοσιακό φυτό σε εδάφη τα οποία είναι μακριά από τα ήδη μολυσμένα. Η τρίτη πρακτική περιλαμβάνει εναλλαγή της καλλιέργειας με φυτικά είδη τα οποία δεν συνιστούν ξενιστές της οροβάγχης και συνεπώς, δεν προσβάλλονται ακόμη και κατά την καλλιέργειά τους σε εδάφη προσβεβλημένα από το παράσιτο. Όλες αυτές οι προσαρμογές καταλήγουν σε μείωση του καθαρού κέρδους των αγροτών βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, με κοινωνικοοικονομική επίπτωση σε τοπικό επίπεδο όπου η οικονομική ισορροπία είναι πιο εύθραυστη. Επιπλέον, η εγκατάλειψη καλλιεργειών, όπως οι φυσικιές, λόγω της παρουσίας του ολοπαρασίτου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εισαγωγών τέτοιων προϊόντων προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της αγροτικής οικονομίας σε τοπικό επίπεδο (Economou et al., 2005).

### **1.3 Βιολογία των *Orobanche* spp.**

#### **1.3.1 Ο κύκλος ζωής των παρασίτων**

Ο κύκλος ζωής της πλειοψηφίας των ολοπαρασίτων που ανήκουν στην οικογένεια *Orobanchaceae* περιλαμβάνει διάφορες αναπτυξιακές φάσεις (Εικόνα 4). Το σποριόφυτο αναπτύσσεται ανεξάρτητα για ένα μικρό χρονικό διάστημα μέχρι το στάδιο που προσδένεται στον ξενιστή. Αυτή είναι η ανεξάρτητη φάση της ανάπτυξης του παρασίτου. Έπειτα, ακολουθεί η αναπτυξιακή φάση της διείσδυσης, η οποία περιλαμβάνει α) ανάπτυξη του τελικού μυζητήριου οργάνου στην άκρη του ριζιδίου, β) εισβολή του μυζητήριου οργάνου στους ιστούς του ξενιστή και γ) ανάπτυξη των πρωταρχικών αγωγίμων συνδέσεων με τον ξενιστή. Τέλος, πραγματοποιείται η φάση συμβίβασιμού κατά την οποία η ανάπτυξη του παρασίτου συντονίζεται με αυτή του ξενιστή. Η ανάπτυξη του μυζητήριου οργάνου εξαρτάται από την ικανότητα του να ξεπερνάει τους μηχανισμούς ανθεκτικότητας του ξενιστή και να ανταγωνίζεται με τα όργανα του ξενιτουςστις διαθέσιμους τους. Τα ολοπαράσιτα μπορούν έπειτα να αναπτύσσουν ρίζες με πλευρικά μυζητήρια όργανα (Joel & Bar 2013; Yoneyama et al., 2010).





**Εικόνα 4.** Ο κύκλος ζωής των υποχρεωτικών ολοπαρασίτων που ανήκουν στην οικογένεια Orobanchaceae (Joel, 2013).

Η ανεξάρτητη φάση ανάπτυξης ξεκινά με την περίοδο μεθωρίμανσης του σπόρου (period of seed conditioning) και τη βλάστηση. Η φάση αυτή διαρκεί μερικές ημέρες, μέχρι το παράσιτο να εντοπίσει τον ξενιστή του και να προσδεθεί σε αυτόν. Αυτή η αναπτυξιακή φάση υποστηρίζεται από την κατανάλωση των θρεπτικών που είναι αποθηκευμένα στο σπόρο. Η παρασιτική φάση ξεκινά μόλις πραγματοποιηθεί η πρόσδεση του παρασίτου στην επιφάνεια του ριζικού συστήματος. Αυτή η πρόσδεση πραγματοποιείται με το μυζητήριο όργανο. Το μυζητήριο όργανο αναπτύσσεται από την επιμήκυνση του ριζιδίου του σπόρου της οροβάγχης που διαπερνά το κάλυμμά του κατά την βλάστηση. Διεισδυτικά κύτταρα του μυζητηρίου οργάνου εισχωρούν στο ριζικό σύστημα του ξενιστή σχηματίζοντας μία φυσική γέφυρα μεταξύ του συστήματος αγωγών του φυτού-ξενιστή και του παρασίτου. Το μυζητήριο όργανο εδραιώνει συνδέσεις ξυλώματος - ξυλώματος και φλοιώματος – φλοιώματος, μέσω των οποίων προσλαμβάνει νερό και θρεπτικά συστατικά. Η ανταλλαγή θρεπτικών ανάμεσα στο παράσιτο και τον ξενιστή πραγματοποιείται κυρίως μέσω μία συνέχειας του φλοιώματος που δημιουργείται από διαειδικά πλασμοδέσματα. Μετά την εγκατάσταση της σύνδεσης αγωγών μεταξύ του ξενιστή και του παρασίτου, το παράσιτο αναπτύσσει φυμάτιο το οποίο συσσωρεύει θρεπτικά. Αυτό το φυμάτιο είναι το νεαρό παράσιτο. Μόλις το φυμάτιο ωριμάσει, ξεκινά ο σχηματισμός του βλαστού που αναδύεται στην επιφάνεια του εδάφους και παράγει άνθη και σπόρους. Η ανάπτυξη τόσο του νεαρού όσο και του ώριμου παρασίτου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με αυτή του φυτού-ξενιστή.

Έτσι, το παράσιτο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του ξενιστή και ανταγωνίζεται για θρεπτικά όπως θα έκανε και ένα όργανο του ξενιστή (Joel, 2000; Cardoso et al., 2011; Delavault, 2015; Duka et al., 2011).

### 1.3.2 Ο κύκλος ζωής των παρασίτων *O. ramosa* L. και *O. aegyptiaca*

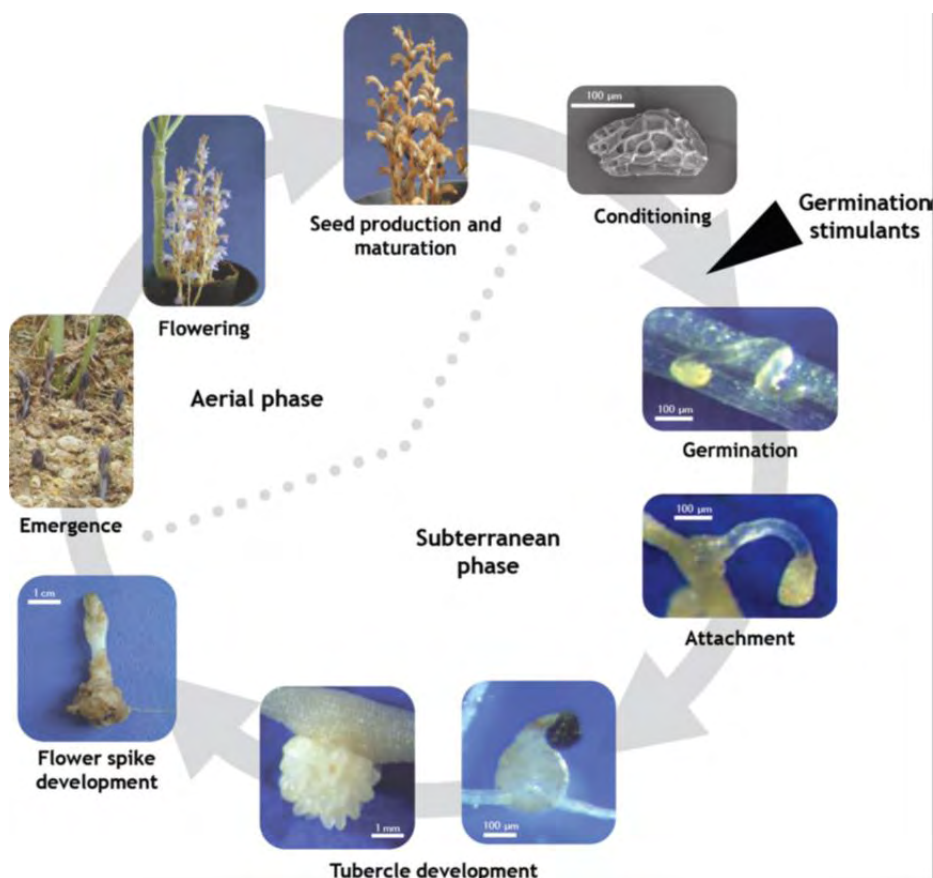
Το είδος *O. ramosa* έχει ένα ευρύ φάσμα ξενιστών που περιλαμβάνει τα άγρια είδη των οικογενειών *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Capparidaceae*, *Labiatae* [*Lamiaceae*], *Linaceae*, *Malvaceae*, *Oxalidaceae*, *Plantaginaceae*, *Polygonaceae* και *Rubiaceae*, όπως επίσης και καλλιεργούμενα είδη που ανήκουν στις οικογένειες *Aliaceae* [*Liliaceae*], *Compositae* [*Asteraceae*], *Cannabinaceae*, *Cruciferae* [*Brassicaceae*], *Cucurbitaceae*, *Leguminosae* [*Fabaceae*], *Solanaceae*, *Rosaceae* και *Umbelliferae* [*Apiaceae*] (Parker and Riches, 1993). Το είδος *O. aegyptiaca* έχει παρόμοιο εύρος ξενιστών, αλλά παρασιτεί επίσης στο καρότο (*Daucus carota*), στα όσπρια όπως στο *Vicia sativa* καθώς και στο *Brassica napus* (Punia, 2014).

Τόσο η *O. ramosa* όσο και η *O. aegyptiaca* δεν προκαλούν ευδιάκριτα συμπτώματα αλλά μπορεί να προκαλέσουν μαράζωμα, κιτρίνισμα και νέκρωση του φυλλώματος και μια γενική αδυναμία στο φυτό με μειωμένη παραγωγή καρπού.

Η *O. ramosa* (όπως και η *O. aegyptiaca*) είναι ένα υποχρεωτικό παράσιτο το οποίο συνδέεται στην ρίζα του φυτού ξενιστή μέσα σε λίγες μέρες μετά την βλάστηση του σπόρου της (Εικόνα 5). Ο σπόρος είναι μικροσκοπικός (περίπου 0.2 x 0.4mm) από τον οποίο αναδύεται μόνο το ριζίδιο και μπορεί να αναπτυχθεί σε μήκος ελάχιστα χιλιοστά. Η βλάστηση της οροβάγχης επάγεται από ένα απαραίτητο χημικό διεγέρτη ο οποίος φυσιολογικά προέρχεται από τις ρίζες του φυτού και ως εκ τούτου, η οροβάγχη βλαστάνει μόνο όταν η ρίζα του ξενιστή βρίσκεται στο κοντινό περιβάλλον του ξενιστή. Ωστόσο, η απόκριση του ώριμου σπόρου στο διεγέρτη βλάστησης προϋποθέτει μία περίοδο αρκετών ημερών όπου επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας και κατάλληλης θερμοκρασίας. Αυτή η περίοδος είναι γνωστή ως περίοδος μεθωρίμανσης (conditioning ή preconditioning). Οι μεθωριμασμένοι (conditioned) σπόροι παραμένουν δεκτικοί στους διεγέρτες βλάστησης για μια περιορισμένη περίοδο, μετά την πάροδο της οποίας μπορεί να επαχθεί ο δευτερογενής λήθαργος. Η ικανότητα των σπόρων να ανταποκρίνονται στο διεγέρτη βλάστησης σταδιακά εξαλείφεται όταν αυτοί

ξηραίνονται και μπορούν να παραμένουν σε λήθαργο μέχρι την επόμενη περίοδο μεθωρίμανσης (Timko et al., 1989; Joel et al., 1995).

Κατά την επαφή με την ρίζα του ξενιστή, σχηματίζεται ο μυζητήρας και τα παρεμβατικά κύτταρα διαπερνούν το φλοιό μέχρι το αγγειακό σύστημα και εγκαθιδρύεται η σύνδεση με το ξύλωμα του ξενιστή. Το παράσιτο εξελίσσεται σε ένα συγκύτιο στην επιφάνεια της ρίζας και αναπτύσσεται σε διάμετρο 5-20 mm. Δευτερογενείς ρίζες μπορεί να αναπτυχθούν πάνω στο συγκύτιο και να δημιουργήσουν ξεχωριστές συνδέσεις με το ριζικό σύστημα του ξενιστή. Μετά από αρκετές εβδομάδες, από το συγκύτιο αναπτύσσεται βλαστός ο οποίος αναδύεται από το έδαφος.



**Εικόνα 5.** Ο κύκλος ζωής της Οροβάγχης (παράδειγμα από *Orobanche ramosa*) (Delavault, 2015).

Οι Diaz *et al.* (2006) περιγράφουν έξι φαινοτυπικά διακριτά στάδια: (α) κόνδυλο, (β) κόνδυλος με πρωτογενή ακρορίζα, γ) επικοτύλη ήδη ορατή, δ) επικοτύλη και ανεπτυγμένο ακρορίζιο, ε) ανάπτυξη βλαστού και στ) ανάδυση βλαστού από το έδαφος.

Τα είδη του γένους *Orobanche* εξαρτώνται εξολοκλήρου από τους ξενιστές τους για όλα τα θρεπτικά που χρειάζονται τόσο για την ανάπτυξή τους όσο και για την

πρόσληψη νερού. Οι επιδράσεις στον ξενιστή είναι ανάλογες με την βιομάζα του παρασίτου, δηλαδή η μάζα του παρασίτου έχει αντανάκλαση παρόμοια στην απώλεια μάζας του φυτού ξενιστή στο παράσιτο *O. aegyptiaca* (Barker et al., 1996).

## **1.4 Σπόρος του παρασίτου *Orobanche* spp.**

### **1.4.1 Γενική Βιολογία σπόρου**

Ο σπόρος των παρασιτικών ζιζανίων είναι εξαιρετικά μικρός και παράγεται σε αφθονία. Έχει υπολογιστεί ότι ένα φυτό οροβάγχης μπορεί να παράγει μέχρι και ένα εκατομμύριο σπόρους, ενώ ο μέσος αριθμός των σπόρων που παράγεται από ένα μόνο *O. crenata* φυτό εκτιμάται στους 150.000. Το σχήμα του σπόρου ποικίλει στα διάφορα είδη και μπορεί να είναι σφαιρικό ή ωοειδές, με μήκος από 150 έως 300 μm και μέσο βάρος περίπου 1 μg. Παρά το πολύ μικρό μέγεθος, ο σπόρος χαρακτηρίζεται από εξαιρετική μακροβιότητα και μπορεί να επιζήσει στο έδαφος πάνω από 10 χρόνια (Visser, 1989).

### **1.4.2 Μορφολογία σπόρου και ανατομία**

Οι σπόροι των παρασίτων *Orobanche* spp. έχουν πολύ μικρό μέγεθος το οποίο κυμαίνεται από 0.2-2mm (εικόνα 6). Η επιφάνεια των σπόρων χαρακτηρίζεται από τεράστια ποικιλομορφία. Το κάλυμμα του σπόρου είναι συνήθως σκούρο και αδιαφανές αλλά ορισμένοι ανοιχτόχρωμοι σπόροι επιτρέπουν τη διάκριση ορισμένων χαρακτηριστικών στην επιφάνειά τους και συγκεκριμένα το περίγραμμα και το βαθούλωμα των επιδερμικών κυττάρων του καλύμματος του σπόρου. Η μορφολογία της επιφάνειας του σπόρου αποτελεί στοιχείο ταξινόμησης και ταυτοποίησης, που βέβαια αφορά στη μελέτη των χαρακτηριστικών σε ένα σύνολο σπόρων και όχι σε ένα μοναδικό σπόρο. Αντίθετοι μοριακές αναλύσεις σε επίπεδο DNA παρέχουν ακρίβεια στην αναγνώριση ακόμη και μοναδικών σπόρων.



**Εικόνα 6.** Α) Σπόρος του είδους *O. aegyptiaca*, Β) σπόροι του είδους *O. ramosa* (www.google.com)

Οι σπόροι των παρασίτων της οικογένειας των *Orobanchaceae* διαθέτουν παρόμοιο μοτίβο στην ανατομία του σπόρου. Το έμβryo των ολοπαρασίτων *Orobanche* το οποίο δεν αναπτύσσει πράσινο βλαστό είναι σφαιρικό ή ελαφρώς επίμηκες και αποτελείται από περίπου 100 κύτταρα χωρίς αναγνωρισμένες μορφολογικά κοτυληδόνες ή βλαστικό μερίστωμα. Αυτά τα αρκετά μειωμένα έμβρυα τοποθετούνται στο κεντρικό τμήμα του σπόρου κοντά στην μικροπύλη και αποτελούνται από μικρά κύτταρα με λεπτά τοιχώματα χωρίς διακυτταρικούς χώρους.

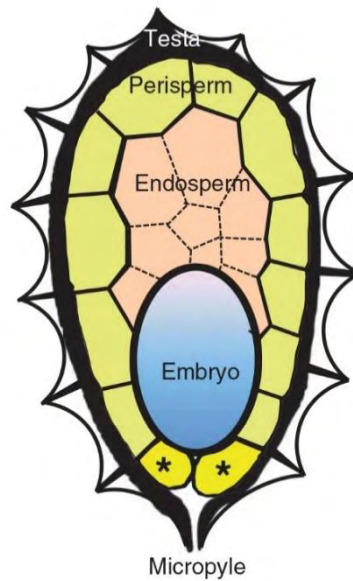
Τα κύτταρα τα οποία πυροδοτούν την ανάδυση του ριζιδίου είναι συνήθως μικρότερα. Σε αντίθεση με τους μεγάλους πυρήνες και τα πολλά μιτοχόνδρια, τα εμβρυϊκά κύτταρα των *Orobanchaceae* περιέχουν λιπώδη σώματα τα οποία οργανώνονται συνήθως σε ομόκεντρους κύκλους γύρω από τα πρωτεϊνικά σώματα. Στα ολοπαρασίτια τα οποία δεν αναπτύσσουν κοτυληδόνες, τα λιπώδη και τα πρωτεϊνικά σώματα τυπικά συμπληρώνουν τα κύτταρα στον πόλο *chalazal* του εμβρύου (η εμβρυϊκή περιοχή μπορεί να θεωρηθεί σαν μειωμένη κοτυληδονική περιοχή του εμβρύου).

Τα έμβρυα των ολοπαρασίτων *Orobanche* χαρακτηρίζονται ως αδιαφοροποίητα όσον αναφορά την οργάνωση των κυττάρων, αν και υπάρχει ξεκάθαρη πόλωση μέσα στο έμβryo και μία διαβάθμιση στο κυτταρικό μέγεθος από την *chalazal* στον ριζικό πόλο. Επιπρόσθετα, μία ξεκάθαρη φυσιολογική πόλωση διαφαίνεται όχι μόνο όταν οι σπόροι αρχίζουν να βλαστάνουν αλλά και στην ληθαργική κατάσταση τους όπως επίσης και στους προσροφημένους σπόρους πριν την ανίχνευση των διεγερτών βλάστησης. Λιπώδη σώματα και μεγάλα πρωτεϊνικά σώματα τυπικά συσσωρεύονται στον πόλο *chalazal* του εμβρύου ενώ τα κύτταρα στον πόλο του ριζιδίου έχουν ένα κυρίαρχα μεγάλο πυρήνα και πολλά μιτοχόνδρια.

Στην πλειοψηφία των ειδών *Orobanche*, το ενδοσπέρμιο τοποθετείται στον ώριμο σπόρο μεταξύ του εμβρύου και του περισπέρμιου. Αποτελείται από μικρά κύτταρα με λεπτά τοιχώματα τα οποία συνήθως περιέχουν μεγάλες ποσότητες λιπιδίων σωμάτων με διάσπαρτα όρια, φαινόμενο που συσχετίζεται με ένα μειωμένο ποσό πρωτεϊνών το οποίο σχετίζεται με τα λιπώδη σώματα.

Το κεντρικό μέρος της ώριμης σπερματοβλάστης παραμένει μετά την γονιμοποίηση και κατόπιν εξελίσσεται σε μία μοναδική κυτταρική σειρά, το περισπέρμιο το οποίο εμπλέκεται σε ποικίλες σημαντικές σηματοδοτικές και μεταβολικές λειτουργίες πριν και μετά την βλάστηση του σπόρου. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Plakhine *et al.* (2012) παρουσιάστηκαν γενετικά στοιχεία που υποδεικνύουν ότι τα κύτταρα του περισπέρμιου εμπλέκονται στην πρόσδεση του διεγέρτη βλάστησης, υποδεικνύοντας ότι στα κύτταρα αυτά και συγκεκριμένα κοντά στην μικροπύλη εδράζονται οι υποδοχείς των διεγερτών βλάστησης. Επομένως, ο ιστός που εμπλέκεται στην πρόσληψη των διεγερτών βλάστησης είναι μητρικής προέλευσης.

Το περισπέρμιο απλώνεται κάτω από το περίβλημα του σπόρου και περιβάλλει το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο (Εικόνα 7). Εκτός από τα κύτταρα γύρω από την μικροπύλη, τα κύτταρα του περισπέρμιου τυπικά περιέχουν πολυάριθμα λιπώδη σώματα και μεγάλα πρωτεϊνικά σώματα. Αυτή ή κυτταρική σειρά διαφέρει από το ενδοσπέρμιο στην διάταξη των κυττάρων και στην κυτταροπλασματική διαφοροποίηση. Επίσης δεν υπάρχουν συνδέσεις πλασμοδεσμάτων μεταξύ των ιστών σε αντίθεση με τα πολυάριθμα πλασμοδέσματα μεταξύ των κυττάρων του περισπέρμιου.



**Εικόνα 7.** Σχηματική παρουσίαση της δομής του σπόρου. Παρουσιάζονται τα τρία ζωντανά μέρη του σπόρου (έμβρυο, ενδοσπέρμιο και περισπέρμιο). Τα κύτταρα του περισπερμίου δίπλα στην μικροπύλη (αστερίσκοι) συνιστούν την τοποθεσία των υποδοχέων των διεγερτών βλάστησης (Plakhine et al., 2012).

Το κάλυμμα του σπόρου αναπτύσσεται από το μοναδικό περίβλημα της σπερματοβλάστης η οποία αποτελείται από τρεις κυτταρικές σειρές. Ωστόσο το ώριμο κάλυμμα σπόρου αποτελείται από μόνο δύο κυτταρικές σειρές, την εξωτερική επιδερμίδα και το ενδοθήλιο. Τα τοιχώματα των κυτάρων της τρίτης σειράς, η υποδερμίδα, μπορεί να παραμένει σε κάποια είδη μεταξύ των δύο κυτταρικών σειρών, κυρίως στην ζώνη chalazal.

Η εξωτερική επιδερμίδα του καλύμματος του ώριμου σπόρου αποτελείται από νεκρά κύτταρα με λεπτά εξωτερικά τοιχώματα, ενώ τα εσωτερικά και τα πλευρικά τοιχώματα της επιδερμίδας είναι ξυλώδη με δικτυωτά παχιά τοιχώματα. Τα λεπτά εξωτερικά κυτταρικά τοιχώματα συχνά σπάνε και συνθλίβονται, εκθέτοντας τα εσωτερικά τοιχώματα προς τα έξω. Τα κυτταρικά τοιχώματα στην μικροπύλη είναι λεπτότερα και διευκολύνουν το άνοιγμα της μικροπύλης κατά το seed conditioning.

Το ενδοθήλιο το οποίο αποτελεί την εσωτερική κυτταρική σειρά του καλύμματος του σπόρου προκύπτει από την εσωτερική επιδερμίδα του κεντρικού τμήματος στη σπερματοβλάστη. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα είναι μοναδικά γιατί διαθέτουν εσωτερικό τοίχωμα που μοιάζει με λαβύρινθο, τα οποία αποτελούνται από ένα περίτεχνο δίκτυο με μεγάλες διακλαδισμένες προεκβολές του κυτταρικού τοιχώματος. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα στους ώριμους σπόρους εκτός από τα κύτταρα μεταφοράς είναι απύρνηνα, δεν

περιέχουν κυτταρόπλασμα και είναι γεμάτα με γλίσχραμα (Joel & Bar 2013; Visser, 1989).

### **1.5 Λήθαργος του σπόρου της οροβάγχης**

Ο λήθαργος είναι η κατάσταση κατά την οποία ο ζωντανός σπόρος αποτυγχάνει να βλαστήσει λόγω απουσίας κατάλληλων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας για την ανάπτυξη του ριζιδίου και την ανάπτυξη του σποροφύτου. Ο πρωτογενής λήθαργος επάγεται μετά την απόρριψη του σπόρου από το μητρικό φυτό και αποτρέπει ή μειώνει τόσο την πρώιμη βλάστηση του σπόρου όσο και τη βλάστησή του αμέσως μετά την απόρριψη από το μητρικό φυτό.

Η απελευθέρωση του πρωτογενούς λήθαργου απαιτεί μία περίοδο ξηρής αποθήκευσης γνωστή ως after - ripening περίοδο. Η παραλλακτικότητα στις περιόδους δεν οφείλεται μόνο σε διαφορές στις συνθήκες αποθήκευσης -θερμοκρασία και υγρασία- αλλά και σε παράγοντες που περιλαμβάνουν διαφορές μεταξύ αλλά και εντός των ποικιλιών -ποικιλομορφία στις συνθήκες ωρίμανσης των σπόρων, διαφορετικοί τρόποι επεξεργασίας των σπόρων και διαφορετικά πρωτόκολλα βλάστησης. Σε εργαστηριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Prider και Craig (2013) αναφέρεται πως για να βλαστήσουν οι σπόροι του παρασίτου *O. ramosa* subsp. *mutelii* απαιτείται μια after-ripening περίοδος 4-8 εβδομάδων. Η βλάστηση των σπόρων αυτών φτάνει στο μέγιστο περίπου 6 μήνες μετά την παραγωγή των σπόρων στο μητρικό φυτό. Για τα παράσιτα *Orobanch* spp. η παρουσία του λήθαργου στους σπόρους συμβάλει σημαντικά στην επέκταση του παρασιτισμού τους. Αυτά τα είδη θεωρούνται σοβαρά ζιζάνια στην αγροοικολογία τα οποία υπόκεινται σε εποχιακή ξηρασία κατά την διάρκεια της οποίας το after ripening μπορεί να εμφανιστεί φυσικά.

Η δεύτερη φάση απελευθέρωσης του λήθαργου περιλαμβάνει την διαδικασία του conditioning ή αλλιώς του pre-conditioning. Η παρατεταμένη διαδικασία conditioning πέρα από το βέλτιστο οδηγεί σε επαγωγή του δευτερογενούς λήθαργου (Murdoch et al., 2013).

### **1.6 Η περίοδος μεθωρίμανσης (conditioning)**

Μετά την ωρίμανση και την αποξήρανση, οι σπόροι της οροβάγχης θάβονται περισσότερο ή λιγότερο στο χώμα όπου και εκκινείται ο λήθαργος, μία περίοδος

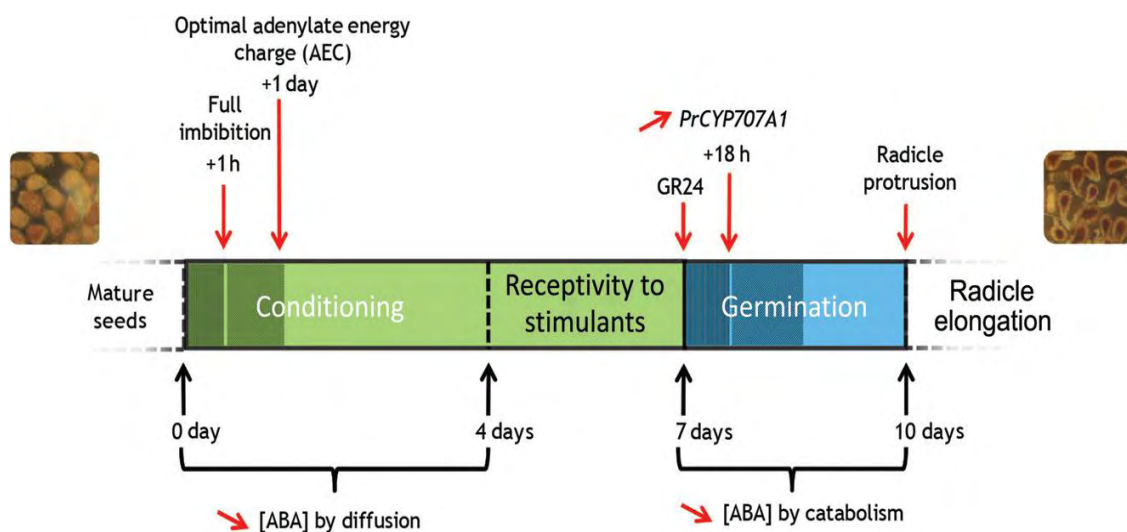


στασιμότητας μέχρι οι περιβαλλοντικές συνθήκες να καταστούν κατάλληλες για την βλάστησή τους. Οι σπόροι της οροβάγχης απαιτούν μια περίοδο conditioning η οποία περιλαμβάνει υγρό περιβάλλον και κατάλληλη θερμοκρασία, συνθήκες οι οποίες διαφέρουν για τις διάφορες ποικιλίες οροβάγχης. Σε εργαστηριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Prider *et al.* (2013), αναφέρεται ποσοστό βλάστησης 20% σπόρων της *O. ramosa* απουσία περιόδου conditioning, ενώ έπειτα από περίοδο conditioning 5-8 ημερών με βέλτιστη θερμοκρασία 20°C επάγεται η μέγιστη βλαστικότητα των σπόρων. Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι αν και η σπόροι της *O. ramosa* subsp. *mutelii* δύνανται να βλαστήσουν σε ένα εύρος θερμοκρασίας από 10-28°C, η βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 18-22°C (Prider και Craig, 20130). Το ποσοστό των σπόρων που βλαστάνουν εκτός του προαναφερθέντος εύρους θερμοκρασιών μειώνεται. Συμπερασματικά, οι σπόροι βλασταίνουν γρήγορα σε αυτό το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας αλλά εκτός αυτού η βλάστηση αναστέλλεται.

Η περίοδος conditioning αντιστοιχεί σε φυσιολογική διαδικασία η οποία οδηγεί στη ρύθμιση του μηχανισμού που απαιτείται για την πρόσληψη του διεγέρτη βλάστησης (GS). Κατά τη περίοδο του conditioning, εκκινούνται σημαντικά μεταβολικά μονοπάτια καθώς και η ενυδάτωση του σπόρου. Ωστόσο, κάποια είδη οροβάγχης δεν απαιτούν αυτή την φάση μεθωρίμανσης για να βλαστήσουν. Τα αποτελέσματα σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε έδειξαν ότι τόσο οι σπόροι *O. cumana* όσο και οι σπόροι *O. aegyptiaca* αποκρίθηκαν στο διεγέρτη GR24 και βλάστησαν ακόμα και όταν αυτός εφαρμόστηκε απευθείας σε non-conditioned ξηρούς σπόρους. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώθηκαν σε σπόρους *O. cumana* και *O. aegyptiaca* διαφόρων ηλικιών και προερχόμενων από διαφορετικές περιοχές (Plakhine *et al.*, 2009).

Στην *O. ramosa* έχει αποδειχτεί ότι οι σπόροι απαιτούν κατ' ελάχιστο 4 ημέρες conditioning για να επιτραπεί η βέλτιστη βλάστηση σε απόκριση των GSs (Εικόνα 8). Η περίοδος conditioning ξεκινά με την ταχεία προσρόφηση νερού από τον σπόρο, μέσω της μικροπύλης η οποία ανοίγει 30 λεπτά μετά και διαρκεί μία περίπου ώρα. Έπειτα, αρκετές φυσιολογικές διαδικασίες πραγματοποιούνται, συμπεριλαμβανομένου και την ταχεία επανενεργοποίηση του μεταβολισμού. Αρχικά, μια βέλτιστη αδενυλική ενεργειακή δαπάνη (AEC=0.9) επιτυγχάνεται κατά την πρώτη μέρα του conditioning. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα στην *O. ramosa*, λαμβάνει χώρα μία μεγάλη μείωση στο περιεχόμενο του σπόρου σε αμπισισικό οξύ (ABA), ένα χαρακτηριστικό μοτίβο αναπνοής, πρωτεινοσύνθεσης και χρήσης των ολιγοσακχαριτών πραγματοποιείται

όπως επίσης μία δυνατή εναλλακτική ενεργότητα οξειδάσης. Επιπλέον, παρατηρείται και μία μείωση στην ποσότητα του cAMP στον σπόρο της *O. ramosa*.



**Εικόνα 8.** Μοριακοί μηχανισμοί που λαμβάνουν χώρα κατά την περίοδο μεθωρίμανσης (conditioning) και βλάστησης σπόρων του είδους *O. ramosa*. ABA, abscisic acid; *PrCYP707A1*, an ABA 8'-hydroxylase encoding gene (Delavault, 2015).

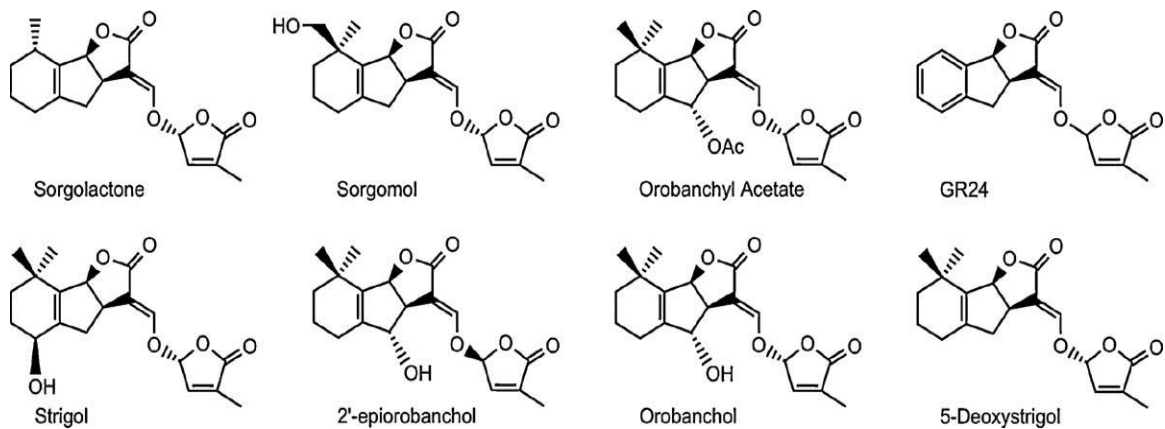
Όλα αυτά τα γεγονότα εμπλέκονται δυναμικά στην επανεκκίνηση των μηχανισμών που απαιτούνται για την αντίληψη του διεγέρτη από τον σπόρο ή την μεταφορά του σήματος και τελικά, τη βλάστηση των σπόρων των παρασίτων. Ωστόσο, μια πρόσφατη μελέτη καταδεικνύει ένα επιγενετικό μηχανισμό, μία DNA μεθυλίωση, που πιθανόν συμβαίνει κατά την φάση conditioning και μπορεί να εξηγήσει τη μη ανταπόκριση των σπόρων στα GSs κατά την περίοδο αυτή.

Είναι αξιοσημείωτο ότι το συνολικό φαινόμενο του conditioning είναι αντιστρεπτό. Παρόλα αυτά, απουσία φυτού-ξενιστή σε άμεση γεινίαση οι σπόροι εκκινούν τον δευτερογενή λήθαργο. Αυτός ο μηχανισμός επιτρέπει στους σπόρους να αντιμετωπίζουν δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες ή μία χρονική καθυστέρηση στον κύκλο ανάπτυξης του φυτού-ξενιστή. Οι σπόροι θα πρέπει να προχωρήσουν σε ένα νέο κύκλο ξήρανσης και conditioning για να γίνουν ξανά δεκτικοί στο GS που παράγεται από ένα άλλο φυτό-ξενιστή. Το φαινόμενο φαίνεται ότι αποτελεί κλειδί στην μακροβιότητα των σπόρων των παρασίτων (Delavault, 2015).

## 1.7 Η βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης και ο ρόλος των διεγερτών βλάστησης (GS)

Οι σπόροι των παρασίτων *Orobanche* δεν βλαστάνουν χωρίς την διέγερσή τους από χημικούς διεγέρτες, τους διεγέρτες βλάστησης (germination stimulants). Πρόκειται για χημικές ουσίες οι οποίες παράγονται στις ρίζες του φυτού-ξενιστή και εκκρίνονται στην ριζόσφαιρά του. Οι περισσότεροι διεγέρτες βλάστησης ανήκουν στην οικογένεια των στριγγολακτόνων. Ο πρώτος φυσικός διεγέρτης βλάστησης που αναγνωρίστηκε ήταν η στριγγόλη, η οποία απομονώθηκε από ριζικές εκκριτικές δομές του βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*) που διεγείραν τη βλάστηση στους σπόρους των παρασίτων *Striga* L. Τα φυτά-ξενιστές παράγουν στριγγολακτόνες σε εξαιρετικά μικρές ποσότητες και ως εκ τούτου, είναι δύσκολη η απομόνωσή τους για τον αναλυτικό χαρακτηρισμό τους. Οι σπόροι των παρασίτων βλαστάνουν επίσης έπειτα από τη διέγερση και άλλων ενώσεων που παράγονται από φυτά όπως η διυδροσοργολεόνη, οι λακτόνες σεσκιτερπανίων, η κινετίνη, η κουμαρίνη, η γιασμίνη και μεταβολίτες μυκήτων (φουσικοσίνη, κοτυλενίνη). Ωστόσο, η ευαισθησία αυτών των ενώσεων είναι γενικά πολύ μικρότερη και όχι αποτελεσματική σε όλα τα παρασιτικά γένη. Μία άλλη ενδιαφέρουσα δράση των στριγγολακτόνων αφορά την συμβολή τους ως σήματα αναγνώρισης συμβιωτικών οργανισμών όπως η μυκόρριζα (Cardoso et al., 2011; Delavault, 2015; Tsuchiya et al., 2009).

Οι στριγγολακτόνες έχουν κοινή δομή και αποτελούνται από ένα ABC σύστημα συνδεδεμένο με μία ομάδα βουτυρολακτόνης (το D δακτύλιο) μέσω μίας ενολοαιθερικής γέφυρας (Εικόνα 9). Ενώ όλες οι στριγγολακτόνες έχουν αυτή την κοινή δομή υπάρχουν πολλές χημικές ποικιλομορφίες που αποτελούνται από υπομονάδες στο κυκλοεξυλ A- δακτύλιο και ποικίλους συνδυασμούς υδροξυλ και/ή ακετυλικά υπομονάδες στους A και στους B δακτύλιους. Οι C και οι D δακτύλιοι είναι ίδιοι σε όλες τις στριγγολακτόνες. Μέχρι σήμερα, έχει χαρακτηριστεί η δομή 12 διαφορετικών στριγγολακτόνων (Cardoso et al., 2011; Ruyter-Spira et al., 2013)



**Εικόνα 9.** Χημική δομή των στριγγολακτόνων. Οι στριγγολακτόνες μοιράζονται ένα κοινό δακτύλιο ABCD με ποικιλότητα στους A και B δακτυλίους και μερικές φορές στην στερεοϊσομέρεια. Στην εικόνα παρουσιάζονται κάποιες φυσικές στριγγολακτόνες και η συνθετική στριγγολακτόνη GR24 (Cardoso et al., 2011).

Ένα μόνο είδος φυτού μπορεί να παράγει διαφορετικούς τύπους στριγγολακτόνης και σε διαφορετικές ποσότητες. Στα ριζικά εκκρίματα του φυτού της τομάτας έχουν ανιχνευθεί οι στριγγολακτόνες: orobanchol, solanacol και άλλα ισομερή strigol/orobanchol. Οι στριγγολακτόνες του φυτού της τομάτας προέρχονται από το βιοχημικό μονοπάτι των καροτενοειδών. Διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου είδους μπορούν επίσης να παράγουν διαφορετικούς συνδυασμούς στριγγολακτόνων. Οι δομικές ποικιλομορφίες των στριγγολακτόνων μπορεί να προσδίδουν διαφορετική επαγωγική ενεργότητα σε διαφορετικά είδη παρασιτικών φυτών. Για παράδειγμα η 2'-επιπροβαγχόλη είναι πολύ πιο ενεργή από ότι η στριγγόλη και η σολασόλη στην επαγωγή της βλάστησης στην *O. ramosa* ενώ η οροβαγχόλη έχει ενδιάμεση ενεργότητα. Επιπροσθέτως, το είδος *S. gesnerioides* είναι εξαιρετικά ευαίσθητη στο orobanchyl acetate ενώ η βλάστηση του δεν επάγεται από το συνθετικό ανάλογο της στριγγολακτόνης GR24, το οποίο είναι ενεργό στα περισσότερα είδη των τριών φυτικών παρασιτικών γενών. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι η παρουσία συγκεκριμένων επαγωγέων της βλάστησης σπόρων *O. cumana* δεν επάγουν τη βλάστηση σπόρων άλλων ειδών οροβάγχης. Επίσης, παρατηρούνται διαφορές στην ευαισθησία των ίδιων ειδών παρασιτικών φυτών στα εκκρίματα των διαφορετικών ξενιστών (Cardoso et al., 2011; Gevezova et al., 2012; López-Ráez et al., 2008; Yoneyama et al., 2009).

Τέλος, η παρουσία ή η απουσία των φυσικών στριγγολακτόνων ή ο συνδυασμός τους με άλλους μεταβολίτες που έχουν συνεργική ή ανταγωνιστική ενεργότητα διαδραματίζει ρόλο στην εξειδίκευση του ξενιστή (Fernández-Aparicio et al., 2011).

## **1.8 Σκοπός της μελέτης**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ερευνηθεί η επίδραση δύο συνθετικών διεγερτών βλάστησης σε δύο διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης για τον καθένα στη βλάστηση σπόρων δύο ποικιλιών οροβάγχης. Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση του παρασιτισμού της οροβάγχης στην απόδοση δύο υβριδίων βιομηχανικής τομάτας τα οποία και αποτελούν φυτά-ξενιστές του παρασίτου.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Υλικά

#### 2.1.1 Φυτικά υλικά και σπόροι

Το φυτικό υλικό της παρούσας μελέτης αφορούσε σε νεαρά φυτά δύο ποικιλιών-υβριδίων βιομηχανικής τομάτας με την κωδική ονομασία: α) H3402 και β) Dexter. Ειδικότερα, τα προαναφερθέντα υβρίδια αξιοποιήθηκαν ως-φυτά ξενιστές για τη μελέτη των διεγερτών βλάστησης στους σπόρους της οροβάγχης. Η προμήθεια των 2 υβριδίων έγινε από την εταιρία Δ.ΝΟΜΙΚΟΣ Α.Β.Ε.Κ. - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ.

Σπόροι δύο ποικιλιών οροβάγχης εξετάστηκαν για την βλάστησή τους στο πείραμα. Οι σπόροι της ποικιλία *Orobancha ramosa* συλλέχτηκαν από το μητρικό φυτό την 10<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου το 2014 ενώ οι σπόροι της ποικιλίας *Orobancha aegyptiaca* συλλέχτηκαν τον Ιούνιο του 2014. Οι σπόροι των παρασίτων *O. ramosa* ήταν ελληνικής προέλευσης, ενώ οι σπόροι των παρασίτων *O. aegyptiaca* ήταν ιρανικής προέλευσης.

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο θερμοκήπιο του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για τις ανάγκες του πειράματος στο θερμοκήπιο έγινε χρήση γλαστρών. Στις γλάστρες προστέθηκε μίγμα τύρφης - περλίτη σε αναλογία (2:1) και pH (5.5-6.5)

#### 2.1.2 Διεγέρτες Βλάστησης (Germination stimulants)

Οι συνθετικοί διεγέρτες βλάστησης για τη βλάστηση των σπόρων οροβάγχης που μελετήθηκαν στο πείραμα ήταν:

α) συνθετικό ανάλογο στριγγολακτόνης με την ονομασία Nijmegen-1 (διάλυμα stock 50mg/mL),

β) συνθετικό ανάλογο της στριγγολακτόνης με την ονομασία GR 24 (σε στερεή μορφή).

Η προμήθεια και των δύο συνθετικών διεγερτών βλάστησης έγινε από το Department of Organic Chemistry, Radboud University Nijmegen και τον Prof. DR. B. Zwanenburg.

### 2.1.3 Λιπάσματα

Κατά την διάρκεια του πειράματος στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε λίπανση των φυτών-ξενιστών στις γλάστρες. Πιο συγκεκριμένα, για τη λίπανση με ριζοπότισμα έγινε χρήση διαλύματος :

α) 20:20:20 ,

β) 18-44-0 (N:P:K) και ποσότητα

K<sub>2</sub>O (51%) –SO<sub>4</sub> (46%)

Επιπρόσθετα, για τη διαφυλλική λίπανση έγινε χρήση διαλύματος που περιείχε ποσότητα λιπάσματος 18-44-0 (N:P:K) και ποσότητα K<sub>2</sub>O (51%) –SO<sub>4</sub> (46%).

### 2.1.4 Εργαστηριακά σκεύη και όργανα

Με την έναρξη του πειράματος στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση ειδικής συσκευής τύπου HOBO για την καταγραφή υγρασίας και θερμοκρασίας ανά μισάωρο. Για την παρασκευή των διαλυμάτων των διεγερτών βλάστησης έγινε χρήση των εξής σκευών: πιπέτα γυάλινη, πιπέτα, ογκομετρικός κύλινδρος, ζυγός, κωνική φιάλη, δοκιμαστικός σωλήνας, σπάτουλα διπλής όψης, ποτήρι ζέσεως, αναδευτήρας Vortex. Για την εφαρμογή των διεγερτών βλάστησης με ριζοπότισμα χρησιμοποιήθηκε σύριγγα των 20 mL. Τέλος, για της καταστροφικές μετρήσεις έγινε χρήση χάρτινων σακουλών για φρούτα και ζυγού.

## 2.2 Μέθοδοι

### 2.2.1 Εγκατάσταση πειράματος σε γλάστρες στο θερμοκήπιο

Η εγκατάσταση του πειράματος στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε την 1<sup>η</sup> Απριλίου με τη μεταφύτευση των 2 υβριδίων βιομηχανικής τομάτας στις γλάστρες. Συγκεκριμένα, τα νεαρά φυτά της βιομηχανικής τομάτας H3402 και Dexter, τα οποία προηγουμένως είχαν αναπτυχθεί σε δίσκους προβλάστησης σπόρων, μεταφυτεύθηκαν στις γλάστρες. Σε κάθε γλάστρα πραγματοποιήθηκε μεταφύτευση ενός νεαρού φυτού-ξενιστή καθώς και ταυτόχρονη μόλυνση του ριζικού του συστήματος με εναπόθεση σε αυτό μιας ποσότητας σπόρων (περίπου 100) (εικόνα 10). Μετά το τέλος της διαδικασίας της μεταφύτευσης, τα νεαρά φυτά ποτίστηκαν και εφαρμόστηκε σε κάθε γλάστρα 100 ml

υδατικού διαλύματος 20:20:20. Τέλος, το ειδικό μηχάνημα (Hobo) εγκαταστάθηκε στο χώρο του πειράματος για καταγραφή της υγρασίας και της θερμοκρασίας ανά μισάωρο καθόλη τη διάρκεια του πειράματος.



Εικόνα 10: Μεταφύτευση φυτού ξενιστή και μόλυνση του ριζικού συστήματος με σπορο οροβαγχής

### 2.2.2 Παρασκευή και εφαρμογή διαλυμάτων διεγερτών βλάστησης

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν δύο τεχνητοί διεγέρτες βλάστησης, ο Nijmegen-1 και ο GR 24. Ο διεγέρτης βλάστησης Nijmegen-1 (S1) (συνθετικό ανάλογο της στριγγολακτόνης) εξετάστηκε για την δράση του σε δύο συγκεντρώσεις, σε συγκέντρωση  $10^{-4}$  mol/L και σε συγκέντρωση  $10^{-6}$  mol/L. Ο διεγέρτης βλάστησης GR 24 (S2) εξετάστηκε για την δράση του σε συγκέντρωση  $10^{-6}$  mol/L και σε συγκέντρωση  $10^{-8}$  mol/L.

Η παρασκευή διαλυμάτων Nijmegen-1 συγκέντρωσης  $10^{-6}$  mol/L και  $10^{-4}$  mol/L έγινε ως εξής:

A) Σύμφωνα με τις οδηγίες που συνόδευαν το διάλυμα stock 50mg/mL Nijmegen-1 για την παρασκευή 1.5L διαλύματος  $10^{-6}$  M πραγματοποιήθηκε λήψη 10μl από το διάλυμα stock και προσθήκη αυτής σε 1.5L νερό. Για την παρασκευή 500 ml διαλύματος Nijmegen-1 συγκέντρωσης  $10^{-6}$  mol/L πραγματοποιήθηκε λήψη 3,3μl από το διάλυμα



stock 50mg/mL Nijmegen-1. Στην συνέχεια, η ποσότητα αυτή διαλύθηκε σε 10πλάσια ποσότητα μεθανόλης και στην συνέχεια προστέθηκε νερό μέχρι τα 500ml.

B) Για την παρασκευή 500ml διαλύματος Nijmegen-1 συγκέντρωσης  $10^{-4}$  mol/L έγινε λήψη 330 μl από το διάλυμα stock 50mg/mL Nijmegen-1. Τέλος, η ποσότητα αυτή διαλύθηκε σε 10πλάσια ποσότητα μεθανόλης και προστέθηκε νερό μέχρι τα 500ml.

Η παρασκευή διαλυμάτων GR24  $10^{-6}$  mol/L και  $10^{-8}$  mol/L έγινε ως εξής:

A) Αρχικά, παρασκευάστηκε ένα διάλυμα stock GR 24 συγκέντρωσης  $10^{-5}$  M. Το μοριακό βάρος της ουσίας GR 24 ισούται με 298,3. Διάλυμα 1L συγκέντρωσης 1 M περιέχει 298,3 gr ουσίας GR 24, επομένως διάλυμα ενός λίτρου συγκέντρωσης  $10^{-5}$  M περιέχει  $298,3 \times 10^{-5} = 0,002983$  gr. Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς για την παρασκευή 500 ml διαλύματος stock GR24 συγκέντρωσης  $10^{-5}$  M ζυγίστηκε στο ζυγό  $0,002983/2 = 0,0014915$ gr ή 1,4915 mg ουσίας GR24. Στη συνέχεια, τα 1,4915 mg της ουσίας GR24 τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα και προστέθηκε σε αυτόν 1,5 ml ακετόνης και πραγματοποιήθηκε ανάδευση σε συσκευή vortex ώστε η ουσία αυτή να διαλυθεί. Έπειτα το διάλυμα ακετόνης-GR24 μεταφέρθηκε σε κωνική φιάλη και προστέθηκε 498,5 ml απεσταγμένο νερό για την παρασκευή stock GR24  $10^{-5}$  M.

B) Για την παρασκευή διαλύματος 500ml GR24  $10^{-6}$  M, 50 ml παραλήφθηκαν με γυάλινη πιπέτα από το διάλυμα stock, τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη και προστέθηκαν 450 ml νερό.

Γ) Για την παρασκευή διαλύματος 500ml GR24  $10^{-8}$  M, 0.5 ml παραλήφθηκαν από το διάλυμα stock με πιπέτα, τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη και προστέθηκαν 495,5 ml νερό.

Η εφαρμογή των διεγερτών βλάστησης πραγματοποιήθηκε 30 ημέρες μετά την μεταφύτευση (HMM) των φυτών-ξενιστών. Η εφαρμογή έγινε με ριζοπότισμα και χρήση σύριγγας 20ml (εικόνα 11). Εφαρμόστηκε ποσότητα των 25 ml ανά γλάστρα από κάθε διεγέρτη και κάθε συγκέντρωση ξεχωριστά.



εικόνα 11: Εφαρμογή διεγέρτη με χρήση σύριγγας στη ρίζα του φυτού ξενιστή

### 2.2.3 Εφαρμογή λιπάσματος και πότισμα

Πότισμα πραγματοποιούνταν από την στιγμή της εγκατάστασης του πειράματος περίπου κάθε 2 ημέρες και όταν αυτό κρινόταν απαραίτητο μέχρι και 40 HMM των νεαρών φυτών-ξενιστών. Από τις 40 HMM και μετά, το πότισμα πραγματοποιούνταν καθημερινά.

Εφαρμογή λιπασμάτων πραγματοποιήθηκε καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, λίπασμα 20:20:20 εφαρμόστηκε με ριζοπότισμα στα νεαρά φυτά-ξενιστές κατά την εγκατάσταση του πειράματος καθώς και 79 HMM. 55 HMM παρασκευάστηκε και εφαρμόστηκε μίγμα διαλύματος ως εξής: Σε ένα λίτρο νερό προστέθηκαν 5 gr λιπάσματος 18-44-0 , 2.5 gr  $K_2O$  (51%) και 2.5 gr  $SO_4$  (46%). Διαφυλλική λίπανση πραγματοποιήθηκε με τέσσερα λίτρα από το παραπάνω μίγμα λιπάσματος και πραγματοποιήθηκε ριζοπότισμα με 250ml σε κάθε γλάστρα. Τέλος 64 HMM επαναλήφθηκε η ίδια διαδικασία.

## 2.2.4 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος όσον αφορά τις οροβάγχες περιλάμβαναν:

A) Μετρήσεις αριθμού στελεχών οροβάγχης ανά γλάστρα

B) Μετρήσεις ύψους (cm) στελεχών οροβάγχης ανά γλάστρα.

Οι μετρήσεις του αριθμού στελεχών και του ύψους αυτών λαμβάνονταν κάθε δύο ημέρες, ξεκινώντας από την ημέρα κατά την οποία εμφανίστηκε στέλεχος οροβάγχης για πρώτη φορά.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν 3 συγκομιδές των φυτών της βιομηχανικής τομάτας. Η πρώτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 86HMM, η δεύτερη στις 99HMM και η τρίτη (καταστροφική μέτρηση) στις 113 HMM. Οι μετρήσεις που λαμβάνονταν σε κάθε συγκομιδή περιλάμβαναν:

A) μετρήσεις αριθμού ώριμων συγκομισμένων καρπών

B) μετρήσεις βάρους (gr) συγκομισμένων καρπών

Στο τέλος του πειράματος, δηλαδή 113 HMM, πραγματοποιήθηκαν καταστροφικές μετρήσεις. Αυτές περιλάμβαναν:

A) Αριθμός ώριμων καρπών ανά φυτό

B) Βάρος (gr) ώριμων καρπών ανά φυτό

Γ) Αριθμός ανώριμων καρπών ανά φυτό

Δ) Βάρος (gr) ανώριμων καρπών ανά φυτό

Ε) Νωπό βάρος (gr) βλαστών ανά φυτό

ΣΤ) Ξηρό βάρος (gr) βλαστών ανά φυτό

Z) Νωπό βάρος (gr) φύλλων

Η) Ξηρό βάρος (gr) φύλλων

Θ) Νωπό βάρος (gr) οροβάγχης

Η) Ξηρό βάρος (gr) οροβάγχης

### **2.2.5 Πειραματικό σχέδιο και Στατιστική ανάλυση**

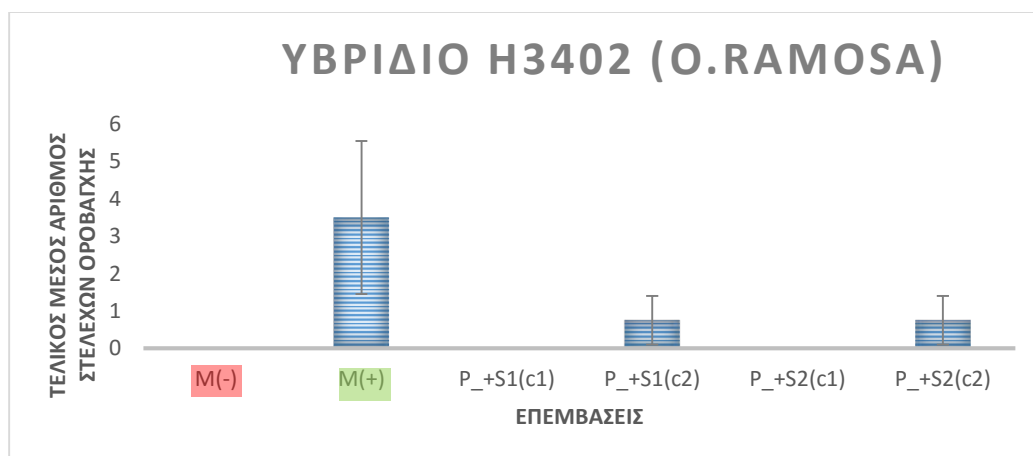
Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα μελέτη στο θερμοκήπιο ήταν το CRD ισορροπημένο με τέσσερις επαναλήψεις ανά επέμβαση. Τα πειραματικά αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά με τη χρήση α) στατιστικού ελέγχου *t*-test για ανεξάρτητα δείγματα καθώς και β) ONE WAY ANOVA-ανάλυσης παραλλακτικότητας με ένα παράγοντα και 11 επίπεδα (11 διαφορετικές επεμβάσεις). Και στις 2 περιπτώσεις το επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου προκαθορίστηκε σε  $P \leq 0,05$ . Οι παραπάνω στατιστικές διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν με την χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS (version 20). Επιπλέον, έγινε χρήση και του στατιστικού προγράμματος Microsoft Excel (2013) για τον υπολογισμό Μέτρων Στατιστικής όπως μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καθώς και για τη δημιουργία διαγραμμάτων.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Επίδραση των συνθετικών διεγερτών βλάστησης Nijmegen-1 και Gr24 στη βλάστηση σπόρων οροβάγχης.

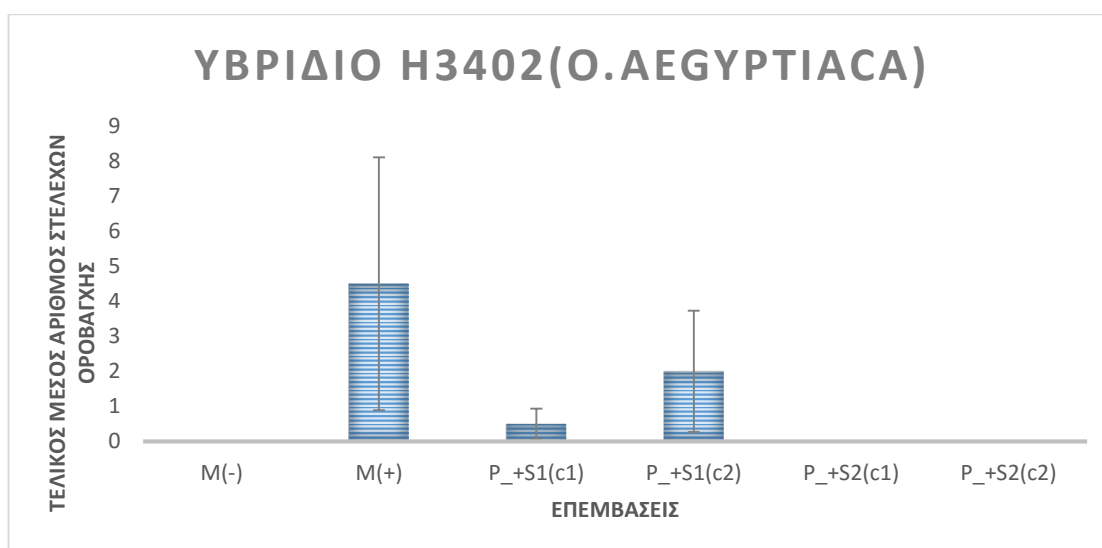
Προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση των διεγερτών βλάστησης Nijmegen-1 και Gr24, αξιολογήθηκε συγκριτικά ο παρασιτισμός οροβάγχης σε δύο εμπορικά υβρίδια τομάτας (H3402 και Dexter). Ειδικότερα, μετρήθηκε ο τελικός αριθμός στελεχών οροβάγχης παρουσία των διεγερτών βλάστησης Nijmegen-1 και Gr24, σε δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις, η μελέτη αφορούσε στη αξιολόγηση του παρασιτισμού συγκριτικά με φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν απουσία οροβάγχης (αρνητικοί μάρτυρες) και φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν παρουσία οροβάγχης και απουσία συνθετικού διεγέρτη βλάστησης (θετικοί μάρτυρες). Στα Διαγράμματα 1-4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συγκριτικής αξιολόγησης του παρασιτισμού στις υπό μελέτη επεμβάσεις.

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των υπέργειων στελεχών της *O. ramosa* που αναδύθηκαν σε κάθε επέμβαση. Ο μέσος αριθμός προκύπτει από τις 4 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Παρατηρούμε ότι στελέχη οροβάγχης εντοπίζονται μόνο στις επεμβάσεις (M+), P\_+S1(c2) και P\_+S2(c2) με μέσους αριθμούς  $3.5 \pm 2.5$  (SE),  $0.75 \pm 0.65$ (SE),  $0.75 \pm 0.65$ (SE) αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης που εντοπίζονται στις επεμβάσεις P\_+S1(c2) και P\_+S2(c2) δηλαδή στις επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν οι διεγέρτες βλάστησης Nijmegen-1 ( $10^{-6}$  M) και GR24 ( $10^{-8}$  M) είναι μικρότερος συγκριτικά με το μέσο αριθμό στελεχών του μάρτυρα (M+) ο οποίος περιλάμβανε τους σπόρους οροβάγχης και το φυτό ξενιστή.



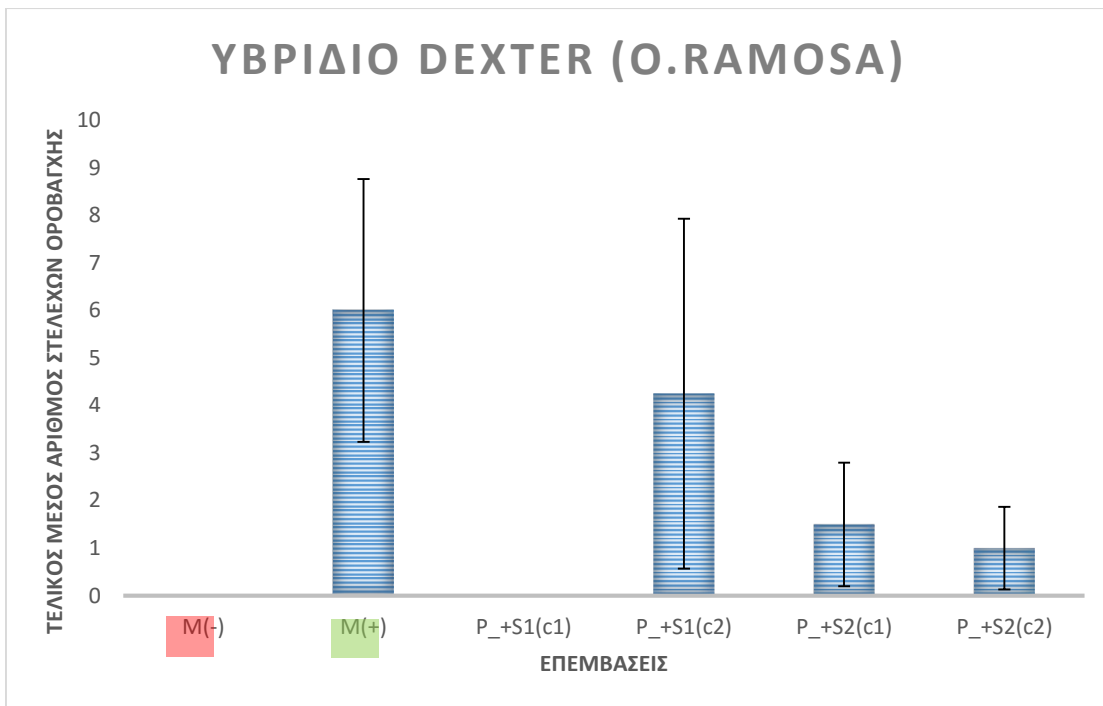
**Διάγραμμα 1.** Τελικός μέσος αριθμός εμφάνισης στελεχών *O. ramosa* ανά επέμβαση για το φυτό ξενιστή H3402 { {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S1(C1)**=H3402\_ \_O.ramosa\_Nijmegen-1( $10^{-4}$  mol/l), **P\_+S1(C2)**= H3402\_ \_O.ramosa\_ Nijmegen-1 ( $10^{-6}$  mol/l), **P\_+S2(C1)**= H3402\_ \_O.ramosa\_ GR24( $10^{-6}$  mol/l) **P\_+S2(C2)**= H3402\_ \_O.ramosa\_ GR24( $10^{-8}$  mol/l)}

Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των υπέργειων στελεχών της *O. aegyptiaca* που αναδύθηκαν σε κάθε επέμβαση. Ο μέσος αριθμός προκύπτει από τις 4 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Παρατηρούμε ότι στελέχη οροβάγχης εντοπίζονται μόνο στις επεμβάσεις (M+), P<sub>-</sub>+S1(c1) και P<sub>-</sub>+S1(c2) με μέσους αριθμούς 4.5± 3.61(SE), 0.5 ± 0.43(SE), 0.2±1.73(SE) αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης που εντοπίζονται στις επεμβάσεις P<sub>-</sub>+S1(c1) και P<sub>-</sub>+S1(c2) δηλαδή στις επεμβάσεις που εφαρμόστηκε ο διεγέρτης βλάστησης Nijmegen-1 στις συγκεντρώσεις (10<sup>-4</sup> M) και (10<sup>-6</sup> M) είναι μικρότερος συγκριτικά με το μέσο αριθμό στελεχών του μάρτυρα (M+) ο οποίος περιλάμβανε τους σπόρους οροβάγχης και το φυτό ξενιστή.



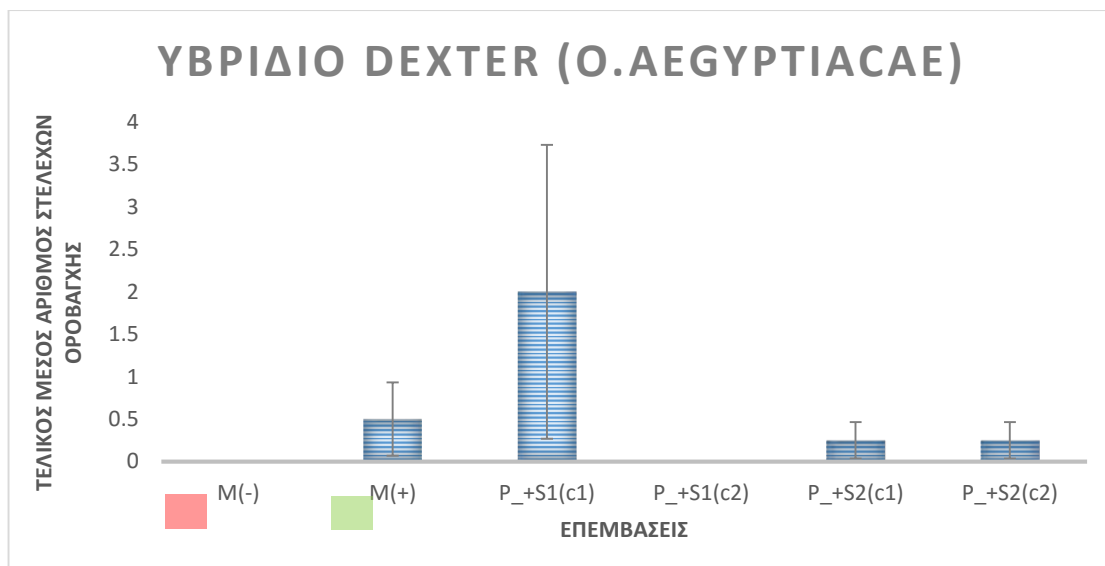
**Διάγραμμα 2.** Τελικός μέσος αριθμός εμφάνισης στελεχών *O. aegyptiaca* ανά επέμβαση για το φυτό ξενιστή H3402 {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P<sub>-</sub>+S1(C1)**=H3402\_*O.aegyptiaca*\_Nijmegen-1(10<sup>-4</sup> mol/l), **P<sub>-</sub>+S1(C2)**= H3402\_*O.ramosa*\_ Nijmegen-1 (10<sup>-6</sup> mol/l), **P<sub>-</sub>+S2(C1)**= H3402\_*O.ramosa*\_ GR24(10<sup>-6</sup> mol/l) **P<sub>-</sub>+S2(C2)**= H3402\_*O.ramosa*\_ GR24(10<sup>-8</sup> mol/l)}

Στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των υπέργειων στελεχών της *O. ramosa* που αναδύθηκαν σε κάθε επέμβαση. Ο μέσος αριθμός προκύπτει από τις 4 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Παρατηρούμε ότι στελέχη οροβάγχης εντοπίζονται στις επεμβάσεις (M+), P<sub>-</sub>+S1(c2), P<sub>-</sub>+S2(c1) και P<sub>-</sub>+S2(c2) με μέσους αριθμούς 6± 2.76(SE), 4.25 ± 3.68(SE), 1.5±1.3(SE) αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης που εντοπίζονται στις επεμβάσεις P<sub>-</sub>+S1(c2), P<sub>-</sub>+S2(c1) και P<sub>-</sub>+S2(c2) δηλαδή στις επεμβάσεις που εφαρμόστηκε ο διεγέρτης βλάστησης Nijmegen-1 (10<sup>-6</sup> M), GR 24 (10<sup>-6</sup> M) και GR24 (10<sup>-8</sup>M) αντίστοιχα είναι μικρότερος συγκριτικά με το μέσο αριθμό στελεχών του μάρτυρα (M+) ο οποίος περιλάμβανε τους σπόρους οροβάγχης και το φυτό ξενιστή.



**Διάγραμμα 3.** Τελικός μέσος αριθμός εμφάνισης στελεχών *O. ramosa* ανά επέμβαση για το φυτό ξενιστή Dexter {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας dexter, **P\_+S1(C1)**=Dexter\_*O.ramosa*\_Nijmegen-1(10<sup>-4</sup> mol/l), **P\_+S1(C2)**= Dexter\_*O.ramosa*\_ Nijmegen-1 (10<sup>-6</sup> mol/l), **P\_+S2(C1)**= Dexter\_*O.ramosa*\_ GR24(10<sup>-6</sup> mol/l) **P\_+S2(C2)**= Dexter\_*O.ramosa*\_ GR24(10<sup>-8</sup> mol/l)}

Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των υπέργειων στελεχών της *O. ramosa* που αναδύθηκαν σε κάθε επέμβαση. Ο μέσος αριθμός προκύπτει από τις 4 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Παρατηρούμε ότι στελέχη οροβάγχης εντοπίζονται στις επεμβάσεις (M+), P\_+S1(c1), P\_+S2(c1) και P\_+S2(c2) με μέσους αριθμούς  $0.5 \pm 0.43(\text{SE})$ ,  $2 \pm 1.73(\text{SE})$ ,  $0.25 \pm 0.21(\text{SE})$  και  $0.25 \pm 0.21(\text{SE})$  αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης που εντοπίζονται στις επεμβάσεις P\_+S2(c1), P\_+S2(c2) και δηλαδή στις επεμβάσεις που εφαρμόστηκε ο διεγέρτης βλάστησης GR 24 (10<sup>-6</sup> M) και GR24 (10<sup>-8</sup>M) αντίστοιχα είναι μικρότερος συγκριτικά με το μέσο αριθμό στελεχών του μάρτυρα (M+) ο οποίος περιλάμβανε τους σπόρους οροβάγχης και το φυτό ξενιστή. Εξάιρεση αποτελεί η επέμβαση P\_+S1(c1), η οποία περιλάμβανε εφαρμογή του διεγέρτη βλάστησης Nijmegen-1 (10<sup>-4</sup> M) και στην οποία ο μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης είναι μεγαλύτερος από το μέσο αριθμό στελεχών του μάρτυρα (M+).



**Διάγραμμα 4.** Τελικός μέσος αριθμός εμφάνισης στελεχών *O. aegyptiaca* ανά επέμβαση για το φυτό ξενιστή Dexter {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας Dexter, **P\_+S1(C1)**=H3402\_ *O.aegyptiaca*\_Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= H3402\_ *O. aegyptiaca* \_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l), **P\_+S2(C1)**= H3402\_ *O. aegyptiaca* \_GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= H3402\_ *O. aegyptiaca* \_GR24(10-8 mol/l)}

Επιπλέον μέσω της στατιστικής διαδικασίας ONE WAY ANOVA εξετάστηκε κατά πόσο ο παράγοντας «επέμβαση» με έντεκα επίπεδα (έντεκα διαφορετικές επεμβάσεις) επίδρασε στον αριθμό στελεχών οροβάγγης/φυτό ξενιστή (υβρίδιο H3402/ Dexter). Κάθε επίπεδο περιλάμβανε 4 επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις που εξετάστηκαν αναλύονται και παρουσιάζονται στον πίνακα 1 και 2 του παραρτήματος Ι.

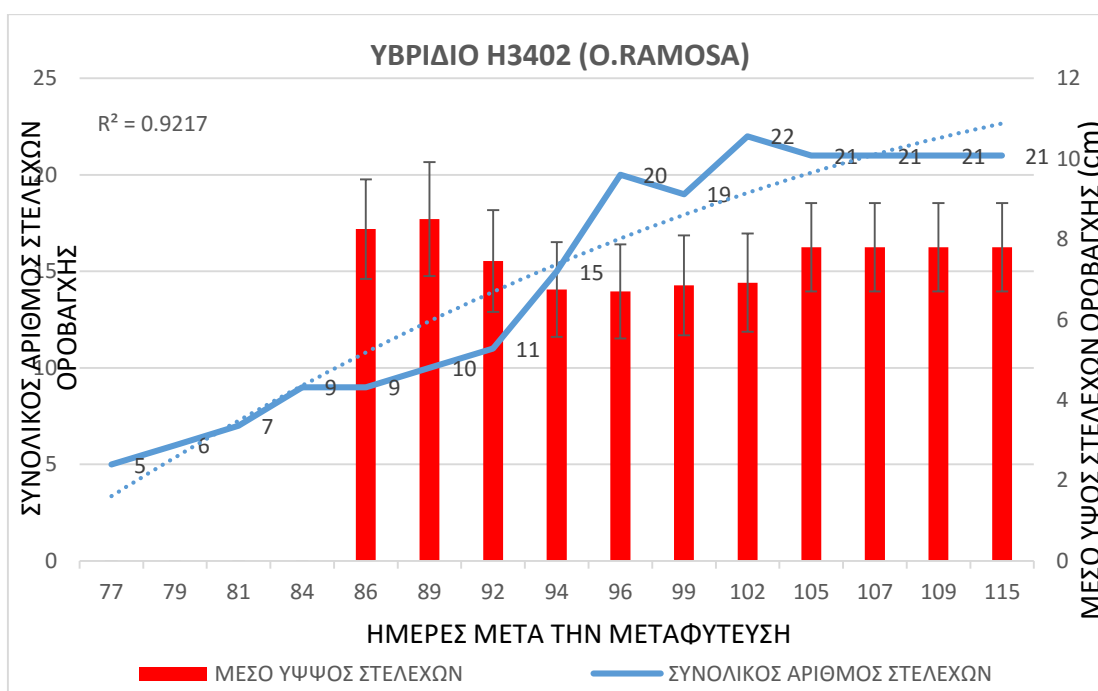
Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που καταγράφονται στους πίνακες που εξήχθησαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS και περιλαμβάνονται στο παράρτημα ΙΙ και στο παράρτημα ΙΙΙ διακρίνουμε ότι:

α) ο παράγοντας “treatment” δηλαδή η επέμβαση δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά ( $p=0,326 > 0,05$ ) στην εξαρτημένη μεταβλητή  $y$  δηλ. στον αριθμό στελεχών οροβάγγης που καταμετρήθηκαν στις γλάστρες του φυτού ξενιστή Dexter σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  (Πίνακας 3-Παράρτημα ΙΙ).

β) ο παράγοντας “treatment” δηλαδή η επέμβαση δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά ( $p=,494 > 0,05$ ) στην εξαρτημένη μεταβλητή  $y$  δηλ. στον αριθμό στελεχών οροβάγγης που καταμετρήθηκαν στις γλάστρες του φυτού ξενιστή H3402 σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  (Πίνακας 3-Παράρτημα ΙΙΙ).



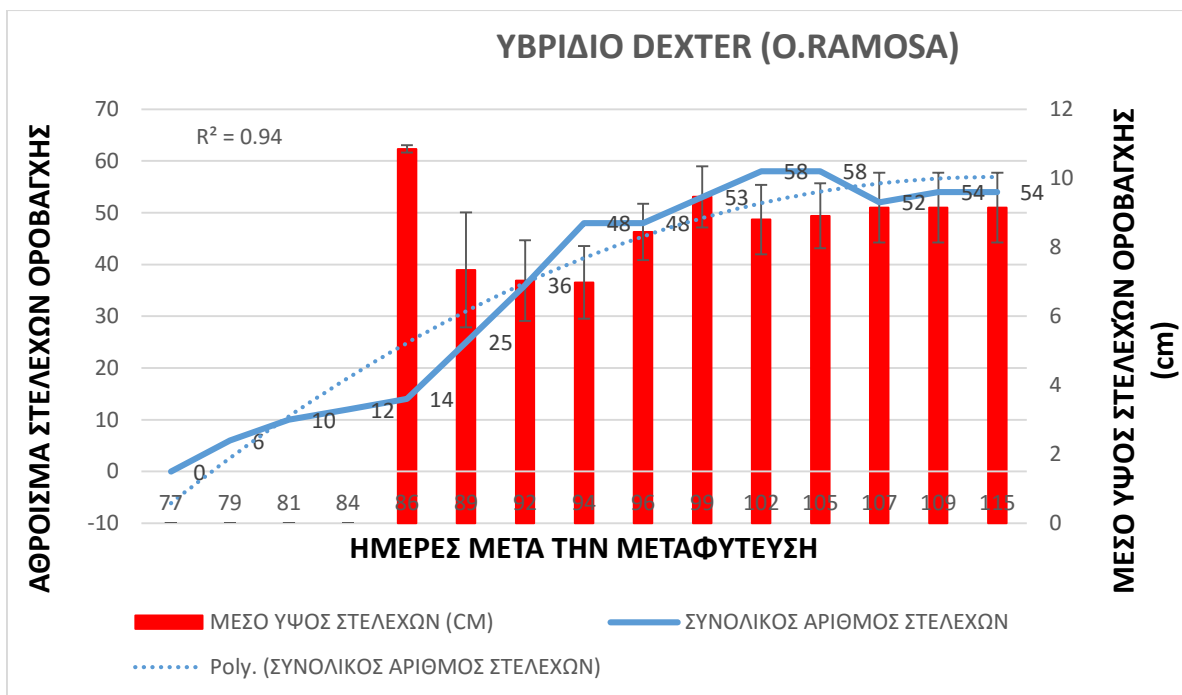
Προκειμένου να μελετηθεί η χρονική εξέλιξη του παρασιτισμού στο σύνολο των υπό μελέτη επεμβάσεων κατασκευάστηκαν τα παρακάτω διαγράμματα. Στο Διάγραμμα 5 παρουσιάζεται το σύνολο του αριθμού των υπέργειων στελεχών της *O. ramosa* το οποίο προκύπτει από το άθροισμα των στελεχών που εμφανίστηκαν και αυτών που προϋπήρχαν σε δεδομένη χρονική στιγμή. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται και το μέσο ύψος αυτών σε δεδομένη χρονική στιγμή. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε ότι τα πρώτα υπέργεια στελέχη της οροβάγχης εμφανίζονται στις 77 HMM του φυτού ξενιστή. Στο διάστημα από την 77<sup>η</sup> HMM έως και τη 102<sup>η</sup> HMM παρατηρείται αύξηση στον αριθμό στελεχών οροβάγχης. Αναφορικά με το μέσο ύψος, αυτό παρουσιάζει μια αυξομείωση στο παραπάνω χρονικό διάστημα. Ο αριθμός εμφάνισης των στελεχών καθώς και το ύψος αυτών αρχίζει να σταθεροποιείται από την 102<sup>η</sup> HMM μέχρι και το τέλος του πειράματος δηλαδή έως και την 115<sup>η</sup> HMM.



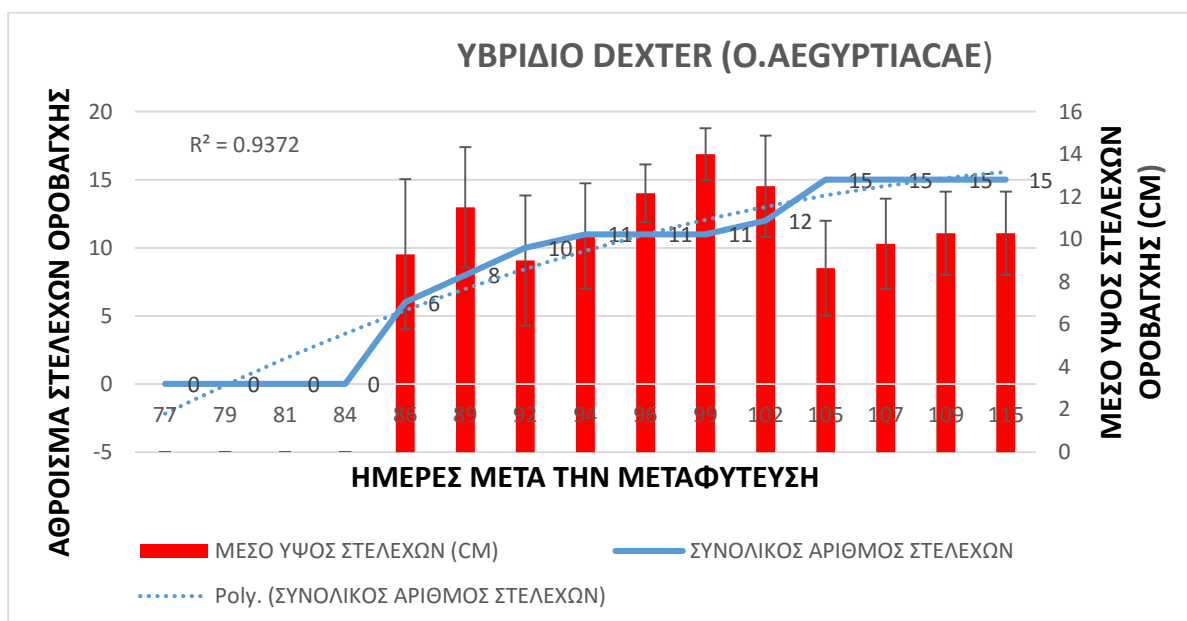
**Διάγραμμα 5.** Συνολικός αριθμός υπέργειων στελεχών *O. ramosa* και μέσο ύψος αυτών στα φυτά ξενιστές Η3402, κατά το χρονικό διάστημα από 77ΗΜΜ έως και 115 ΗΜΜ.

Στο Διάγραμμα 6 παρουσιάζεται το σύνολο του αριθμού των υπέργειων στελεχών της *O. aegyptiaca*, το οποίο προκύπτει από το άθροισμα των στελεχών που εμφανίστηκαν και αυτών που προϋπήρχαν στα φυτά ξενιστές Η3402 σε δεδομένη χρονική στιγμή. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται και το μέσο ύψος αυτών σε δεδομένη χρονική στιγμή. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε ότι το πρώτο στέλεχος εμφανίζεται την 79<sup>η</sup> ΗΜΜ του φυτού ξενιστή. Στο διάστημα από την 79<sup>η</sup> ΗΜΜ έως και τη 96<sup>η</sup> ΗΜΜ δεν παρατηρείται καμία αύξηση στον αριθμό των στελεχών οροβάγχης. Η αύξηση στο αριθμό των στελεχών όπως και στο μέσο ύψος αυτών παρατηρείται από την 96<sup>η</sup> ΗΜΜ





**Διάγραμμα 7.** Συνολικός αριθμός υπέργειων στελεχών *O. ramosa* και μέσο ύψος αυτών στα φυτά ξενιστές Dexter, κατά το χρονικό διάστημα από 77ΗΜΜ έως και 115 ΗΜΜ.



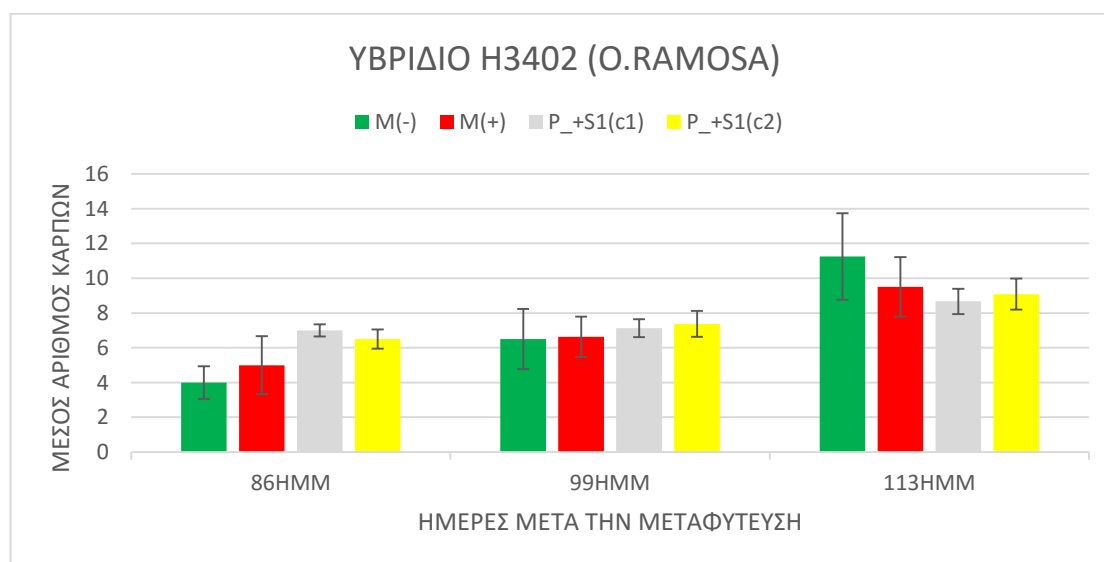
**Διάγραμμα 8.** Συνολικός αριθμός υπέργειων στελεχών *O. aegyptiaca* και μέσο ύψος αυτών στα φυτά ξενιστές Dexter, κατά το χρονικό διάστημα από 77ΗΜΜ έως και 115 ΗΜΜ.

Επιπλέον μέσω της στατιστικής διαδικασίας ONE WAY ANOVA εξετάστηκε κατά πόσο ο παράγοντας «επέμβαση» με έντεκα επίπεδα (έντεκα διαφορετικές επεμβάσεις) επίδρασε στον αριθμό στελεχών οροβάγχης/φυτό ξενιστή (υβρίδιο H3402/ Dexter). Κάθε επίπεδο περιλάμβανε 4 επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις που εξετάστηκαν αναλύονται και παρουσιάζονται στον πίνακα 1 και 2 του παραρτήματος Ι.

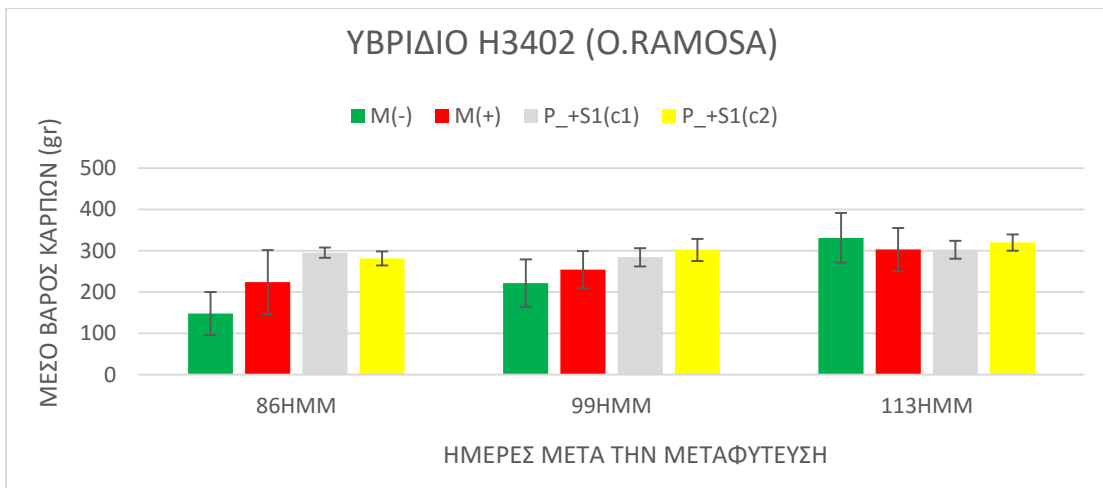
### 3.2 Επίδραση του παρασιτισμού της οροβάγγης στην απόδοση υβριδίων βιομηχανικής τομάτας H3402 και Dexter

Το δεύτερο σκέλος της μελέτης μας αφορούσε στην επίδραση του παρασιτισμού στην απόδοση του φυτού της τομάτας. Για το σκοπό αυτό μετρήθηκε ο μέσος αριθμός καρπών και το μέσο βάρος αυτών στα 2 διαφορετικά υβρίδια της τομάτας σε τρεις διαφορετικές συγκομιδές.

Στα Διαγράμματα 9 και 10 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου H3402 στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 9 και 10, αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_+S1(c1) και P\_+S1(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρά M(+).

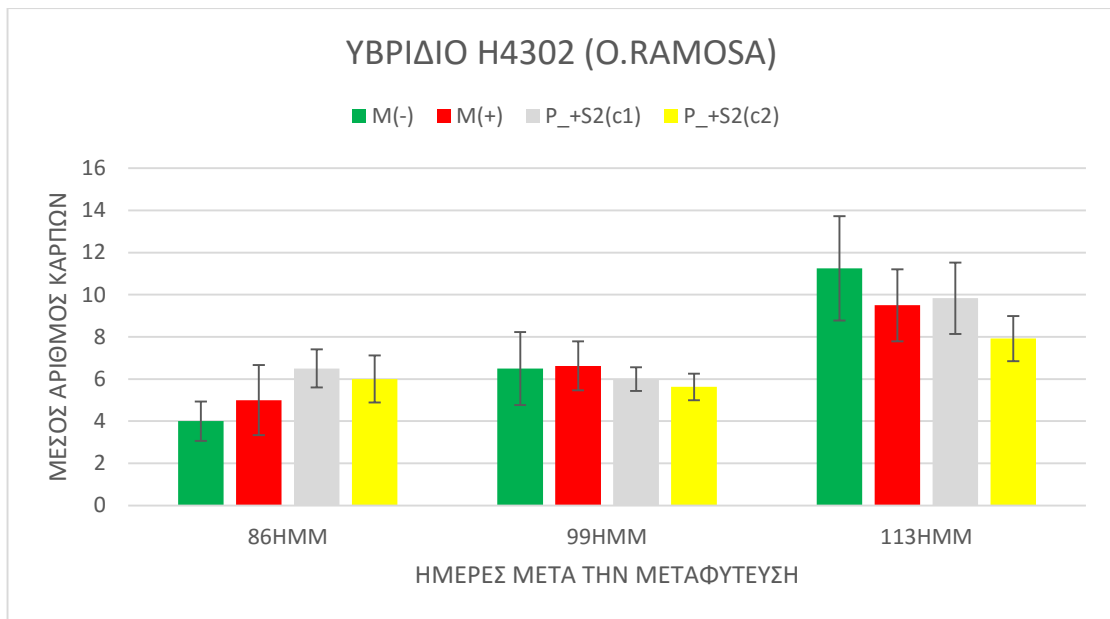


**Διάγραμμα 9.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S1(C1)**=H3402\_\_O.ramosa\_Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= H3402 \_\_O.ramosa\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l)}

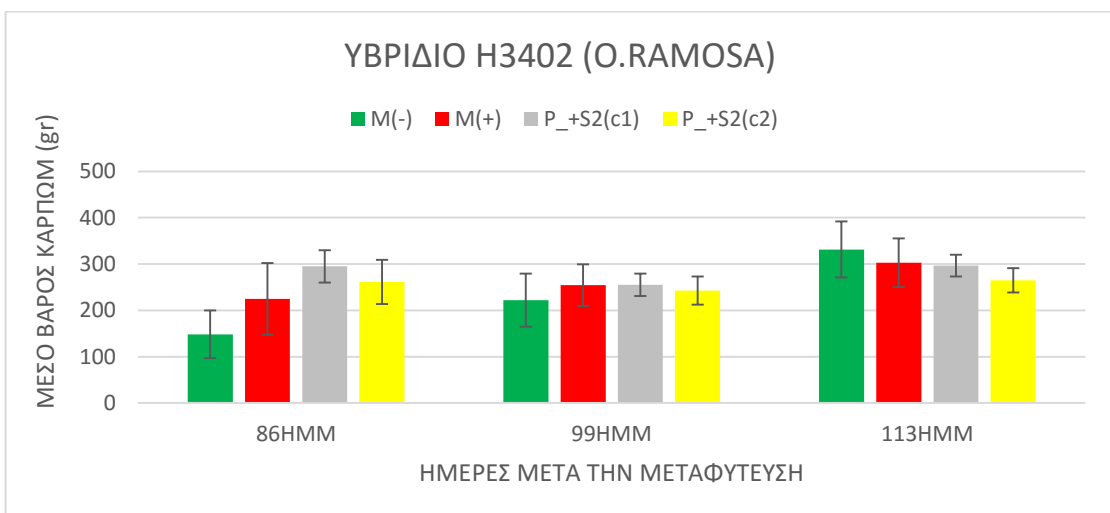


**Διάγραμμα 10.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος (όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S1(C1)**=H3402\_ \_O.ramosa\_ Nijmegen-1(10-4 mol/l ), **P\_+S1(C2)**= H3402\_ \_O.ramosa\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l))

Στα Διαγράμματα 11 και 12 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου H3402 στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 11 και 12, αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_+S2(c1) και P\_+S2 (c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+).



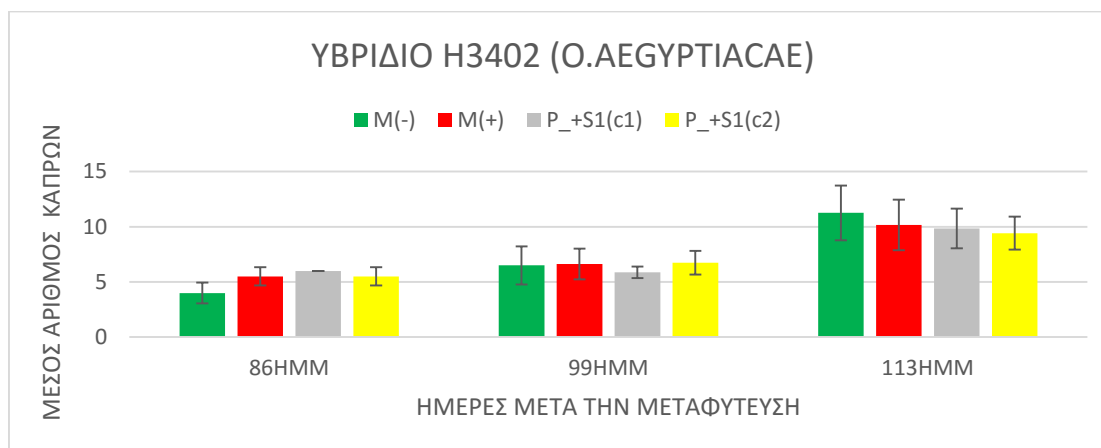
**Διάγραμμα 11.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(-)**, **M(+)**, **P\_+S2(c1)**, **P\_+S2(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S2(C1)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l)}



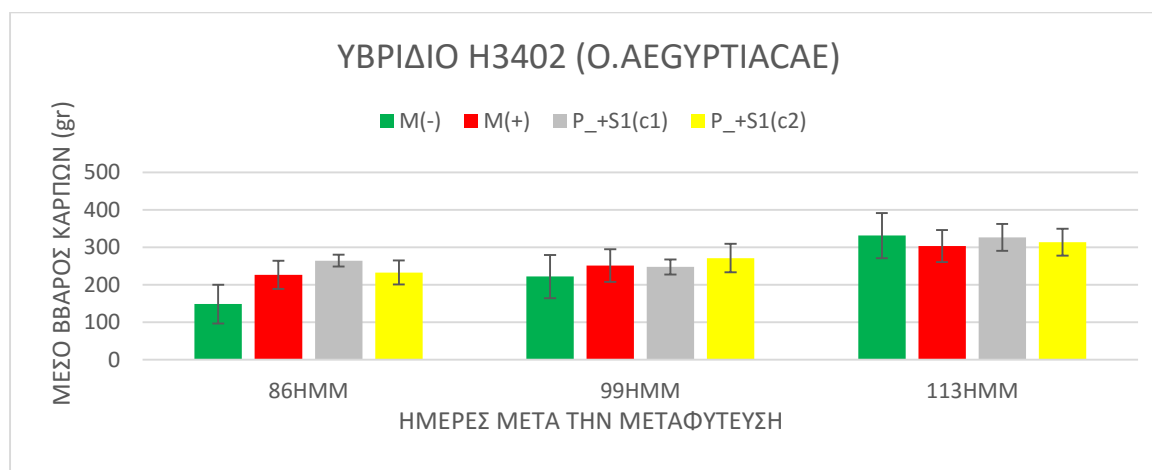
**Διάγραμμα 12.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S2(c1)**, **P\_+S2(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S2(C1)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l)}.

Στα Διαγράμματα 13 και 14 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου H3402 στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία

συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 13 και 14 αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_<sub>-</sub>+S1(c1) και P\_<sub>-</sub>+S1(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+).

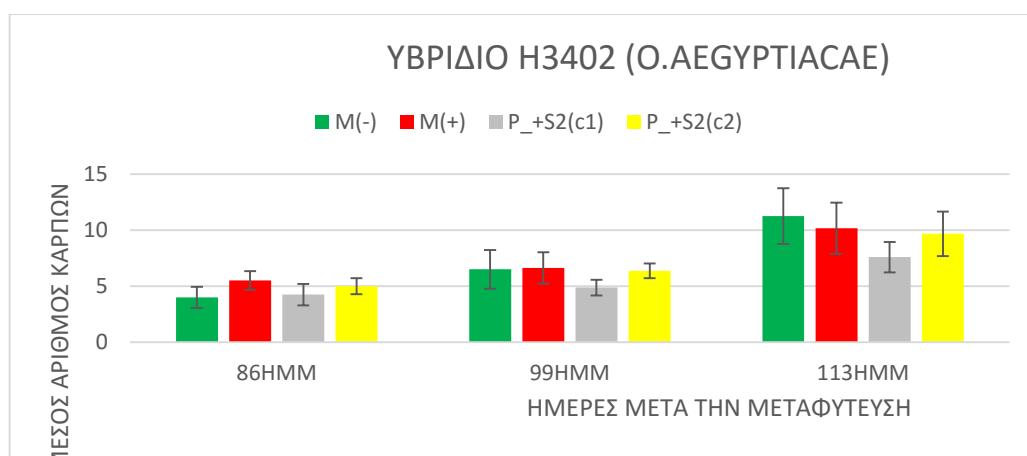


**Διάγραμμα 13.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος (όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S1(C1)**=H3402\_ \_O.aegyptiaca\_Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= H3402\_ \_O.ramosa\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l))



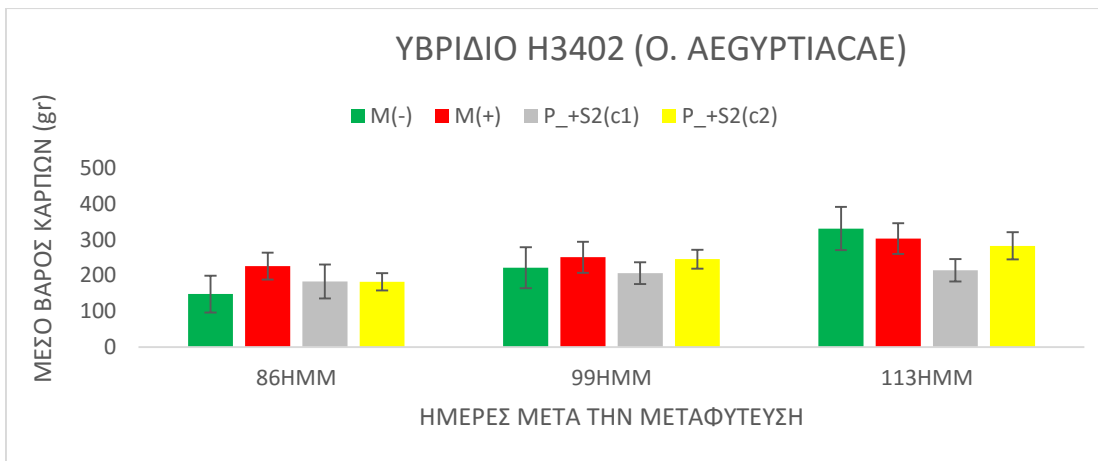
**Διάγραμμα 14.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος (όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S1(C1)**=H3402\_ \_O.aegyptiaca\_Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= H3402\_ \_O.ramosa\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l))

Στα Διαγράμματα 15 και 16 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου H3402 στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 15 και 16 αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_<sub>-</sub>S1(c1) και P\_<sub>-</sub>S1(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+).



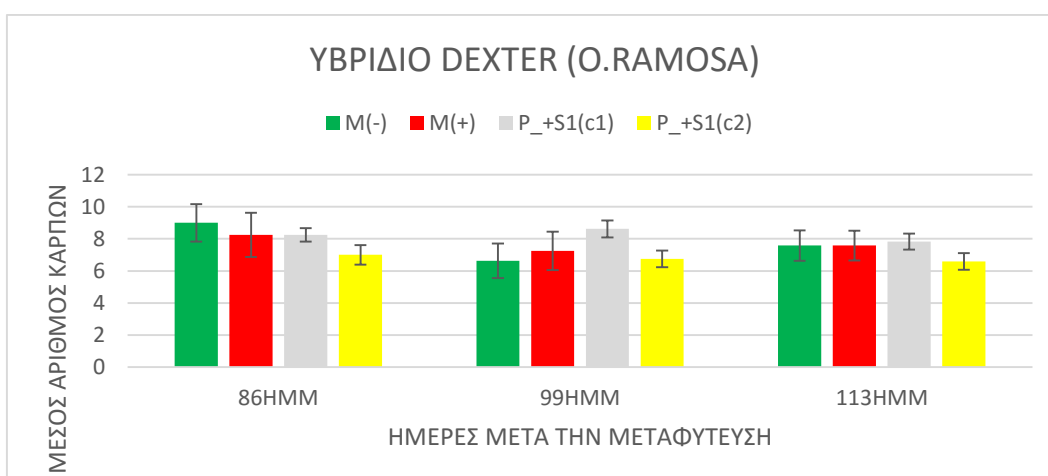
**Διάγραμμα 15.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_<sub>-</sub>S2(c1)**, **P\_<sub>-</sub>S2(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_<sub>-</sub>S2(C1)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_<sub>-</sub>S2(C2)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l)}.



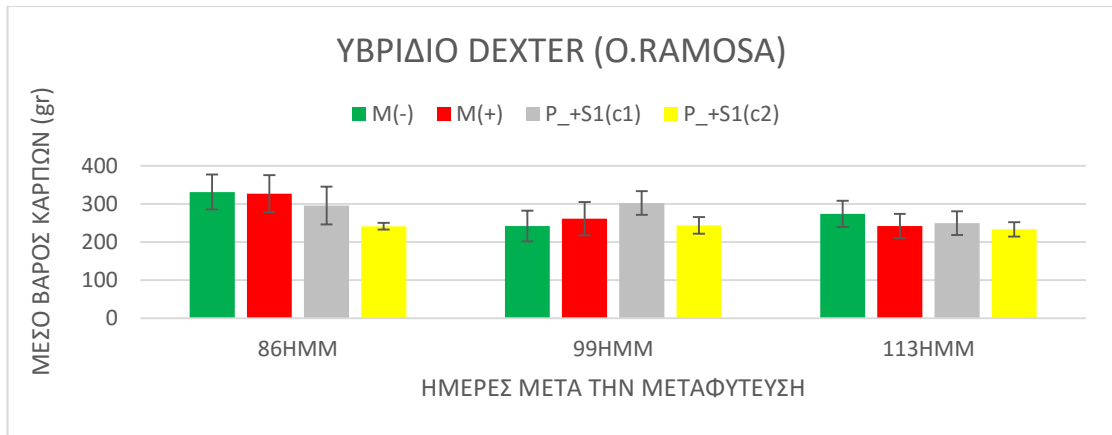


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου H3402 στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S2(c1)**, **P\_+S2(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος (όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας H3402, **P\_+S2(C1)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= H3402 \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l)).

Στα Διαγράμματα 17 και 18 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου Dexter στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 17 και 18, αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_+S1(c1) και P\_+S1(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+).

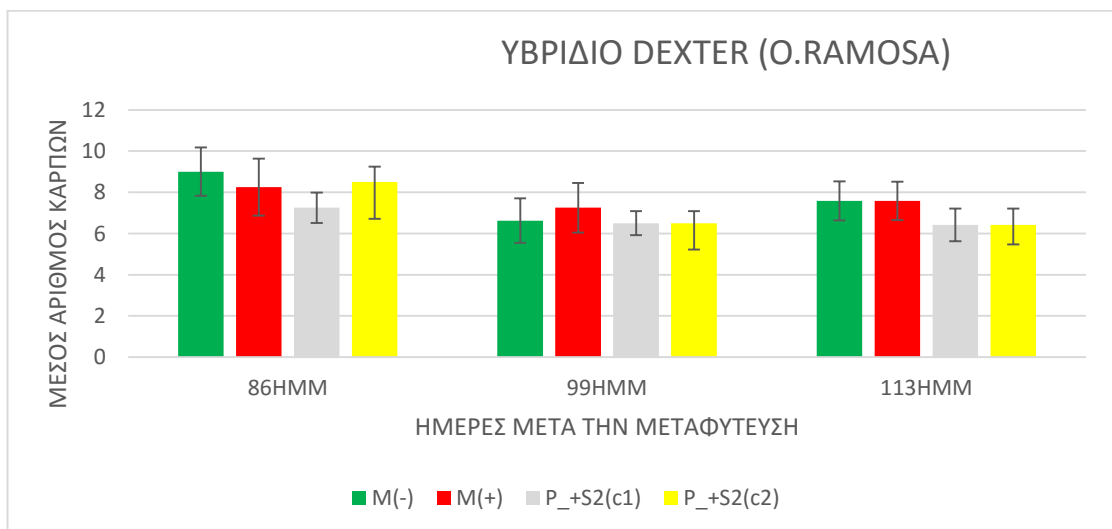


**Διάγραμμα 17.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος (όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας dexter, **P\_+S1(C1)**=Dexter \_O.ramosa\_ Nijmegen-1(10-4 mol/l) , **P\_+S1(C2)**= Dexter \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l))

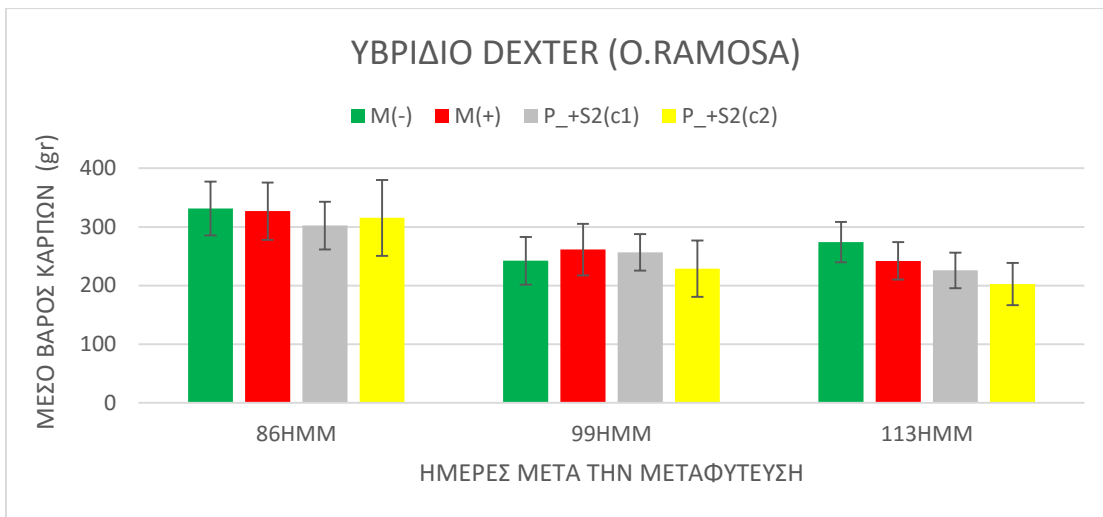


**Διάγραμμα 18.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας dexter, **P\_+S1(C1)**=Dexter \_O.ramosa\_ Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= Dexter \_O.ramosa\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l)}.

Στα Διαγράμματα 19 και 20 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου Dexter στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 19 και 20, αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_+S2(c1) και P\_+S2(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+).

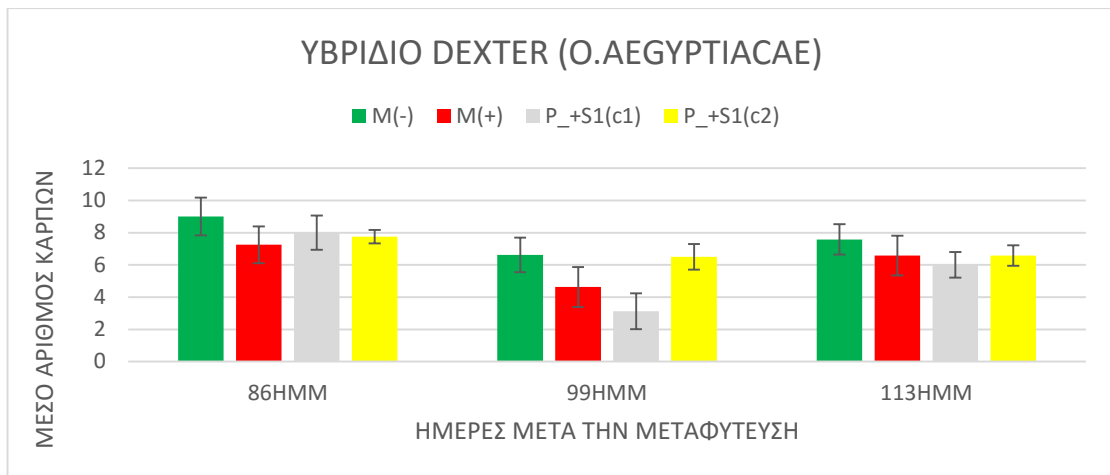


**Διάγραμμα 19.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S2(c1)**, **P\_+S2(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας dexter, **P\_+S2(C1)**= Dexter \_O.ramosa\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= Dexter \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l)}.

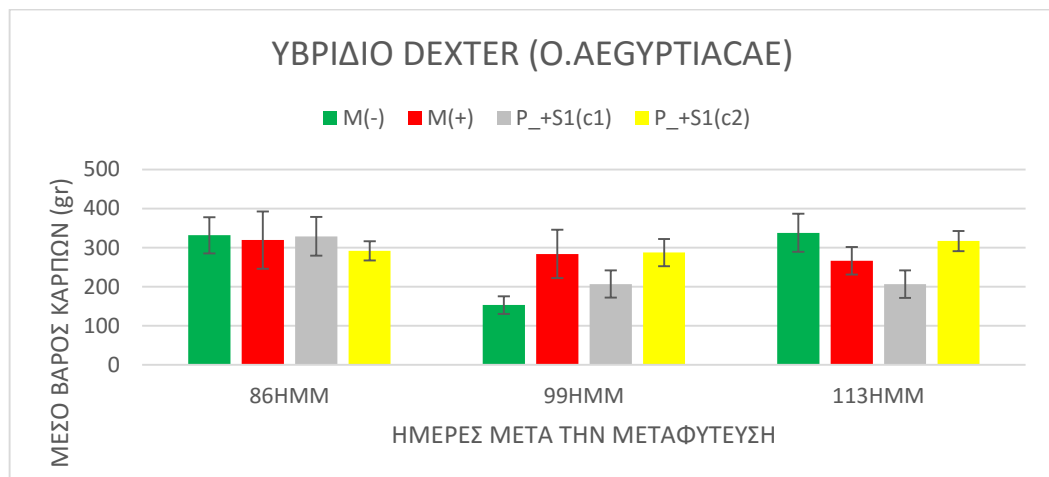


**Διάγραμμα 20.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S2(c1)**, **P\_+S2(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος (όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας dexter, **P\_+S2(C1)**= Dexter \_O.ramosa\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= Dexter \_O.ramosa\_ GR24(10-8 mol/l))

Στα Διαγράμματα 21 και 22 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου Dexter στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 21 και 22, αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων P\_+S1(c1) και P\_+S1(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+). Το μέσο βάρος των καρπών της επέμβασης P\_+S1(c2) τη 113<sup>η</sup> HMM διέφερε στατιστικά σημαντικά και ήταν μεγαλύτερο από το μέσο βάρος των καρπών της επέμβασης P\_+S1(c1) (διάγραμμα 22)



**Διάγραμμα 21.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας dexter, **P\_+S1(C1)**=Dexter\_ \_O. aegyptiaca\_ Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= Dexter\_ \_O. aegyptiaca\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l)}

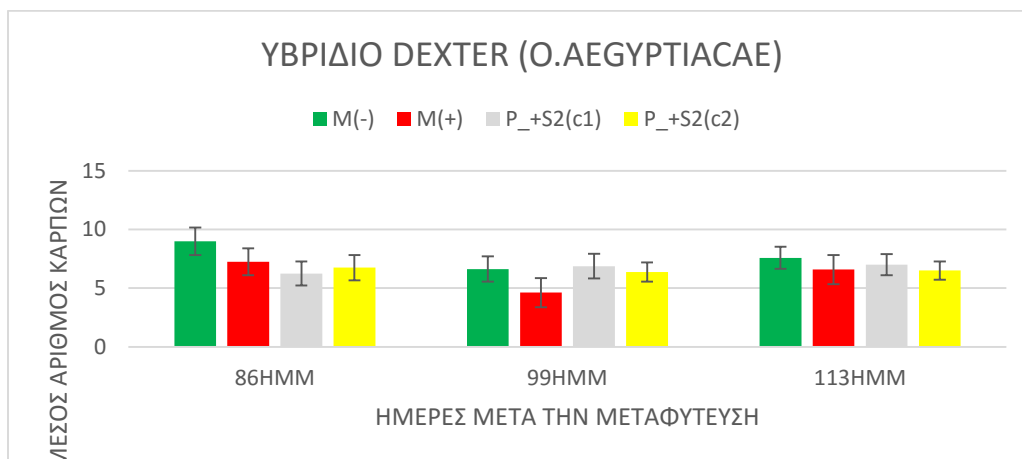


**Διάγραμμα 22.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις **M(+)**, **M(+)**, **P\_+S1(c1)**, **P\_+S1(c2)** κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου **M(-)**=βιομηχανικής τομάτας Dexter, **P\_+S1(C1)**=H3402\_ \_O.aegyptiaca\_ Nijmegen-1(10-4 mol/l), **P\_+S1(C2)**= H3402\_ \_O. aegyptiaca\_ Nijmegen-1 (10-6 mol/l), **P\_+S2(C1)**= H3402\_ \_O. aegyptiaca\_ GR24(10-6 mol/l) **P\_+S2(C2)**= H3402\_ \_O. aegyptiaca\_ GR24(10-8 mol/l)}

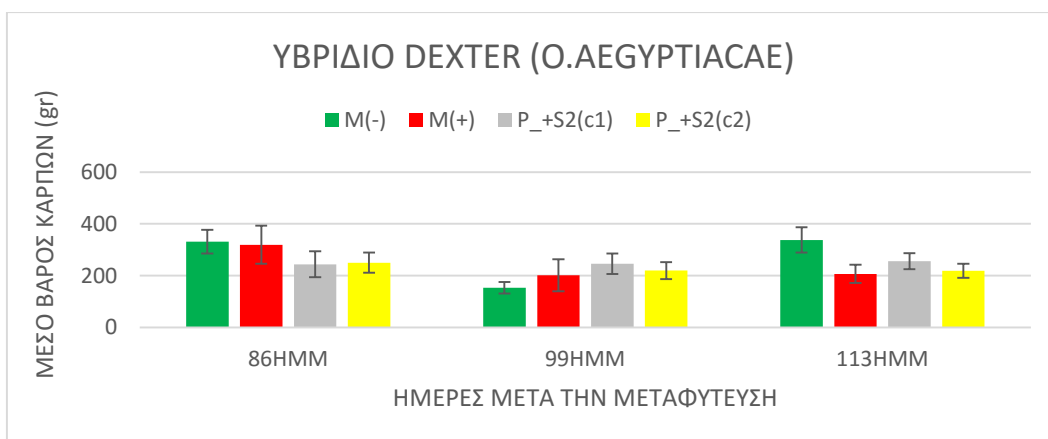
Στα Διαγράμματα 23 και 24 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών αντίστοιχα του υβριδίου Dexter στις 3 ημερομηνίες όπου πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών. Ο μέσος όρος προκύπτει από το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών αντίστοιχα που συγκομίστηκαν την συγκεκριμένη ημερομηνία συν το σύνολο του αριθμού και του βάρους καρπών που είχαν συγκομιστεί μέχρι την συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών στην τελευταία συγκομιδή (113 HMM) αντιπροσωπεύουν το σύνολο της απόδοσης των φυτών σε όλη την διάρκεια του πειράματος (Διάγραμμα 23 και 24, αντίστοιχα). Παρατηρούμε ότι ο μέσος αριθμός και το μέσο βάρος καρπών τη 113<sup>η</sup> HMM από τα φυτά των επεμβάσεων

P<sub>+</sub>S2(c1) και P<sub>+</sub>S2(c2) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά του μάρτυρα M(+).

Όπως αναμενόταν η απόδοση της τομάτας αυξανόταν με την πάροδο του χρόνου, παρόλα αυτά δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο για τους δύο διεγέρτες όσο και για τις διαφορετικές συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν.



**Διάγραμμα 23.** Εξέλιξη του μέσου αριθμού καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις M(+), M(+), P<sub>+</sub>S2(c1), P<sub>+</sub>S2(c2) κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου M(-)=βιομηχανικής τομάτας Dexter, P<sub>+</sub>S2(C1)= H3402 \_O. aegyptiaca \_ GR24(10-6 mol/l) P<sub>+</sub>S2(C2)= H3402 \_O. aegyptiaca \_ GR24(10-8 mol/l)}



**Διάγραμμα 24.** Εξέλιξη του μέσου βάρους καρπών του υβριδίου Dexter στις επεμβάσεις M(+), M(+), P<sub>+</sub>S2(c1), P<sub>+</sub>S2(c2) κατά την διάρκεια του πειράματος {όπου M(-)=βιομηχανικής τομάτας Dexter, P<sub>+</sub>S2(C1)= H3402 \_O. aegyptiaca \_ GR24(10-6 mol/l) P<sub>+</sub>S2(C2)= H3402 \_O. aegyptiaca \_ GR24(10-8 mol/l)}.

Έπιπλέον ερευνήθηκε αν η παρουσία της οροβάγχης επηρέασε την απόδοση του φυτού-ξενιστή τόσο της βιομηχανικής τομάτας Dexter όσο και της βιομηχανικής τομάτας H3402. Πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος t-test για ανεξάρτητα

δείγματα με ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  την οροβάγχη (όπου  $x=0$  απουσία οροβάγχης, όπου  $x=1$  παρουσία οροβάγχης) και εξαρτημένη μεταβλητή  $y$  την απόδοση του φυτού της τομάτας εκφρασμένη σε αριθμό και βάρος ώριμων καρπών, αριθμό και βάρος ανώριμων καρπών, φρέσκο και ξηρό βάρος βλαστού, φρέσκο και ξηρό βάρος φύλλων (μετρήσεις που αφορούσαν τις καταστροφικές μετρήσεις). Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που καταγράφονται στους πίνακες που εξήχθησαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS και περιλαμβάνονται στο παράρτημα IV και στο παράρτημα V διακρίνουμε ότι:

α) η παρουσία οροβάγχης επηρέασε στατιστικά σημαντικά το βάρος των ανώριμων καρπών ( $p= 0,021 < 0,05$ ) καθώς και το βάρος των ξηρών φύλλων ( $p= 0,035 < 0,05$ ) του φυτού της τομάτας dexter ενώ δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τον αριθμό και το βάρος των ώριμων καρπών, τον αριθμό των ανώριμων καρπών, το νωπό και ξηρό βάρος του βλαστού καθώς και το νωπό βάρος των φύλλων (Παράρτημα IV).

β) Η παρουσία όσο και η απουσία οροβάγχης δεν επηρέασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο την απόδοση του φυτού τομάτας H3402 δηλαδή τον αριθμό και το βάρος ώριμων καρπών, τον αριθμό και το βάρος ανώριμων καρπών, το βάρος νωπών και ξηρών φύλλων, το βάρος νωπών και ξηρών βλαστών σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  (Παράρτημα V).

## 4 Συζήτηση

Η οροβάγχη πλήττει πληθώρα καλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο και απειλεί την οικονομική τους βιωσιμότητα καθώς ευθύνεται για τεράστια πτώση του παραγωγικού τους δυναμικού. Καθώς στερείται χλωροφύλλης, για να επιζήσει αξιοποιεί τα θρεπτικά συστατικά που απορροφά από το φυτό-ξενιστή, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται δυσμενώς η ανάπτυξη των φυτών. Το γεγονός ότι η ζωτικότητα των σπόρων οροβάγχης διατηρείται για πολλά έτη, σε συνδυασμό με την έλλειψη αποτελεσματικών μέτρων για την καταπολέμησή της, καθιστά αναγκαία την δυνατότητα ευχερούς επιλογής ή/και ανάπτυξης ανθεκτικού γενετικού υλικού. Αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχή διεξαγωγή των σχετικών βελτιωτικών προγραμμάτων αποτελεί η κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν την ανθεκτικότητα/ευπάθεια των φυτών καθώς και τη βιολογία του παρασιτισμού. Προς την κατεύθυνση αυτή, έχουν πραγματοποιηθεί εξαντλητικές μελέτες που αφορούν στη διαλεύκανση του βιολογικού κύκλου της οροβάγχης, την αναγνώριση του φυτού-ξενιστή και τη μετέπειτα εδραίωση του παρασιτισμού καθώς και τους μηχανισμούς σηματοδότησης και άμυνας του φυτού-ξενιστή σε απόκριση του παρασιτισμού.

Είναι γνωστό ότι έναυσμα για τη βλάστηση των σπόρων οροβάγχης αποτελεί η έκκριση από το φυτό-ξενιστή ουσιών που συνιστούν διεγέρτες βλάστησης. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι η παρουσία συγκεκριμένων επαγωγέων της βλάστησης σπόρων *O. cumana* δεν επάγουν την βλάστηση σπόρων άλλων ειδών οροβάγχης, υποδεικνύοντας την ύπαρξη ισχυρής γονοτυπικής εξάρτησης στο σύστημα διεγέρτης βλάστησης-είδος οροβάγχης-φυτό ξενιστής. Επίσης, παρατηρούνται διαφορές στην ευαισθησία των ίδιων ειδών παρασιτικών φυτών στα εκκρίματα των διαφορετικών ξενιστών (Cardoso et al., 2011; Gevezova et al., 2012; López-Ráez et al., 2008; Yoneyama et al., 2009). Τα φυτά ξενιστές παράγουν και απελευθερώνουν απειροελάχιστες ποσότητες διεγερτών βλάστησης στο έδαφος. Οι σπόροι των παρασίτων αποκρίνονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις των διεγερτών. Συγκεντρώσεις πάνω ή κάτω από το εύρος συγκέντρωσης διεγέρτη βλάστησης, (εύρος το οποίο είναι συγκεκριμένο για κάθε είδος οροβάγχης) αναστέλλει τη βλάστηση των σπόρων (Gevezova M. et al., 2012).

Δεδομένου ότι τα φυτά-ξενιστές παράγουν στριγγολακτόνες σε εξαιρετικά μικρές ποσότητες και ως εκ τούτου είναι δύσκολη η απομόνωσή τους, στόχο της παρούσας διατριβής αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης συνθετικών διεγερτών βλάστησης σε διάφορες συγκεντρώσεις στη βλάστηση σπόρων *O. ramosa* και *O. aegyptiaca*. Για το

σκοπό αυτό, μελετήθηκε η επίδραση δύο συνθετικών διεγερτών βλάστησης, Nijmegen-1 και GR24, στη βλάστηση σπόρων οροβάγχης με την αξιοποίηση δύο εμπορικών υβριδίων βιομηχανικής τομάτας ως φυτά- ξενιστές.

Τα αποτελέσματα της μελέτης κατέδειξαν την ύπαρξη στελεχών του είδους *O. ramosa* στα φυτά ξενιστές H3402 στα οποία είχε γίνει εφαρμογή με διεγέρτες βλάστησης Nijmegen-1 ( $10^{-6}$  M) και GR24 ( $10^{-8}$  M) με τελικό μέσο αριθμό στελεχών  $0.75 \pm 0.65$ (SE),  $0.75 \pm 0.65$ (SE), αντίστοιχα. Επιπλέον στελέχη *O. ramosa* με τελικό μέσο αριθμό στελεχών  $3.5 \pm 2.5$  (SE) εντοπίστηκαν στο θετικό μάρτυρα, δηλαδή στα φυτά H3402 που είχαν μολυνθεί με σπόρο οροβάγχης αλλά στερούνταν προσθήκης διεγερτών βλάστησης (διάγραμμα 1). Συγκρίνοντας τις δύο παραπάνω επεμβάσεις με το θετικό μάρτυρα συμπεραίνουμε πως οι δύο διεγέρτες Nijmegen-1 ( $10^{-6}$  M) και GR24 ( $10^{-8}$  M) λειτούργησαν ανασταλτικά στην βλάστηση των σπόρων οροβάγχης αφού ο μέσος αριθμός στελεχών σε αυτές είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερος. Ο μειωμένος μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης πιθανόν να οφείλεται στις συγκεκριμένες συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε *in vitro* από τους Reiger και Virtue (2004), συνθετικοί διεγέρτες βλάστησης, συμπεριλαμβανομένου των GR-24 και Nijmegen-1, ερευνήθηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις για την επίδραση τους στη βλάστηση σπόρων *O. ramosa* subsp. *mutelii*. Το υψηλότερο ποσοστό βλάστησης παρατηρήθηκε σε απόκριση της παρουσίας του διεγέρτη GR24 συγκέντρωσης 10ppm (ή  $10^{-5}$  M) με ποσοστό βλαστικότητας 75%. Αντιθέτως, η ύπαρξη του διεγέρτη Nijmegen-1 οδήγησε σε χαμηλό ποσοστό βλαστικότητας (κάτω από 20%) στις συγκεντρώσεις ( $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $5 \times 10^{-7}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ), παρουσιάζοντας ως μέγιστο ποσοστό 20% σε συγκέντρωση (0.1ppm)  $10^{-7}$ M.

Σχετικά με το μέσο αριθμό στελεχών *O. ramosa* που εντοπίζονται στις επεμβάσεις P\_+S1(c2), P\_+S2(c1) και P\_+S2(c2) (διεγέρτης βλάστησης Nijmegen-1 ( $10^{-6}$  M), GR 24 ( $10^{-6}$  M) και GR24 ( $10^{-8}$ M) αντίστοιχα), είναι μικρότερος συγκριτικά με το μέσο αριθμό στελεχών του μάρτυρα (M+) ο οποίος περιλάμβανε τους σπόρους οροβάγχης και το φυτό ξενιστή. Ο μειωμένος μέσος αριθμός στελεχών οροβάγχης πιθανόν να οφείλεται στις χρησιμοποιούμενες συγκεντρώσεις του διεγέρτη.

Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στελέχη της *O. aegyptiaca* εμφανίζονται στα φυτά ξενιστές H3402 όπου εφαρμόστηκε ο διεγέρτης βλάστησης Nijmegen-1 στις συγκεντρώσεις ( $10^{-4}$  M) και ( $10^{-6}$  M) όπως επίσης και στα φυτά του θετικού μάρτυρα αλλά απουσιάζουν πλήρως στα φυτά που εφαρμόστηκε ο διεγέρτης βλάστησης GR24. Η απουσία των στελεχών οροβάγχης στα φυτά που εφαρμόστηκε ο διεγέρτης GR24 έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τα αποτελέσματα της μελέτης των Monica Fernandez-



Apricio et al. (2011), όπου αναφέρεται ότι η εφαρμογή GR 24 στις συγκεντρώσεις  $10^{-6}$  και  $10^{-8}$  M οδήγησε σε υψηλά ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων τόσο της *O. ramosa* όσο και της *O.aegyptiaca*. Τα ευρήματα αυτά πιθανώς σχετίζονται με το γεγονός ότι ο διεγέρτης βλάστησης GR 24 δεν είναι αρκετά σταθερός και χρησιμοποιείται κυρίως σε *in vitro* μελέτες, σε αντίθεση με τον Nijmegen-1 ο οποίος έχει κατασκευαστεί για χρήση σε εδάφη (Reiger και Virtue, 2004). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι τα παράσιτα της οροβάγχης εμφανίζονται σε λιγότερο γόνιμα εδάφη και ότι όταν τα ποσοστά αζώτου αυξάνονται ο αριθμός των στελεχών οροβάγχης μειώνεται, με άμεση συνέπεια την αύξηση της απόδοσης των φυτών-ξενιστών (Habimana et al.,2014).

Αναφορικά με τη χρονική εξέλιξη του παρασιτισμού, τα πρώτα στελέχη της *O.ramosa* τόσο στο φυτά ξενιστές H3402 όσο και στα φυτά ξενιστές Dexter εμφανίζονται το ίδιο χρονικό διάστημα και συγκεκριμένα 77 HMM και 79 HMM, αντίστοιχα. Το πρώτο στέλεχος της *O. aegyptiaca* στα φυτά ξενιστές H3402 παρουσιάζεται στις 79 HMM σε αντίθεση με τα πρώτα στελέχη της *O. aegyptiaca* στα φυτά ξενιστές Dexter τα οποία εντοπίστηκαν μία εβδομάδα αργότερα, δηλαδή στις 86 HMM. Η αύξηση του αριθμού των στελεχών της *O.ramosa* τόσο στο υβρίδιο H3402 όσο και στο υβρίδιο Dexter σταθεροποιείται στις 102 HMM, σε αντίθεση με την αύξηση του αριθμού των στελεχών της *O. aegyptiaca* στα δύο υβρίδια η οποία σταθεροποιείται στις 107 HMM. Στο σύνολό τους, τα αποτελέσματα αυτά συνηγορούν στο γεγονός ότι η *O. aegyptiaca* χαρακτηρίζεται από καθυστερημένη εξέλιξη της διαδικασίας του παρασιτισμού και συνεπώς, μπορεί να θεωρηθεί λιγότερο επιθετική σε σχέση με την *O. ramosa*.

Επιπρόσθετο σκοπό της παρούσας διατριβής αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης του παρασιτισμού της *O. ramosa* και της *O. aegyptiaca* στην απόδοση των υπό μελέτη εμπορικών υβριδίων τομάτας. Προς την κατεύθυνση αυτή, λήφθηκε πληθώρα μετρήσεων προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση των φυτών-ξενιστών απουσία/ παρουσία των χρησιμοποιούμενων συνθετικών διεγερτών βλάστησης. Είναι γεγονός ότι τόσο η απόδοση του φυτού-ξενιστή H3402 όσο και η απόδοση του φυτού ξενιστή Dexter δεν επηρεάστηκε αρνητικά από την προσβολή τόσο της *O. ramosa* όσο και της *O. aegyptiaca* και κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα με την απόδοση των φυτών του αρνητικού μάρτυρα (M+). Η απουσία στατιστικά σημαντικών μεταβολών στην απόδοση των φυτών της βιομηχανικής τομάτας πιθανώς οφείλεται στο χαμηλό ποσοστό προσβολής των παρασίτων.

Παρά τις εκτεταμένες έρευνες που πραγματοποιούνται για τον έλεγχο του ολοπαρασίτου της οροβάγχης, η αντιμετώπισή του δεν έχει επιτευχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Αν και αρκετές μέθοδοι ελέγχου του παρασίτου έχουν χρησιμοποιηθεί καμία δεν οδήγησε σε πλήρη καταπολέμησή του, με αποτελέσματα αρνητικές συνέπειες του παρασιτισμού να προκαλούν τεράστιες οικονομικές απώλειες και σε ορισμένες περιπτώσεις να καθιστούν αδύνατη την οικονομική βιωσιμότητα των καλλιεργειών. Δεδομένης της έλλειψης αποτελεσματικών μέτρων για την καταπολέμηση της οροβάγχης, η ανάπτυξη ανεκτικών γονοτύπων θεωρείται ως η πλέον υποσχόμενη προσέγγιση για την αντιμετώπιση του εν λόγω παρασίτου. Προς την κατεύθυνση αυτή, η γενετική μηχανική αναμένεται στο μέλλον να συμβάλει καθοριστικά στην ουσιαστική μείωση ή εκμηδένιση των οικονομικών απωλειών, μέσω της δημιουργίας ανεκτικών ή ακόμη και εξολοκλήρου ανθεκτικών γονοτύπων.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.** Περιγραφή των 11 επεμβάσεων στο φυτό- ξενιστή της βιομηχανικής τομάτας H3402 και στο φυτό ξενιστή της βιομηχανικής τομάτας DEXTER.

Επέμβαση	Περιγραφή	Κωδικοποίηση
Επέμβαση 1	Ποικιλία βιομηχανικής τομάτας H3402- Αρνητικός Μάρτυρας	M(-)
Επέμβαση 2	Ποικιλία βιομηχανικής τομάτας H3402 και O.ramosa	H3402 _O. ramosa M(+)
Επέμβαση 3	H3402 και O. ramosa και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10 <sup>-4</sup> mol/l	H3402 _O.ramosa_ +S1(C1)
Επέμβαση 4	H3402 και O. ramosa και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10 <sup>-6</sup> mol/l	H3402 _O.ramosa_ +S1(C2)
Επέμβαση 5	H3402 και O.ramosa και GR24 και με συγκέντρωση 10 <sup>-6</sup> mol/l	H3402 _O.ramosa_ +S2(C1)
Επέμβαση 6	H3402 και O. ramosa και GR24 και με συγκέντρωση 10 <sup>-8</sup> mol/l	H3402 _O.ramosa_ +S2(C2)
Επέμβαση 7	H3402 και O. aegyptiaca	H3402_ O. aegyptiaca
Επέμβαση 8	H3402 και O. aegyptiaca και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10 <sup>-4</sup> mol/l	H3402_ O. aegyptiaca_ +S1(C1)
Επέμβαση 9	H3402 και O. aegyptiaca και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10 <sup>-6</sup> mol/l	H3402_ O. aegyptiaca_ +S1(C2)
Επέμβαση 10	H3402 και O. aegyptiaca και GR24 και με συγκέντρωση 10 <sup>-6</sup> mol/l	H3402_ O. aegyptiaca_ +S2(C1)
Επέμβαση 11	H3402 και O. aegyptiaca και GR24 και με συγκέντρωση 10 <sup>-8</sup> mol/l	H3402_ O. aegyptiaca_ +S2(C2)

**Πίνακας 1.** Επεμβάσεις στην βιομηχανική τομάτα H3402

**Πίνακας 2.** Επεμβάσεις στην βιομηχανική τομάτα DEXTER.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Κωδικοποίηση</b>
Επέμβαση 1	Ποικιλία βιομηχανικής τομάτας Dexter - Αρνητικός Μάρτυρας	M(-)
Επέμβαση 2	Ποικιλία βιομηχανικής τομάτας Dexter και <i>O. ramosa</i>	Dexter_ <i>O. ramosa</i> M(+)
Επέμβαση 3	Dexter και <i>O. ramosa</i> και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10-4 mol/l	Dexter_ <i>O. ramosa</i> _+S1(C1)
Επέμβαση 4	Dexter και <i>O. ramosa</i> και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10-6 mol/l	Dexter_ <i>O. ramosa</i> _+S1(C2)
Επέμβαση 5	Dexter και <i>O. ramosa</i> και GR24 και με συγκέντρωση 10-6 mol/l	Dexter_ <i>O. ramosa</i> _+S2(C1)
Επέμβαση 6	Dexter και <i>O. ramosa</i> και GR24 και με συγκέντρωση 10-8 mol/l	Dexter_ <i>O. ramosa</i> _+S2(C2)
Επέμβαση 7	Dexter και <i>O. aegyptiaca</i>	Dexter_ <i>O. aegyptiaca</i>
Επέμβαση 8	Dexter και <i>O. aegyptiaca</i> και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10-4 mol/l	Dexter_ <i>O. aegyptiaca</i> _+S1(C1)
Επέμβαση 9	Dexter και <i>O. aegyptiaca</i> και Nijmegen-1 και με συγκέντρωση 10-6 mol/l	Dexter_ <i>O. aegyptiaca</i> _+S1(C2)
Επέμβαση 10	Dexter και <i>O. aegyptiaca</i> και GR24 και με συγκέντρωση 10-6 mol/l	Dexter_ <i>O. aegyptiaca</i> _+S2(C1)
Επέμβαση 11	Dexter και <i>O. aegyptiaca</i> και GR24 και με συγκέντρωση 10-8 mol/l	Dexter_ <i>O. aegyptiaca</i> _+S2(C2)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II.** Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας ONE-WAY ANOVA για το φυτό-ξενιστή Dexter.

**Πίνακας 1.** Descriptive Statistics

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: numorobanche

treatment	Mean	Std. Deviation	N
1,00	,0000	,00000	4
2,00	6,0000	6,37704	4
3,00	,0000	,00000	4
4,00	4,2500	8,50000	4
5,00	1,5000	3,00000	4
6,00	1,0000	2,00000	4
7,00	,5000	1,00000	4
8,00	2,0000	4,00000	4
9,00	,0000	,00000	4
10,00	,2500	,50000	4
11,00	,2500	,50000	4
Total	1,4318	3,69410	44

**Πίνακας 2.** Levene's Test of Equality of Error Variance.

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

Dependent Variable: numorobanche

F	df1	df2	Sig.
8,662	10	33	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.<sup>a</sup>

a. Design: Intercept + treatment

**Πίνακας 3.** Test of Between-Subjects Effects.

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: numorobanche

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter
Corrected Model	156,545 <sup>a</sup>	10	15,655	1,201	,326	12,007
Intercept	90,205	1	90,205	6,919	,013	6,919
treatment	156,545	10	15,655	1,201	,326	12,007
Error	430,250	33	13,038			
Total	677,000	44				
Corrected Total	586,795	43				

**Πίνακας 4.** Test of Between-Subjects Effects.

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: numorobanche

Source	Observed Power
Corrected Model	,507 <sup>a</sup>
Intercept	,723
treatment	,507
Error	
Total	
Corrected Total	

a. R Squared = ,267 (Adjusted R Squared = ,045)

b. Computed using alpha = ,05

**Πίνακας 5.** Multiple Comparisons of Treatments (Games-Howell)

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: numorobanche Games-Howell

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-6,0000	3,18852	,718	-27,9072	15,9072
	3,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	-4,2500	4,25000	,977	-33,4503	24,9503
	5,00	-1,5000	1,50000	,977	-11,8060	8,8060
	6,00	-1,0000	1,00000	,977	-7,8706	5,8706
	7,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	8,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	9,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	10,00	-,2500	,25000	,977	-1,9677	1,4677
	11,00	-,2500	,25000	,977	-1,9677	1,4677
2,00	1,00	6,0000	3,18852	,718	-15,9072	27,9072
	3,00	6,0000	3,18852	,718	-15,9072	27,9072
	4,00	1,7500	5,31311	1,000	-23,9727	27,4727
	5,00	4,5000	3,52373	,935	-14,8054	23,8054
	6,00	5,0000	3,34166	,864	-15,2628	25,2628
	7,00	5,5000	3,22749	,786	-15,8900	26,8900
	8,00	4,0000	3,76386	,978	-15,0005	23,0005
	9,00	6,0000	3,18852	,718	-15,9072	27,9072
	10,00	5,7500	3,19831	,750	-16,0198	27,5198
	11,00	5,7500	3,19831	,750	-16,0198	27,5198
3,00	1,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	2,00	-6,0000	3,18852	,718	-27,9072	15,9072
	4,00	-4,2500	4,25000	,977	-33,4503	24,9503

	5,00	-1,5000	1,50000	,977	-11,8060	8,8060
	6,00	-1,0000	1,00000	,977	-7,8706	5,8706
	7,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	8,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	9,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	10,00	-,2500	,25000	,977	-1,9677	1,4677
	11,00	-,2500	,25000	,977	-1,9677	1,4677
	1,00	4,2500	4,25000	,977	-24,9503	33,4503
	2,00	-1,7500	5,31311	1,000	-27,4727	23,9727
	3,00	4,2500	4,25000	,977	-24,9503	33,4503
	5,00	2,7500	4,50694	,999	-23,8818	29,3818
4,00	6,00	3,2500	4,36606	,997	-24,5430	31,0430
	7,00	3,7500	4,27931	,990	-25,0483	32,5483
	8,00	2,2500	4,69707	1,000	-23,4814	27,9814
	9,00	4,2500	4,25000	,977	-24,9503	33,4503
	10,00	4,0000	4,25735	,984	-25,0963	33,0963
	11,00	4,0000	4,25735	,984	-25,0963	33,0963
	1,00	1,5000	1,50000	,977	-8,8060	11,8060
	2,00	-4,5000	3,52373	,935	-23,8054	14,8054
	3,00	1,5000	1,50000	,977	-8,8060	11,8060
	4,00	-2,7500	4,50694	,999	-29,3818	23,8818
5,00	6,00	,5000	1,80278	1,000	-8,4595	9,4595
	7,00	1,0000	1,58114	,999	-8,4647	10,4647
	8,00	-,5000	2,50000	1,000	-12,6042	11,6042
	9,00	1,5000	1,50000	,977	-8,8060	11,8060
	10,00	1,2500	1,52069	,993	-8,7839	11,2839
	11,00	1,2500	1,52069	,993	-8,7839	11,2839
	1,00	1,0000	1,00000	,977	-5,8706	7,8706
	2,00	-5,0000	3,34166	,864	-25,2628	15,2628
	3,00	1,0000	1,00000	,977	-5,8706	7,8706
	4,00	-3,2500	4,36606	,997	-31,0430	24,5430
6,00	5,00	-,5000	1,80278	1,000	-9,4595	8,4595
	7,00	,5000	1,11803	1,000	-5,5186	6,5186
	8,00	-1,0000	2,23607	1,000	-13,0373	11,0373
	9,00	1,0000	1,00000	,977	-5,8706	7,8706
	10,00	,7500	1,03078	,997	-5,7551	7,2551
	11,00	,7500	1,03078	,997	-5,7551	7,2551
	1,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
	2,00	-5,5000	3,22749	,786	-26,8900	15,8900
	3,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
7,00	4,00	-3,7500	4,27931	,990	-32,5483	25,0483
	5,00	-1,0000	1,58114	,999	-10,4647	8,4647
	6,00	-,5000	1,11803	1,000	-6,5186	5,5186
	8,00	-1,5000	2,06155	,997	-14,5101	11,5101
	9,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353

8,00	10,00	,2500	,55902	1,000	-2,7593	3,2593
	11,00	,2500	,55902	1,000	-2,7593	3,2593
	1,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	2,00	-4,0000	3,76386	,978	-23,0005	15,0005
	3,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	4,00	-2,2500	4,69707	1,000	-27,9814	23,4814
	5,00	,5000	2,50000	1,000	-11,6042	12,6042
	6,00	1,0000	2,23607	1,000	-11,0373	13,0373
	7,00	1,5000	2,06155	,997	-11,5101	14,5101
	9,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	10,00	1,7500	2,01556	,990	-11,7790	15,2790
9,00	11,00	1,7500	2,01556	,990	-11,7790	15,2790
	1,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	2,00	-6,0000	3,18852	,718	-27,9072	15,9072
	3,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	-4,2500	4,25000	,977	-33,4503	24,9503
	5,00	-1,5000	1,50000	,977	-11,8060	8,8060
	6,00	-1,0000	1,00000	,977	-7,8706	5,8706
	7,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	8,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	10,00	-,2500	,25000	,977	-1,9677	1,4677
	11,00	-,2500	,25000	,977	-1,9677	1,4677
10,00	1,00	,2500	,25000	,977	-1,4677	1,9677
	2,00	-5,7500	3,19831	,750	-27,5198	16,0198
	3,00	,2500	,25000	,977	-1,4677	1,9677
	4,00	-4,0000	4,25735	,984	-33,0963	25,0963
	5,00	-1,2500	1,52069	,993	-11,2839	8,7839
	6,00	-,7500	1,03078	,997	-7,2551	5,7551
	7,00	-,2500	,55902	1,000	-3,2593	2,7593
	8,00	-1,7500	2,01556	,990	-15,2790	11,7790
	9,00	,2500	,25000	,977	-1,4677	1,9677
	11,00	,0000	,35355	1,000	-1,6621	1,6621
	11,00	1,00	,2500	,25000	,977	-1,4677
2,00		-5,7500	3,19831	,750	-27,5198	16,0198
3,00		,2500	,25000	,977	-1,4677	1,9677
4,00		-4,0000	4,25735	,984	-33,0963	25,0963
5,00		-1,2500	1,52069	,993	-11,2839	8,7839
6,00		-,7500	1,03078	,997	-7,2551	5,7551
7,00		-,2500	,55902	1,000	-3,2593	2,7593
8,00		-1,7500	2,01556	,990	-15,2790	11,7790
9,00		,2500	,25000	,977	-1,4677	1,9677
10,00		,0000	,35355	1,000	-1,6621	1,6621

. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 13,038



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.** Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας ONE-WAY ANOVA για το φυτό-ξενιστή Η3402.

**Πίνακας 1.** Descriptive Statistics

Descriptive Statistics

Dependent Variable

treatment	Mean	Std. Deviation	N
1,00	,0000	,00000	4
2,00	3,5000	4,72582	4
3,00	,0000	,00000	4
4,00	,7500	1,50000	4
5,00	,0000	,00000	4
6,00	,7500	1,50000	4
7,00	4,5000	8,34666	4
8,00	,5000	1,00000	4
9,00	2,0000	4,00000	4
10,00	,0000	,00000	4
11,00	,0000	,00000	4
Total	1,0909	3,19751	44

**Πίνακας 2.** Levene's Test of Equality of Error Variance.

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

Dependent Variable: y

F	df1	df2	Sig.
6,208	10	33	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.<sup>a</sup>

a. Design: Intercept + treatment

**Πίνακας 3.** Test of Between-Subjects Effects.

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: y

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter
Corrected Model	99,136 <sup>a</sup>	10	9,914	,961	,494	9,608
Intercept	52,364	1	52,364	5,075	,031	5,075
treatment	99,136	10	9,914	,961	,494	9,608
Error	340,500	33	10,318			
Total	492,000	44				
Corrected Total	439,636	43				

**Πίνακας 4.** Test of Between-Subjects Effects.

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: y

Source	Observed Power
Corrected Model	,405 <sup>a</sup>
Intercept	,590
treatment	,405
Error	
Total	
Corrected Total	

a. **R Squared = ,225** (Adjusted R Squared = -,009)

b. Computed using alpha = ,05

**Πίνακας 5. Multiple Comparisons of Treatments (Games-Howell)**

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: y

Games-Howell

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-3,5000	2,36291	,864	-19,7347	12,7347
	3,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	5,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	6,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	7,00	-4,5000	4,17333	,966	-33,1735	24,1735
	8,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	9,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	10,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	11,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	2,00	1,00	3,5000	2,36291	,864	-12,7347
3,00		3,5000	2,36291	,864	-12,7347	19,7347
4,00		2,7500	2,47908	,965	-12,2454	17,7454
5,00		3,5000	2,36291	,864	-12,7347	19,7347
6,00		2,7500	2,47908	,965	-12,2454	17,7454
7,00		-1,0000	4,79583	1,000	-25,9055	23,9055
8,00		3,0000	2,41523	,936	-12,5805	18,5805
9,00		1,5000	3,09570	1,000	-13,2034	16,2034
10,00		3,5000	2,36291	,864	-12,7347	19,7347
11,00		3,5000	2,36291	,864	-12,7347	19,7347
3,00		1,00	,0000	,00000	.	,0000
	2,00	-3,5000	2,36291	,864	-19,7347	12,7347
	4,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	5,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	6,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	7,00	-4,5000	4,17333	,966	-33,1735	24,1735
	8,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	9,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	10,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	11,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	1,00	,7500	,75000	,977	-4,4030
2,00		-2,7500	2,47908	,965	-17,7454	12,2454
3,00		,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: y

Games-Howell

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4,00	5,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	6,00	,0000	1,06066	1,000	-4,9864	4,9864
	7,00	-3,7500	4,24018	,990	-31,5562	24,0562
	8,00	,2500	,90139	1,000	-4,2298	4,7298
	9,00	-1,2500	2,13600	1,000	-13,6892	11,1892
	10,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	11,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	1,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	2,00	-3,5000	2,36291	,864	-19,7347	12,7347
	3,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
5,00	6,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	7,00	-4,5000	4,17333	,966	-33,1735	24,1735
	8,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	9,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	10,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	11,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	1,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	2,00	-2,7500	2,47908	,965	-17,7454	12,2454
	3,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	4,00	,0000	1,06066	1,000	-4,9864	4,9864
	5,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
6,00	7,00	-3,7500	4,24018	,990	-31,5562	24,0562
	8,00	,2500	,90139	1,000	-4,2298	4,7298
	9,00	-1,2500	2,13600	1,000	-13,6892	11,1892
	10,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	11,00	,7500	,75000	,977	-4,4030	5,9030
	1,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	2,00	1,0000	4,79583	1,000	-23,9055	25,9055
	3,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	4,00	3,7500	4,24018	,990	-24,0562	31,5562
	5,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	6,00	3,7500	4,24018	,990	-24,0562	31,5562
7,00	8,00	3,7500	4,24018	,990	-24,0562	31,5562
	9,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	10,00	3,7500	4,24018	,990	-24,0562	31,5562
	11,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	1,00	3,7500	4,24018	,990	-24,0562	31,5562
	2,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: y

Games-Howell

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
7,00	8,00	4,0000	4,20317	,983	-24,2649	32,2649
	9,00	2,5000	4,62781	1,000	-22,7199	27,7199
	10,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	11,00	4,5000	4,17333	,966	-24,1735	33,1735
	1,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
	2,00	-3,0000	2,41523	,936	-18,5805	12,5805
	3,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
	4,00	-,2500	,90139	1,000	-4,7298	4,2298
	5,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
	6,00	-,2500	,90139	1,000	-4,7298	4,2298
	7,00	-4,0000	4,20317	,983	-32,2649	24,2649
8,00	9,00	-1,5000	2,06155	,997	-14,5101	11,5101
	10,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
	11,00	,5000	,50000	,977	-2,9353	3,9353
	1,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	2,00	-1,5000	3,09570	1,000	-16,2034	13,2034
	3,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	4,00	1,2500	2,13600	1,000	-11,1892	13,6892
	5,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	6,00	1,2500	2,13600	1,000	-11,1892	13,6892
	7,00	-2,5000	4,62781	1,000	-27,7199	22,7199
	8,00	1,5000	2,06155	,997	-11,5101	14,5101
9,00	10,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	11,00	2,0000	2,00000	,977	-11,7413	15,7413
	1,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	2,00	-3,5000	2,36291	,864	-19,7347	12,7347
	3,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	5,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	6,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	7,00	-4,5000	4,17333	,966	-33,1735	24,1735
	8,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	9,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: y

Games-Howell

(I) treatment	(J) treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10,00	11,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	1,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	2,00	-3,5000	2,36291	,864	-19,7347	12,7347
	3,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	4,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
11,00	5,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000
	6,00	-,7500	,75000	,977	-5,9030	4,4030
	7,00	-4,5000	4,17333	,966	-33,1735	24,1735
	8,00	-,5000	,50000	,977	-3,9353	2,9353
	9,00	-2,0000	2,00000	,977	-15,7413	11,7413
	10,00	,0000	,00000	.	,0000	,0000

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 10,318.

**Παράρτημα IV.** Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας T-Test για ανεξάρτητα δείγματα για το φυτό-ξενιστή Dexter

**Πίνακας 1.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
numfruitmature	0	34	6,6765	3,22604	,55326
	1	10	6,0000	2,98142	,94281

**Πίνακας 2.** Independent Samples Test

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
numfruitmature	Equal variances assumed	,043	,836	,592	42
	Equal variances not assumed			,619	15,756

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
numfruitmature	Equal variances assumed	,557	,67647	1,14224
	Equal variances not assumed	,545	,67647	1,09315

Independent Samples Test			
		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
numfruitmature	Equal variances assumed	-1,62867	2,98161
	Equal variances not assumed	-1,64383	2,99677

### Πίνακας 3. Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
weightfruitmature	0	34	216,3265	106,60179	18,28206
	1	10	189,7700	81,12468	25,65388

### Πίνακας 4. Independent Samples Test

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
weightfruitmature	Equal variances assumed	,630	,432	,726
	Equal variances not assumed			,843

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
weightfruitmature	Equal variances assumed	42	,472	26,55647
	Equal variances not assumed	19,118	,410	26,55647

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
weightfruitmature	Equal variances assumed	36,57865	-47,26223	100,37517
	Equal variances not assumed	31,50167	-39,34975	92,46269



**Πίνακας 5.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
numfruitimmature	0	34	,7059	2,31634	,39725
	1	10	,0000	,00000	,00000

**Πίνακας 6.** Independent Samples Test

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
numfruitimmature	Equal variances assumed	2,752	,105	,956
	Equal variances not assumed			1,777

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
numfruitimmature	Equal variances assumed	42	,345	,70588
	Equal variances not assumed	33,000	,085	,70588

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
numfruitimmature	Equal variances assumed	,73862	-,78471	2,19648
	Equal variances not assumed	,39725	-,10233	1,51409

**Πίνακας 7.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
weightfruitimmature	0	34	4,7824	11,53105	1,97756
	1	10	,0000	,00000	,00000

**Πίνακας 8.** Independent Samples Test

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
weightfruitimmature	Equal variances assumed	6,759	,013	1,301
	Equal variances not assumed			2,418

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
weightfruitimmature	Equal variances assumed	42	,200	4,78235
	Equal variances not assumed	33,000	,021	4,78235

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
weightfruitimmature	Equal variances assumed	3,67695	-2,63804	12,20274
	Equal variances not assumed	1,97756	,75898	8,80573

## Πίνακας 9. Group Statistics

### Group Statistics

	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
freshweightsstem	0	34	107,8618	30,34745	5,20455
	1	10	96,0200	18,78284	5,93966

## Πίνακας 10. Independent Samples Test

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
freshweightsstem	Equal variances assumed	1,695	,200	1,164
	Equal variances not assumed			1,499

### Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
freshweightsstem	Equal variances assumed	42	,251	11,84176
	Equal variances not assumed	24,230	,147	11,84176

### Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
freshweightsstem	Equal variances assumed	10,16996	-8,68204	32,36557
	Equal variances not assumed	7,89727	-4,44920	28,13273

**Πίνακας 11.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
dryweightstem	0	34	30,2382	9,48901	1,62735
	1	10	26,1600	3,57218	1,12962

**Πίνακας 12.** Independent Samples Test

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
dryweightstem	Equal variances assumed	2,364	,132	1,323	42
	Equal variances not assumed			2,059	39,142

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
dryweightstem	Equal variances assumed	,193	4,07824	3,08372
	Equal variances not assumed	,046	4,07824	1,98099

Independent Samples Test			
		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
dryweightstem	Equal variances assumed	-2,14496	10,30143
	Equal variances not assumed	,07177	8,08470

**Πίνακας 13.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
freshweigtleaf	0	34	41,9265	14,21869	2,43848
	1	10	34,4200	13,75304	4,34909

**Πίνακας 14.** Independent Samples Test

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
freshweigtleaf	Equal variances assumed	,028	,869	1,478	42
	Equal variances not assumed			1,505	15,140

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
freshweigtleaf	Equal variances assumed	,147	7,50647	5,07958
	Equal variances not assumed	,153	7,50647	4,98606

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		95% Confidence Interval of the Difference		
		Lower	Upper	
freshweigtleaf	Equal variances assumed	-2,74454	17,75748	
	Equal variances not assumed	-3,11252	18,12546	

**Πίνακας 15.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
dryweightleaf	0	34	20,4618	6,97233	1,19574
	1	10	15,0900	6,46210	2,04350

**Πίνακας 16.** Independent Samples Test

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
dryweightleaf	Equal variances assumed	,006	,937	2,175	42
	Equal variances not assumed			2,269	15,716

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
dryweightleaf	Equal variances assumed	,035	5,37176	2,47003
	Equal variances not assumed	,038	5,37176	2,36763

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		95% Confidence Interval of the Difference		
		Lower	Upper	
dryweightleaf	Equal variances assumed	,38704	10,35649	
	Equal variances not assumed	,34522	10,39831	

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V.** Πίνακες αποτελεσμάτων στατιστικής διαδικασίας T-Test για ανεξάρτητα δείγματα για το φυτό-ξενιστή H3402.

**Πίνακας 1.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
numfruitmature	0	36	13,0000	5,37720	,89620
	1	8	14,3750	4,83846	1,71065

**Πίνακας 2.** Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
numfruitmature	Equal variances assumed	,000	,986	-,665	42
	Equal variances not assumed			-,712	11,201

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
numfruitmature	Equal variances assumed	,510	-1,37500	2,06817
	Equal variances not assumed	,491	-1,37500	1,93119

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
numfruitmature	Equal variances assumed	-5,54873	2,79873
	Equal variances not assumed	-5,61624	2,86624

### Πίνακας 3. Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
weightfruitmature	0	36	340,3750	132,24691	22,04115
	1	8	395,7000	124,99845	44,19362

### Πίνακας 4. Independent Samples Test

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
weightfruitmature	Equal variances assumed	,000	1,000	-1,080
	Equal variances not assumed			-1,120

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
weightfruitmature	Equal variances assumed	42	,286	-55,32500
	Equal variances not assumed	10,782	,287	-55,32500

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
weightfruitmature	Equal variances assumed	51,22977	-158,71085	48,06085
	Equal variances not assumed	49,38511	-164,28953	53,63953



**Πίνακας 5. Group Statistics**

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
numfruitimmature	0	36	2,3333	2,41424	,40237
	1	8	,8750	,99103	,35038

**Πίνακας 6. Independent Samples Test.**

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
numfruitimmature	Equal variances assumed	1,760	,192	1,665
	Equal variances not assumed			2,733

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
numfruitimmature	Equal variances assumed	42	,103	1,45833
	Equal variances not assumed	27,924	,011	1,45833

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
numfruitimmature	Equal variances assumed	,87583	-,30916	3,22582
	Equal variances not assumed	,53355	,36528	2,55139

## Πίνακας 7. Group Statistics

Group Statistics

	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
weightfruitimmature	0	36	36,4667	36,24128	6,04021
	1	8	15,0000	18,76067	6,63290

## Πίνακας 8. Independent Samples Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
weightfruitimmature	Equal variances assumed	2,568	,117	1,617
	Equal variances not assumed			2,393

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
weightfruitimmature	Equal variances assumed	42	,113	21,46667
	Equal variances not assumed	20,592	,026	21,46667

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
weightfruitimmature	Equal variances assumed	13,27332	-5,31999	48,25332
	Equal variances not assumed	8,97104	2,78781	40,14552

**Πίνακας 9.** Group Statistics

Group Statistics					
	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
freshweightsstem	0	36	123,4306	24,66128	4,11021
	1	8	108,7375	40,85245	14,44352

**Πίνακας 10.** Independent Samples Test

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
freshweightsstem	Equal variances assumed	,630	,432	1,342
	Equal variances not assumed			,978

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
freshweightsstem	Equal variances assumed	42	,187	14,69306
	Equal variances not assumed	8,169	,356	14,69306

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
freshweightsstem	Equal variances assumed	10,95107	-7,40709	36,79320
	Equal variances not assumed	15,01696	-19,81187	49,19799

Πίνακας 11. Group Statistics

**Group Statistics**

	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
dryweightstem	0	36	27,1167	4,55189	,75865
	1	8	24,3625	6,08510	2,15141

Πίνακας 12. Independent Samples Test

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
dryweightstem	Equal variances assumed	,024	,879	1,455	42
	Equal variances not assumed			1,207	8,822

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
dryweightstem	Equal variances assumed	,153	2,75417	1,89229
	Equal variances not assumed	,259	2,75417	2,28125

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
dryweightstem	Equal variances assumed	-1,06464	6,57297
	Equal variances not assumed	-2,42231	7,93064

Πίνακας 13. Group Statistics

**Group Statistics**

	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
freshweightleaf	0	36	65,9417	27,06251	4,51042
	1	8	56,1125	26,21981	9,27010

**Πίνακας 14.** Independent Samples Test

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
freshweigtleaf	Equal variances assumed	,066	,798	,934	42
	Equal variances not assumed			,953	10,588

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
freshweigtleaf	Equal variances assumed	,356	9,82917	10,52369
	Equal variances not assumed	,362	9,82917	10,30916

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
freshweigtleaf	Equal variances assumed	-11,40850	31,06683
	Equal variances not assumed	-12,96934	32,62767

**Πίνακας 15.** Group Statistics

**Group Statistics**

	x	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
dryweightleaf	0	36	21,1583	7,75369	1,29228
	1	8	20,0375	4,73043	1,67246

**Πίνακας 16. Independent Samples Test**

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
dryweightleaf	Equal variances assumed	,399	,531	,391	42
	Equal variances not assumed			,530	16,666

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
dryweightleaf	Equal variances assumed	,698	1,12083	2,86774
	Equal variances not assumed	,603	1,12083	2,11355

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		95% Confidence Interval of the Difference		
		Lower	Upper	
dryweightleaf	Equal variances assumed	-4,66649	6,90816	
	Equal variances not assumed	-3,34520	5,58687	



Παράρτημα VI. Φωτογραφικό Υλικό



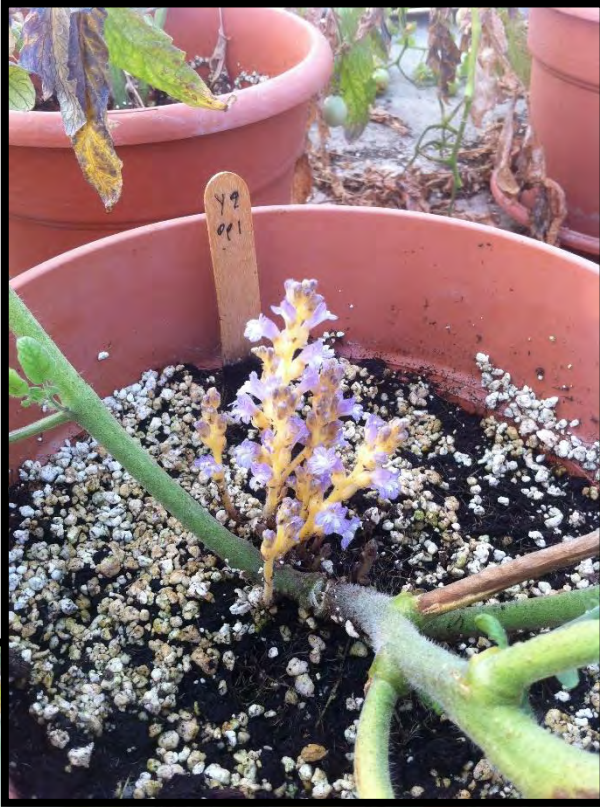






















## Βιβλιογραφία

Barker, E. R., Press, M. C., Scholes, J. D., & Quick, W. P. (1996). Interactions between the parasitic angiosperm *Orobanche aegyptiaca* and its tomato host: growth and biomass allocation. *New Phytologist*, 133(4), 637-642.

Bülbül, F., Aksoy, E., Uygur, S., & Uygur, N. (2009). BROOMRAPE (*Orobanche* spp.) PROBLEM IN THE EASTERN MEDITERRANEAN REGION OF TURKEY/EL PROBLEMA DEL JOPO (*Orobanche* spp.) EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA ORIENTAL DE TURQUÍA PROBLÈME D'Û À L'OROBANCHE (*Orobanche* spp.) DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE ORIENTALE DE LA TURQUIE. *Helia*, 32(51), 141-152.

Cardoso, C., Ruyter-Spira, C., & Bouwmeester, H. J. (2011). Strigolactones and root infestation by plant-parasitic *Striga*, *Orobanche* and *Phelipanche* spp. *Plant Science*, 180(3), 414-420.

Delavault, P. (2015). Knowing the Parasite: Biology and Genetics of *Orobanche*. *Helia*, 38(62), pp. 15-29. Retrieved 12 Apr. 2016, from doi:10.1515/helia-2014-0030.

Díaz S J, Norambuena M H, López-Granados F. (2006). Characterization of the holoparasitism of *Orobanche ramosa* on tomatoes under field conditions. (Caracterización del holoparasitismo de *Orobanche ramosa* en tomate bajo condiciones de campo.) *Agricultura Técnica*, 66(3):223-234.

Duka, M., Glijin, A., & Acciu, A. (2013). The Biological Cycle Of Sunflower Broomrape. *Journal of Plant Development*, 20.

Economou, G., Lyra, S. and Arapi X. (2005). The Extent of Recent *Orobanche* Infestation in Greece. COST Action 849, Parasitic Plant Management in sustainable Agriculture Proceedings of the Workshop on Means for limiting *Orobanche* propagation and dispersal in agricultural fields.

Gevezova, M., Dekalska, T., Stoyanov, K., Hristeva T., Kostov, K., Batchvarova, R., Denev, I. (2012). Recent advances in Broomrapes research. *Journal of BioScience & Biotechnology*, Vol. 1 Issue 2, p91.

Ghannam, I., Al-Masri, M., & Barakat, R. (2012). The Effect of Herbicides on the Egyptian Broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) in Tomato Fields. *American Journal of Plant Sciences*, 3(03), 346.

Fernández-Aparicio, M., Yoneyama, K., & Rubiales, D. (2011). The role of strigolactones in host specificity of *Orobanche* and *Phelipanche* seed germination. *Seed Science Research*, 21(01), 55-61.

Habimana, S., Murthy, K. N. K., Hatti, V., & Nduwumuremyi, A. (2013). Management of *oro banche* in field crops-a review. *Scientific Journal of Crop Science*, 2(11), 144-158.

Joel, D. M. (2000). The long-term approach to parasitic weeds control: manipulation of specific developmental mechanisms of the parasite. *Crop Protection*, 19(8), 753-758.

Joel, D. M., & Bar, H. (2013). The seed and the seedling. In *Parasitic Orobanchaceae* (pp. 147-

Joel DM, Steffens JC, Matthews DE. (1995). Germination of Weedy Root Parasites. In: Kigel J, Galili G, eds. *Seed Development and Germination*. New York, USA: Marcel Dekker, Inc., 567-598. 165). Springer Berlin Heidelberg.

- López-Ráez, J. A., Charnikhova, T., Gómez-Roldán, V., Matusova, R., Kohlen, W., De Vos, R., ... & Bouwmeester, H. (2008). Tomato strigolactones are derived from carotenoids and their biosynthesis is promoted by phosphate starvation. *New Phytologist*, 178(4), 863-874.
- Murdoch, A. J., & Kebreab, E. (2013). Germination ecophysiology. In *Parasitic Orobanchaceae* (pp. 195-219). Springer Berlin Heidelberg.
- Parker, C. (2009). Observations on the current status of Orobanche and Striga problems worldwide. *Pest management science*, 65(5), 453-459.
- Parker, C. and C. R. Riches. 1993. *Parasitic Weeds of the World. Biology and Control*. Wallingford, UK: CAB International. 332 p.
- Plakhine, D., Tadmor, Y., Ziadne, H., & Joel, D. M. (2012). Maternal tissue is involved in stimulant reception by seeds of the parasitic plant Orobanche. *Annals of botany*, mcs016
- Plakhine, D., Ziadna, H., & Joel, D. M. (2009). Is seed conditioning essential for Orobanche germination?. *Pest management science*, 65(5), 492-496.
- Prider, J., & Craig, A. (2013). 2. After-ripening of Orobanche ramosa subsp. mutelii seed. *Compendium of branched broomrape research*, 10.
- Prider, J., & Craig, A. (2013). 7. Germination temperature. *Compendium of branched broomrape research*, 10.
- Prider, J., & Craig, A., Williams, A. (2013). 6. Branched broomrape seed conditioning. *Compendium of branched broomrape research*, 10.
- Punia, S.S. 2014. Biology and control measures of Orobanche. *Indian J. Weed Sci.* 46 (1): 36-51.
- Reiger, M., & Virtue, J. (2004). 8. Conditioners and stimulants for seed germination. *Compendium of branched broomrape research*, 10.
- Ruyter-Spira, C., Al-Babili, S., Van Der Krol, S., & Bouwmeester, H. (2013). The biology of strigolactones. *Trends in plant science*, 18(2), 72-83.
- Timko MP, Flore CS, Riopel JL, 1989. Control of the germination and early development in parasitic angiosperms. In: Teylorson RB, ed. *Recent Advances in the Development and Germination of Seeds*. New York, USA: Plenum Press, 225-240.
- Tsuchiya, Y., & McCourt, P. (2009). Strigolactones: a new hormone with a past. *Current opinion in plant biology*, 12(5), 556-561.
- Visser, J. H. (1989). Germination requirements of some root-parasitic flowering plants. *Naturwissenschaften*, 76(6), 253-261.
- Westwood, J. H., Yoder, J. I., & Timko, M. P. (2010). The evolution of parasitism in plants. *Trends in plant science*, 15(4), 227-235.
- Yoneyama, K., Awad, A. A., Xie, X., Yoneyama, K., & Takeuchi, Y. (2010). Strigolactones as germination stimulants for root parasitic plants. *Plant and Cell Physiology*, 51(7), 1095-1103.
- Yoneyama, K., Xie, X., Yoneyama, K., & Takeuchi, Y. (2009). Strigolactones: structures and biological activities. *Pest management science*, 65(5), 467-470.

