

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Φανερόγαμο παράσιτο Οροβάγγη: Βιβλιογραφική
ανασκόπηση**

**Επιβλέπων καθηγητής: Βέλλιος Ευάγγελος, Επίκουρος Καθηγητής
Φυτοπαθολογίας, Π.Θ.**

ΔΟΥΚΑΚΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ-ΜΑΡΙΑ

ΒΟΛΟΣ 2017

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φανερόγαμο παράσιτο Οροβάγγη: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ – ΜΑΡΙΑ ΔΟΥΚΑΚΗ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων: Ε. Βέλλιος, Επίκουρος Καθηγητής της Φυτοπαθολογίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος: Σ. Πετρόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής της Λαχανοκομίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος: Α. Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής της Ζιζανιολογίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πρόλογος

Η παρούσα προπτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Ευάγγελου Βέλλιου, Επίκουρο Καθηγητή της Φυτοπαθολογίας και Διευθυντή του εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας και Σύγχρονων Μεθόδων Διαγνωστικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ευάγγελο Βέλλιο, Επίκουρο Καθηγητή της Φυτοπαθολογίας, για την καθοδήγησή που μου πρόσφερε ως προς την επίτευξη της διατριβής μου και την υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια της παραμονής μου στο Εργαστήριο.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή της Λαχανοκομίας, για τη συνεργασία και το χρόνο που αφιέρωσε για τις διορθώσεις της διατριβής μου, καθώς και τον κ. Ανέστη Καρκάνη, Επίκουρο Καθηγητή της Ζιζανιολογίας, για την βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές που μου πρόσφερε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Φένια Λιολιοπούλου, για τη συνεργασία και τις συμβουλές της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην οικογένεια μου για την ηθική και υλική υποστήριξή τους.

Περίληψη

Η παρακάτω εργασία αναφέρεται στο φανερόγαμο ολοπαράσιτο, οροβάγγη. Η οροβάγγη ή λύκος (κοινή ονομασία) ανήκει στην οικογένεια Orobanchaceae και είναι μονοετές φυτό. Ονομάζεται ολοπαράσιτο γιατί περιέχει χαμηλή συγκέντρωση χλωροφύλλης, γι' αυτό απορροφά από τους ξενιστές της διάφορα φωτοσυνθετικά προϊόντα, εκτός από θρεπτικά συστατικά, νερό, ορμόνες, τοξίνες και γενετικό υλικό. Η απορρόφηση πραγματοποιείται διαμέσου του μυζητήρα. Ο μυζητήρας αρχικά προσκολλάται στο ριζικό σύστημα του ξενιστή, διέρχεται στο εσωτερικό του και πραγματοποιείται αποκατάσταση της τροφικής σύνδεσης των δύο φυτών για την τροφοδοσία του παρασίτου. Όταν η οροβάγγη απορροφήσει από τον ξενιστή της όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται μέσω του μυζητήρα, σχηματίζει φυμάτια στις ρίζες του ξενιστή, μέχρι να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός του υπέργειου τμήματός της.

Ο βιολογικός κύκλος της οροβάγγης αποτελείται από δύο φάσεις. Η πρώτη φάση ονομάζεται ανεξάρτητη και η δεύτερη παρασιτική. Η βλάστηση των σπόρων της πραγματοποιείται σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Σε περίπτωση που οι συνθήκες αυτές επικρατήσουν σε παρατεταμένη διάρκεια, οι σπόροι θα εισέλθουν για δεύτερη φορά σε λήθαργο.

Η εξάπλωση του παρασίτου είναι μεγάλη. Έρευνες δείχνουν ότι προσβάλλει γύρω στις 58 χώρες με μεγάλες απώλειες παραγωγής. Στη χώρα μας εμφανίζεται κυρίως στην Ηπειρωτική Ελλάδα, με μεγάλες απώλειες παραγωγής στο νομό της Φθιώτιδας. Οι ξενιστές της ανήκουν στα εαρινά σιτηρά, στα εαρινά ψυχανθή, στον καπνό, στα φρούτα, στα λαχανοκηπευτικά και στα ελαιούχα φυτά. Τα περισσότερα διαδεδομένα είδη του παρασίτου είναι, η *O. ramosa*, *O. aegyptiaca*, *O. minor*, *O. crenata* και *O. cumana*.

Η καταπολέμηση της οροβάγγης πραγματοποιείται με ποικίλους τρόπους. Βέβαια δεν αντιμετωπίζονται όλα τα είδη της με την ίδια ευκολία. Ως τρόπους αντιμετώπισης χρησιμοποιούνται διάφορα καλλιεργητικά μέτρα, ο χημικός και ο βιολογικός έλεγχος,

οι βιοτεχνολογικές προσεγγίσεις, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, καθώς και ο συνδυαστικός τρόπος καταπολέμησης που θεωρείται η αποτελεσματικότερη μέθοδος.

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό την ολοκληρωμένη ανασκόπηση της οροβάγξης, δίνοντας την δυνατότητα πληροφοριών, σε νέες έρευνες που θα διεξαχθούν για το παράσιτο.

Περιεχόμενα

1.Γενικά χαρακτηριστικά της οροβάγχης.....	1
2.Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	1
2.1. Παραλλακτικότητα των ειδών της Οροβάγχης με βάση τη μορφολογία τους.....	2
3. Εξάπλωση της Οροβάγχης.....	4
3.1. Παγκόσμιος.....	4
3.2. Μεσόγειος.....	4
3.3. Ελλάδα.....	5
4. Ξενιστές.....	6
5. Επίδραση οικολογικών παραγόντων στη βλαστικότητα της οροβάγχης.....	6
5.1. Θερμοκρασία.....	6
5.2. Υγρασία.....	8
5.3. Φως/ Φωτοπερίοδος.....	9
5.4. Θρεπτικά στοιχεία.....	9
6. Επιπτώσεις και οικονομική σημασία της Οροβάγχης στην παραγωγή.....	10
7. Γενετική παραλλακτικότητα των πληθυσμών της Οροβάγχης με τη χρήση μοριακών δεικτών.....	12
8. Ο βιολογικός κύκλος της Οροβάγχης.....	14
9. Βλάστηση των σπόρων της Οροβάγχης.....	15
9.1.Παράγοντες και ουσίες που επηρεάζουν τη βλάστηση των σπόρων.....	16
9.1.1. Για την <i>Orobanche crenata</i>	16
9.1.2. Για την <i>Orobanche ramosa</i>	17

9.1.3. Για την <i>Orobancha minor</i>	18
9.1.4. Για την <i>Orobancha aegyptiaca</i>	18
9.1.5. Για την <i>Orobancha cumana</i>	19
10. Καταπολέμηση της Οροβάγχης.....	19
10.1. Καλλιεργητικά μέτρα.....	20
10.2. Χημικός έλεγχος.....	21
10.3. Βιολογικός έλεγχος.....	24
10.4. Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.....	26
10.5. Συνδυαστικός τρόπος καταπολέμησης.....	27
10.6. Βιοτεχνολογικές προσεγγίσεις.....	28
11. Μέθοδοι αντίστασης αναπαραγωγής των σπόρων της Οροβάγχης.....	28
11.1. Ανθεκτικές ποικιλίες.....	29
11.2. Μηχανισμοί αντίστασης.....	29
11.3. Αντοχή της Οροβάγχης ως προς τα ζιζανιοκτόνα.....	30
12. Καταπολέμηση συγκεκριμένα για το κάθε είδος.....	31
12.1. Για την <i>Orobancha crenata</i>	31
12.2. Για την <i>Orobancha ramosa</i>	32
12.3. Για την <i>Orobancha cumana</i>	32
12.4. Για την <i>Orobancha aegyptiaca</i>	32
12.5. Για την <i>Orobancha minor</i>	33
13. Συμπεράσματα.....	34
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	35

1.Γενικά χαρακτηριστικά της Οροβάγχης

Η οροβάγχη ανήκει στην οικογένεια *Orobanchaceae*. Ο αριθμός των ειδών της υπολογίζεται περίπου στα 200. Είναι παράσιτο και ανήκει στην κατηγορία των ολοπαράσιτων, λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης. Η βλάστηση των σπόρων του παρασίτου, αρχίζει μετά τη σύνδεσή της διαμέσου του μυζητήρα με τις ρίζες του ξενιστή (Radoslava et al. 2005). Αυτό πολλές φορές προκαλεί καταστροφή της παραγωγής (Pérez de Luque et al. 2007) και έχει ως συνέπεια την απορρόφηση από τους ξενιστές της - εκτός από νερό και θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξή της- και φωτοσυνθετικά προϊόντα.

Το παράσιτο φυτό έχει ποικιλομορφία χρωμάτων και μοιάζει αρκετά με το συγγενικό της γένος, *Phelipanche*. Τα δύο αυτά φυτά προσβάλουν συνήθως τις ίδιες καλλιέργειες. Μερικές από τις φαινοτυπικές τους διαφορές είναι το χρώμα των ανθέων και ο αριθμός των διακλαδώσεων του στελέχους.

Πλήττει καλλιέργειες σε πολλές περιοχές του πλανήτη, κυρίως σε χώρες της Ασίας. Έχει μεγάλη οικονομική σημασία, αφού αυξάνει τις απώλειες παραγωγής, μειώνοντας το ποσό του αγροτικού εισοδήματος. Έρευνες δείχνουν περιπτώσεις αγροτών, οι οποίοι αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τα καλλιεργήσιμα εδάφη τους λόγω της τεράστιας εξάπλωσης της.

2.Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Για την ταξινόμηση των ειδών της οροβάγχης χρησιμοποιούνται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των κόκκων της γύρης καθώς και το εξωσπόριο, το οποίο είναι σημαντικό εργαλείο για την αναγνώριση και την διάκριση γενών ή τμημάτων ενός γένους (Piwowarczyk 2015). Επίσης, σημαντικό γνώρισμα διάκρισης των ειδών της οροβάγχης είναι η διακλάδωση του στελέχους της, το μέγεθος, το σχήμα, οι λοβοί της στεφάνης, το σημείο προσκόλλησης των στημόνων στο εσωτερικό της στεφάνης, και πολλές φορές το άρωμα των ανθέων. (Λύρα 2009).

Η συνύπαρξή της οροβάγχης με τους ξενιστές της, δημιουργεί μία ισχυρή προσαρμογή και έναν αποτελεσματικό παρασιτισμό, κατά τον οποίο οι υποδοχείς σπόροι των ειδών της διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν ενώσεις που απελευθερώνουν οι ξενιστές (Fernandez- Aparicio et al. 2009).

Τα φυτά της οροβάγχης είναι ερμαφρόδιτα, δηλαδή αποτελούνται από αρσενικό και θηλυκό αναπαραγωγικό σύστημα. Αποτελούνται από ωθήκες, ζυγομορφικά, τέσσερις στήμονες με δύο ζεύγη διαφορετικού μήκους, δύο με τρεις λοβούς, στίγμα (Piwowarczyk 2015). Το υπέργειο τμήμα του βλαστού είναι σαρκώδη χωρίς χλωροφύλλη, λείος ή διακλαδιζόμενος. Τα άνθη έχουν ταξιανθία στάχυ με χρώμα λευκό, γαλάζιο, ιώδες ή κίτρινο (Λύρα 2009). Επίσης, είναι σταυρεπικονιαζόμενο ή αυτεπικονιαζόμενο είδος, λόγω της απουσίας των εντόμων (πιο σπάνια) (Piwowarczyk 2015).

Το χρώμα της στεφάνης είναι λευκό, καφέ ή κίτρινο (Plaza et al. 2004) και η κάτω επιφάνεια χρησιμοποιείται για επικονίαση (Piwowarczyk, 2015). Ο κάλυκας αποτελείται από λοβούς (Λύρα 2009) και διαιρείται από δύο πλευρικά τμήματα (Plaza et al. 2004). Το στίγμα συνήθως είναι άσπορο (Plaza et al. 2004), το ύψος κυμαίνεται 15-45 cm έως 1 m, και ο καρπός είναι κάψα (Λύρα 2009). Τα κύτταρα του ενδοσπερμίου περιβάλλουν ένα μη διαφοροποιημένο έμβρυο χωρίς κοτυληδόνες και ριζική κάλυπτρα. Οι σπόροι είναι μικροί καφέ και κυμαίνονται από 500 έως 5000 ανά κάψα. Υπάρχουν και μικρότεροι σπόροι που βρίσκονται στην κορυφή του στάχυ (Λύρα 2009).

2.1 Παραλλακτικότητα των ειδών της Οροβάγχης με βάση τη μορφολογία τους

Orobanche ramosa

Το είδος *O. ramosa* έχει μεγάλη ευρωστία και το χρώμα των ανθέων της μπορεί να είναι από βαθύ μπλε έως τελείως λευκό. Επίσης, έχουν προκύψει μερικά υποείδη της *O. ramosa*, όπως η *O. nana*, χωρίς διακλαδώσεις, της οποίας τα μορφολογικά

χαρακτηριστικά έχουν μικρό μέγεθος και τα στελέχη της προσβάλλουν άγρια είδη (Λύρα 2009).

Orobanche aegyptiaca

Μεταξύ των ειδών *O. aegyptiaca* και *O. ramosa* επικρατεί μία σύγχυση λόγω των όμοιων μορφολογικών χαρακτηριστικών τους. Κύριο ταξινομικό γνώρισμα των ειδών αυτών είναι η ύπαρξη ή μη των τριχιδίων στους ανθήρες. Το είδος *O. aegyptiaca* δεν έχει τριχίδια στους ανθήρες. Παράλληλα ένα ασταθές χαρακτηριστικό του είδους *O. aegyptiaca* είναι το μεγάλο μήκος της στεφάνης το οποίο μπορεί να φτάσει έως και 20mm. Λόγω αυτού του χαρακτηριστικού έχουν αναγνωρισθεί μερικά υποείδη (Λύρα 2009).

Orobanche crenata

Το είδος αυτό δεν έχει μεγάλη παραλλακτικότητα στη μορφολογία του όσο τα άλλα. Μεγάλη διαφορά υπάρχει στο χρώμα των ανθέων (Λύρα 2009). Το υπέργειο τμήμα του είναι ανθοφόρο, έχει μήκος 30-70 cm και συνήθως είναι κιτρινωπό. Ο καρπός είναι μία μη οφθαλμική κάψουλα μήκους 11-12 mm και όταν ωριμάζει ανοίγει στα δύο (Restuccia et al. 2009).

Orobanche minor

Στην *O. minor* κυριαρχεί μεγάλη παραλλακτικότητα στο χρώμα της στεφάνης, καθώς και στο στίγμα και στο στέλεχος. Μεγάλη σημασία έχει ο αριθμός των υποειδών του, που παρασιτούν σε διάφορες χώρες της Ευρώπης (Λύρα 2009).

Orobanche cernua / orobanche Cumana

Τα δύο είδη έχουν πολλές ομοιότητες. Χαρακτηριστική διαφορά τους είναι η επιφάνεια των σπόρων (Λύρα 2009). Στο είδος *O. cumana* έχουν αναγνωρισθεί 7 διαφορετικές φυλές που προσβάλλουν διαφορετικές ποικιλίες ηλίανθου (Pacureanu-Joita et al. 2005).

3.Εξάπλωση της οροβάγχης

3.1 Παγκόσμια

Περίπου 30 είδη της οροβάγχης βρίσκονται στην Κεντρική Ευρώπη. Ο κύριος λόγος της εξάπλωσής τους οφείλεται στο μακροχρόνιο εμπόριο και στον τουρισμό (Λύρα 2009). Τα περισσότερο διαδεδομένα είδη της οροβάγχης, είναι η *O. ramosa*, η *O. aegyptiaca*, η *O. minor*, η *O. crenata* και η *O.cumana*, με την *O.crenata* και την *O. minor* να υπερτερούν ως προς την εξάπλωσή τους (Λύρα 2009). Η επέκταση της *O. ramosa* και της *O. aegyptiaca* είναι μεγάλη σε πολλές χώρες της Ευρώπης. Στην Κίνα βρέθηκε ότι τα είδη *O. aegyptiaca* και *O. ramosa* είναι περισσότερο διαδεδομένα (Zhou et al. 2004).

Σύμφωνα με την Piwowarczyk(2012), στην Πολωνία κυριαρχούν 19 είδη. Μερικά από αυτά είναι οι *O. alba*, *O. arenaria*, *O. Caryophyllacea*, *O. alsatica*, *O. bartlingii*, *O. coerulescens*, *O. flava*, *O. lutea*, *O. minor*, *O. pallidiflora*, *O. picridis*, *O. purpurea*, και ίσως τα *O. ramosa*, *O. herderae*, *O. lucorum* (Piwowarczyk 2012).

3.2Μεσόγειος

Στη Μεσόγειο η εξάπλωση της οροβάγχης είναι μεγάλη με την *O.crenata* να υπερτερεί σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη του παρασίτου. Στην Ανατολική Μεσόγειο συναντάται η *O. aegyptiaca* και περιμετρικά της Μεσογείου συναντάται η *O. cumana* και η *O. crenata* (Λύρα 2009).

Στην Ισπανία λόγω της μεγάλης εξάπλωσης του παρασίτου πολλοί αγρότες εκριζώνουν τις καλλιέργειες του ηλίανθου. Επίσης, σοβαρό πρόβλημα έχει εντοπιστεί στην Τουρκία λόγω της παρουσίας της *O.cernua* και λιγότερο της *O.ramosa* .

Έχουν βρεθεί 36 είδη από τα οποία τα 4 είναι περισσότερο επικίνδυνα. Για παράδειγμα, το σύνθετο *O. ramosa* L. /*O. aegyptiaca* Pers , στις καλλιέργειες της τομάτας, του καπνού, στις φακές και στον ηλίανθου που προορίζεται για ηλιέλαιο. Επιπλέον, η *O. cernua* Loef καταστρέφει τον ηλίανθο και η *O.crenata* Forks τις φακές (Bülbul et al. 2009).

3.3 Ελλάδα

Η ζημιογόνος εμφάνιση της οροβάγχης έχει ευρεία κλίμακα στη χώρα μας. Στη Θράκη το είδος *O. cumana* προσβάλλει την καλλιέργεια του καπνού, με καταστρεπτικές συνέπειες (Τζάμος 2007). Στον Μαραθώνα, το είδος *O. crenata* παρασιτεί στην καλλιέργεια κουκιών, στα Ψαχά της Εύβοιας στην καλλιέργεια καρότου, και στην Πελοπόννησο, συγκεκριμένα στο Σαραβάλι και στο Καγκάδι της Αχαΐας, την καλλιέργεια μπιζελιού, όπως επίσης και την καλλιέργεια κουκιών στο χωριό Ηλέκτρα της Άνω Μεσσηνίας.

Η εξάπλωση της *O. ramosa* στον Δομοκό και στο Ναύπλιο πλήττει την καλλιέργεια του καπνού και της βιομηχανικής τομάτας. Επιπλέον, η *O. aegyptiaca* συναντάται κυρίως στη Μακεδονία, στις πόλεις Κοζάνη και Κατερίνη, στις καλλιέργειες του καπνού, της τομάτας και της ελαιοκράμβης. Δεν είναι σπάνια η εμφάνισή της στο Αγρίνιο, σε καλλιέργεια καπνού, καθώς επίσης και στην Τιθορέα και Αμφίκλεια (Λύρα 2009).

Το είδος *O. minor* προσβάλλει αρκετά τις καλλιέργειες της μηδικής στη χώρα μας (Τζάμος 2007).

ΕΙΔΟΣ	ΞΕΝΙΣΤΕΣ
<i>Orobanchae aegyptiaca</i>	Ντομάτα, καπνός, πεπόνι, ελαιοκράμβη, σε μερικά όσπρια
<i>Orobanchae ramosa</i>	Ντομάτα, καπνός, ελαιοκράμβη, πατάτα, καρπούζι, πεπόνι, κηπευτικά, κάνναβη
<i>Orobanchae cumana</i>	Ηλίανθο, καπνό
<i>Orobanchae Crenata</i>	Μπιζέλι, βίκο, φακή, ρεβίθι, φασόλι, κουκί, καρότο, σέλινο
<i>Orobanchae minor</i>	Τριφύλλι, μηδική, κτηνοτροφικά όσπρια

4. Ξενιστές

Η οροβάγχη λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης χλωροφύλλης, απορροφά φωτοσυνθετικά προϊόντα από τον ξενιστή της, καθώς και διάφορα θρεπτικά συστατικά, νερό, κ.α. Τα φυτά που προσβάλλονται από την οροβάγχη πολλές φορές μένουν νάνα (Τζάμος 2007, Pérez de Luque et al. 2004), ενώ μειώνεται η παραγωγή τους. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα σημαντικότερα είδη της οροβάγχης και οι αντίστοιχες καλλιέργειες στις οποίες επιδρά παγκοσμίως (Κύπρος, Τουρκία, Βουλγαρία, Ελλάδα, Ισραήλ, Σουδάν, Γερμανία, Ιταλία, Ρουμανία) (Pérez de Luque et al. 2004, Rubiales et al. 2005, Parker 2009).

5. Επίδραση οικολογικών παραγόντων στη βλαστικότητα της οροβάγχης

5.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία παίζει ρόλο στη σχέση ξενιστή και παρασίτου, και αυτό προσδιορίζεται με το θερμικό χρόνο μετρώντας τους βαθμούς ανάπτυξης της ημέρας GDD. Επίσης επηρεάζει το συγχρονισμό αλληλεπίδρασης του φυτού και του παρασίτου.

Orobanche cumana

Αυξάνοντας την τιμή της θερμοκρασίας σε συνθήκες ηλιοφάνειας, αυξάνεται η βλαστικότητα της *O. cumana*. Στην Ισπανία, έχει βρεθεί ότι σε συνθήκες ηλιοφάνειας και δροσιάς σε χειμερινές θερμοκρασίες κατά τη σπορά, η βλαστικότητα της *O. cumana* μειώνεται. Η μέγιστη βλαστικότητα του είδους είναι 79%, χρησιμοποιώντας παρόμοιο θερμικό χρόνο και GDD γύρω στα 500. Αυξάνοντας την θερμοκρασία ημέρας και νύχτας στους 29°C και 21°C αντίστοιχα, πραγματοποιείται ταχεία αύξηση του ρυθμού της βλάστησης του παρασίτου στο διάστημα 15 ημερών, ενώ η βλαστικότητα της *O. cumana* φτάνει στα 80%. Αυξάνοντας την θερμοκρασία ημέρας/νύχτας, μεγαλώνει ο αριθμός προσκόλλησης της *O. cumana* ανά φυτό. Επιπλέον, με την καθυστέρηση σποράς τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες,

στις καλλιέργειες της φακής και των φασολιών σε χαμηλές θερμοκρασιακές συνθήκες, μειώνεται η βλαστικότητα της *O.cumana* Forsk, ενώ αυξάνεται η προσβολή της (Eizenberg et al. 2009).

Orobanche minor

Ο παρασιτισμός της *O.minor* στο τριφύλλι εξαρτάται από τη θερμοκρασία (Eizenberg et al. 2009). Στην περιοχή Όρεγκον πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του imazamox στα 800, 1000, 1200 και 1400 GDD , μετά τη βλάστηση του κόκκινου τριφυλλιού και πριν τη βλάστηση του παρασίτου. Η θερμοκρασία επηρεάζει την εξέλιξη της *O. minor*, χωρίς το imazamox να επηρεάζει αρνητικά την καλλιέργεια κατά την διάρκεια του πειράματος (Eizenberg et al. 2006).

Ph. aegyptiaca (syn. *O. aegyptiaca*)

Η *Ph. aegyptiaca* έχει μικρότερη βλαστικότητα από την *O.cumana*. Η μέγιστη βλαστικότητα της κυμαίνεται στα 49% με παρόμοιο θερμοκρασιακό χρόνο, καθώς και στα 500 GDD. Αυξάνοντας την θερμοκρασία της ημέρας και νύχτας με θερμοκρασιακούς βαθμούς 26 °C και 18 °C αντίστοιχα, η βλαστικότητά της φτάνει στα 60%. Μειώνοντας τη θερμοκρασία, μειώνεται η ανάπτυξη και η βλαστικότητά της, ενώ αυξάνοντας τη θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια, αυξάνεται ο παρασιτισμός της στην τομάτα, τη μελιτζάνα και τον ηλιάνθο. Επιπλέον, η βλαστικότητά του παρασίτου μειώνεται όταν βρίσκεται σε καλλιέργειες φακής και φασολιού, με ταυτόχρονη καθυστέρηση της σποράς των καλλιεργειών σε χειμερινές συνθήκες, σε συνδυασμό με την πτώση των θερμοκρασιών και της παρουσίας δυσμενών συνθηκών (Eizenberg et al. 2009). Η βέλτιστη θερμοκρασία της *O.aegyptiaca* κυμαίνεται στους 18°C-21°C (Kebreab and Murdoch 1999).

Orobanche ramosa

Το βέλτιστο εύρος θερμοκρασιών για την αύξηση των σπόρων της *O. ramosa* κυμαίνεται στους 10 °C-30 °C (Gibot-Leclerc et al. 2004).

Orobanche crenata

Με δεδομένη τη μέση θερμοκρασία, η βλάστηση των σπόρων της *O. crenata* είναι ικανοποιητική σε σταθερές εναλλασσόμενες θερμοκρασίες, με βέλτιστη θερμοκρασία τους 18 °C (Kebreab and Murdoch 1999).

Στην Τουρκία, διεξήχθη πείραμα σε 2 καλλιεργητικές περιόδους, στην καλλιέργεια φασολιού, έναντι της *O. crenata* για τη σχέση παρασίτου-ξενιστή και για τις επιδράσεις των περιβαντολλογικών επιπτώσεων. Ο αριθμός των σπόρων του φασολιού που εφαρμόστηκε κατά τη σπορά, επηρεάστηκε από την ημερομηνία σποράς, τη μόλυνση από το παράσιτο, καθώς και από τις κλιματικές συνθήκες (Grenz et al. 2005).

5.2 Υγρασία

Σύμφωνα με το πείραμα των García –Torres et al. (1994), χρησιμοποιήθηκαν προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα σε καλλιέργεια ηλίανθου, έναντι της *O.cernua* Loefl. Οι συνθήκες υγρασίας που δημιουργήθηκαν από την αύξηση της αποικοδόμησης, μειώθηκαν μπροστά στον έλεγχο των ζιζανιοκτόνων προς τον έλεγχό τους στο παράσιτο (García-Torres et al. 1994).

Με βάση το πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Kebreab and Murdoch (1999), η διάρκεια ζωής των σπόρων της *O. crenata* αυξάνεται, όσο μειώνονται η ισορροπία της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας. Όλα τα είδη των σπόρων της οροβάγχης δρουν με τον ίδιο τρόπο στην επίδραση της θερμοκρασίας ως προς την βιωσιμότητά τους, όπως και στην ευαισθησία που δείχνουν για την διάρκεια ζωής τους, σύμφωνα με τις μεταβολές που προκύπτουν στην σχετική υγρασία. Παράλληλα, η βιωσιμότητα των σπόρων της *O.aegyptiaca* και της *O. crenata* αυξάνεται σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της βιωσιμότητας των σπόρων της *O. minor* για 100,103, 49 μέρες αντίστοιχα σε 40°C και σχετική υγρασία 50% (Kebreab and Murdoch 1999).

5.3 Φως/ Φωτοπερίοδος

Οι Mohamed-Ahmed and Drennan (1993), πραγματοποίησαν πείραμα για τη βλάστηση των σπόρων της *O. ramosa* στις καλλιέργειες φακής, φασολιών και μπιζελιού, με φωτοπερίοδο 10 ή 20 ωρών για 17 ημέρες σε θερμοκήπιο μετά τη σπορά, και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτά των καλλιεργειών αναπτυσσόταν περισσότερο κατά τη διάρκεια της 10ωρης φωτοπεριόδου (Mohamed-Ahmed and Drennan, 1993).

5.4 Θρεπτικά στοιχεία

Η καταστροφή της *O. cumana* Wallr που προσβάλλει τον ηλίανθο αυξάνεται, όσο αυξάνονται οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών ουσιών στα ευαίσθητα φυτά. Ο ηλίανθος επηρεάζεται από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων σε ελεγχόμενες συνθήκες (Labrousse et al. 2010). Όταν καλλιεργείται σε γλάστρα και προσβάλλεται από την οροβάγγη, με εφοδιασμό N, P, K, οι ποσότητες των θρεπτικών αυξάνονται στα φυτά που προσβάλλονται από το παράσιτο στο στάδιο της ανθοφορίας (Dimidenko and Kisilova 1940). Ταυτόχρονα, με την αύξηση του αζώτου, μειώνεται η προσβολή της τομάτας από την *O. ramosa* (Mariam and Suwanketnikon 2004).

Ο αριθμός των διακλαδώσεων της *O. ramosa* μειώνεται με την αύξηση του αζώτου, λόγω της ταυτόχρονης μείωσης του καλίου (Demirkan and Nemli 1993). Σύμφωνα με πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Λίβανο σε θερμοκήπιο για τη μελέτη ανάπτυξης της *O. ramosa* στη μελιτζάνα και στην πατάτα, εφαρμόστηκε θείο (0,1,4,8,12 t/ha) με ή χωρίς φυσικού λιπάσματος πουλερικών. Η χρήση του θείου μείωσε την ανάπτυξη και την προσβολή της οροβάγγης, σε σύγκριση με τη μελιτζάνα και την πατάτα που αυξήθηκε η απόδοσή τους. Επίσης η ανάπτυξη και η προσβολή της οροβάγγης μειώθηκε με τη χρήση του φυσικού λιπάσματος, με ή χωρίς τη χρήση θείου. Ο συνδυασμός της χρήσης του φυσικού λιπάσματος και του θείου, μείωσε το ξηρό βάρος του παρασίτου και αύξησε την απόδοση της μελιτζάνας και της πατάτας. Με τη χρήση 8t/ha φυσικού λιπάσματος και 12t/ha θείου, μειώθηκε ο παρασιτισμός της οροβάγγης στην μελιτζάνα (Haidar et al. 2005). Επιπλέον, η εφαρμογή των φυσικών

λιπασμάτων από ζώα, μειώνει την προσβολή της οροβάγχης, χωρίς να επηρεαστεί το ξηρό βάρος του βλαστού (Haidar et al. 2003).

Στην Αιθιοπία, τα φυσικά λιπάσματα των ζώων πραγματοποιούν καλό έλεγχο στα είδη της οροβάγχης, μειώνουν τη μόλυνση της *O. ramosa* στην καλλιέργεια της τομάτας. Με τη χρήση φυσικών λιπασμάτων από ελιά, μειώνεται η προσβολή του παρασίτου (Mariam and Suwanketnikon 2004).

Σύμφωνα με τους Westwood and Foy (1999), το άζωτο σε μορφή αμμωνίας βρέθηκε περισσότερο ανασταλτικό από το άζωτο σε μορφή νιτρικού. Η *O. aegyptiaca* ήταν περισσότερο ανθεκτική σε ποσότητα 5μM αμμωνίας απ' ό τι οι *O. crenata*, *O. ramosa*, *O. cernua* και *O. minor*. Στους σπόρους που εφαρμόστηκε θειική αμμωνία, οι ρίζες της οροβάγχης μειώθηκαν στο μισό (Westwood and Foy 1999).

Η αυξημένη ποσότητα νιτρικής αμμωνίας και θειικής αμμωνίας βρέθηκε να είναι επιβλαβές στις καλλιέργειες της τομάτας και του καπνού, ενώ μείωσε τη βιομάζα των παρασίτων στις αντίστοιχες καλλιέργειες που βρίσκονται σε γλάστρες. Παράλληλα η νιτρική αμμωνία με φωσφορικό κάλιο ή φωσφορικό αμμώνιο μειώνει καλύτερα την *O. aegyptiaca* όσο αυξάνεται η καλλιέργεια της τομάτας (Mariam and Suwanketnikon 2004).

Τέλος, σύμφωνα με τον Irmaileh (1994), η εφαρμογή της νιτρικής αμμωνίας (0,20,40,60,80,100 ppm) σε καλλιέργειες που συναντάται η *O. ramosa* ,έδειξε ότι όσο αυξάνεται ο ρυθμός αζώτου, μειώνεται η βλαστικότητα των σπόρων και το μήκος των ριζών των διακλαδώσεων της οροβάγχης που παρασιτεί στις φακές, στο λινάρι στο σιτάρι και στην τομάτα, με τη χρήση ενός τροποποιημένου διαλύματος Hoagland. Η βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης στο σιτάρι μειώθηκε (Irmaileh 1994).

6. Επιπτώσεις και οικονομική σημασία της οροβάγχης στην παραγωγή

Σύμφωνα με αρκετές μελέτες η *Orobancha spp.* προσβάλει παγκοσμίως μεγάλες εκτάσεις καλλιεργειών, με αποτέλεσμα οι απώλειες παραγωγής να είναι τεράστιες. Για παράδειγμα, παρατηρούνται μεγάλες απώλειες έως 50-70% από την *O. crenata*

στις χώρες Μαρόκο, Πορτογαλία, Ισπανία, Συρία. Στο Ισραήλ η απώλεια παραγωγής του μπιζελιού φτάνει στο 100% από την *O. crenata* και 50% από την *O. crenata* και *O. aegyptiaca* στην καλλιέργεια καρότου. Ταυτόχρονα μεγάλη μόλυνση έχει βρεθεί στις καλλιέργειες μαϊντανού και σέλινου (Bernhard et al. 1998), όπως και η ετήσια απώλεια παραγωγής της τομάτας, η οποία υπολογίζεται γύρω στα 5 εκ. δολάρια (Hershenhorn et al. 2009).

Στη Μέση Ανατολή οι ετήσιες απώλειες απόδοσης φτάνουν στα 1,3-2,6 δισεκατομμύρια δολάρια, και πιο συγκεκριμένα, στην Ανατολική Τουρκία η καλλιέργεια της φακής πλήττεται από την *O. crenata* και η απώλεια παραγωγής φτάνει έως και 60.000.000 ευρώ (Aksoy et al. 2016).

Στην Τουρκία, η ετήσια απώλεια της καλλιέργειας του ηλίανθου, ποσότητας 100tn, φτάνει στα 50.000.000€ και σε ποσότητα 70.000 tn της καλλιέργειας καπνού, η ετήσια απώλεια φτάνει στα 175.000.000€. Η ετήσια απώλεια παραγωγής της φακής υπολογίζεται στα 60.000.000€ και η καλλιέργεια της τομάτας στα 200.000.000€. Στην περιοχή Trane της Τουρκίας, η ετήσια απώλεια του ηλίανθου, ποσότητας 100.000tn, είναι 50.000.000€. Επίσης, τα ποσοστά προσβολών στην Τουρκία του Αιγαίου, υπολογίζονται στα 57,89% στην καλλιέργεια φασολιών από τα οποία για το 54,54% ευθύνεται η *O.crenata*. Το 9,1% της περιοχής προσβάλλεται από το διπλό είδος *O.aegyptiaca/O.ramosa*. Στην καλλιέργεια φασολιών το ποσοστό 6,81 πλήττεται από τις *O.aegyptiaca/O.ramosa* και *O. crenata/m²*, ενώ στην καλλιέργεια φακών το 6,55 από τις *O.aegyptiaca/O.ramosa* και *O. crenata/m²*. Λόγω των μεγάλων ποσοστών της προσβολής που προκαλεί η οροβάγχη στην Τουρκία και λόγω του ότι η σχέση που συνδέεται μεταξύ του παρασίτου και του ξενιστή είναι πολύ στενή, δεν είναι εύκολη η αντιμετώπιση. Γι' αυτό ιδρύθηκε το "National Broomrape Project" για 4 χρόνια (2006-2010,) κυρίως λόγω της προσβολής των καλλιεργειών τομάτας, πατάτας και φακών. Δεν έχουν ακόμα μελετηθεί οι λόγοι της τόσο μεγάλης εξάπλωσης του παρασίτου στην Τουρκία, αλλά μπορεί να αναφερθεί ότι η βόσκηση των ζώων σε συγκεκριμένα εδάφη ευνοούν το παράσιτο. Παράλληλα, μπορεί να βασιστεί και στη άγνοια των γεωργών για το παράσιτο (Bülbül et al. 2009).

Η καλλιέργεια της τομάτας έχει μολυνθεί από την *O.cernua* και την *O. aegyptiaca*, με αποτέλεσμα πολλοί γεωργοί να εγκαταλείπουν τις εκτάσεις τους. Στην Αίγυπτο παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης της παραγωγής της τομάτας, λόγω της

αυξανόμενης μόλυνσης σε νέες καλλιέργειες. Οι σπόροι της μεταφέρονται μέσω του φυσικού λιπάσματος από ζώα, της βοσκής ή του μολυσμένου νερού (Hershenthorn et al. 2009).

7. Γενετική παραλλακτικότητα των πληθυσμών της οροβάγχης με τη χρήση μοριακών δεικτών

Orobanche crenata

Με τη βοήθεια των RAPD δεικτών βρέθηκε ότι η παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών των ειδών *O. aegyptiaca* και *O. crenata* είναι αρκετά χαμηλή, σε σύγκριση με αυτή που παρατηρήθηκε εντός αυτών (Λύρα 2009). Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε στους πληθυσμούς της *O. crenata* στις χώρες Ισραήλ και Ισπανία, χρησιμοποιήθηκε ραδιοεπισημασμένη αλληλουχία ενίσχυσης μεταξύ απλών προϊόντων επανάληψης που διαχωρίστηκαν σε πήκτες πολυακρυλαμιδίου για τον προσδιορισμό της αλληλουχίας (χρησιμοποιήθηκαν primers ISSR). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μεγαλύτερο μέρος της γενετικής ποικιλότητας, οφειλόταν σε διαφορές μεταξύ των ατόμων εντός ενός πληθυσμού, αν και βρέθηκαν σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των περιφερειών. Δηλαδή, οι πληθυσμοί της Ισπανίας ήταν περισσότερο όμοιοι μεταξύ τους απ' ό τι οι πληθυσμοί του Ισραήλ. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με την ετερογαμική συμπεριφορά της *O. crenata* και την αποτελεσματική διασπορά των σπόρων (Roman et al. 2002).

Επίσης, μία δεύτερη μελέτη διεξήχθη εντός και μεταξύ των ειδών της *O. crenata* στην Νότιο Ισπανία χρησιμοποιώντας δείκτες RAPD, και AMOVA (Analysis of Molecular Variance), για ανάλυση της διακύμανσης μεταξύ των πληθυσμών και μεταξύ των ατόμων, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος της γενετικής ποικιλότητας να οφείλεται σε διαφορές μεταξύ των ατόμων εντός ενός πληθυσμού. Λόγω των σημαντικών τιμών μεταξύ των πληθυσμών, προτάθηκε η ύπαρξη φαινοτυπικής διαφοροποίησης (Roman et al. 2001).

Orobanche ramosa

Στη Γαλλία η *O. ramosa* παρατηρήθηκε στις καλλιέργειες ελαιοκράμβη, καπνό και κάνναβη. Λόγω της ικανότητάς της να προσαρμόζεται τόσο εύκολα στον ξενιστή, έγινε μελέτη για την μεταβλητότητα των πληθυσμών της σε σύγκριση με τους ξενιστές της και παρατηρήθηκε σημαντική διακύμανση της προσβολής τους. Αφού συλλέχθηκαν σπόροι του ζιζανίου και είδη των ξενιστών, παρατηρήθηκαν με τη χρήση αναλύσεων, διαφορές μεταξύ των ενώσεων των ειδών του ξενιστή σε σχέση με εκείνες του πληθυσμού της οροβάγγης, και μεγάλη συγγένεια μεταξύ ενός είδους του ξενιστή και του πληθυσμού. Έπειτα έγινε ανάλυση της γενετικής ποικιλότητας τριών πληθυσμών της *O. ramosa* με PCR και δείκτες RAPD (Brault et al. 2007).

Ταυτόχρονα μία δεύτερη έρευνα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας δύο πληθυσμούς της *O. ramosa* σε 9 διαφορετικές ποικιλίες καπνού στην Ευρώπη, με τη χρήση ISSRs primers και την διαδικασία της PCR, βρέθηκε ότι οι τύποι καπνού Virgin και Burley ήταν περισσότερο ευπαθή σε ένα πληθυσμό του είδους της *O. ramosa* (Buschmann et al. 2005).

Orobanche cumana

Το είδος αυτό περιορίζει σημαντικά την καλλιέργεια ηλίανθου. Μελετήθηκε η γενετική ποικιλότητα των πληθυσμών του, από δείγματα μολυσμένων χωρών όπως είναι η Βουλγαρία, η Ρουμανία, η Τουρκία και η Ισπανία, χρησιμοποιώντας τους δείκτες RAPD. Αναλύθηκαν 8 πληθυσμοί, από 180 φυτά, με 23 εκκινητές και λήφθηκαν 133 ηλεκτροφορίζουσες μπάντες. Έπειτα, υποβλήθηκε σε συμπληρωματικές αναλύσεις. Αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το φυτό ήταν αυτογόνιμο, με μικρή μεταβλητότητα ενδοπληθυσμού και μικρή ανταλλαγή γονιδίων, το οποίο λαμβάνει χώρα σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Τέλος, τα αποτελέσματα συζητιούνται για τον προσδιορισμό των αληθινών φύλων της *O. cumana* αντί των πληθυσμών της (Gagne et al. 1998).

Η μελέτη της Λύρα (2009) μας ενημερώνει για την πληθυσμιακή παραλλακτικότητα της *O. cumana*. Είναι μεγαλύτερη μεταξύ των πληθυσμών και μικρότερη εντός αυτών λόγω της αυτογονιμοποίησης. Η γενετική παραλλακτικότητα της *O. cumana* οφείλεται και στο αναπαραγωγικό σύστημα, στον τρόπο διασποράς των σπόρων, την ηλικία του πληθυσμού και στον βαθμό προσβολής.

8. Ο βιολογικός κύκλος της Οροβάγχης

Ο κύκλος ζωής της ρίζας του παρασίτου έχει κάποια στάδια που επηρεάζουν άμεσα τον ξενιστή. 1. Διέγερση του σπόρου, 2. Βλαστική ικανότητα, 3. προσκόλληση, διεισδύει μέσω των ιστών του ξενιστή, 5. Συνδέεται με τον αγγειακό ιστό, 6. Ανάπτυξη ενός φύματος και κορυφή, 7. Ανάπτυξη στελέχους και εμφάνισή του, 8. Ανθοφορία, 9. Ρύθμιση σπόρων. (Rubiales et al. 2006).

Ο βιολογικός της κύκλος αποτελείται από δύο φάσεις, την ανεξάρτητη φάση και την παρασιτική φάση (Λύρα 2009). Η πρώτη φάση ξεκινά από την βλάστηση του σπόρου, συνεχίζει με τον παρασιτισμό του στις ρίζες και τη διείσδυσή του στους ιστούς, μαζί με την ανάπτυξη ενός συστήματος που λέγεται haustorium (μυζητήρας) (Gibot- Leclerc 2012), έως την εγκατάσταση του μυζητήρα στο ριζικό σύστημα του φυτού (Λύρα 2009). Η δεύτερη φάση ξεκινά μόλις ο μυζητήρας αναπτυχθεί στη ρίζα (Λύρα 2009) με την εμφάνιση και την ανάπτυξη των ανθέων, και τελειώνει με την ανθοφορία και την καρποφορία (Gibot- Leclerc 2012). Σε περιόδους κατάλληλων θερμοκρασιών, υγρασίας και χημικού ερεθίσματος από το ριζικό σύστημα του ξενιστή, αρχίζουν να βλαστάνουν. Όταν επικρατήσει παρατεταμένη διάρκεια θερμοκρασίας και υγρασίας, οι σπόροι θα πέσουν για δεύτερη φορά σε λήθαργο. Έπειτα οι σπόροι κατευθύνονται προς την πηγή μόλις βλαστήσουν, προσκολλούν, κι αν δε φτάσουν έγκαιρα στην πηγή τότε πεθαίνουν (Λύρα 2009) .

Με την αποκατάσταση του μυζητήρα στο ριζικό σύστημα του ξενιστή, το παράσιτο κολλάει σ' αυτόν, ακολουθεί η ανταλλαγή νερού και θρεπτικών στοιχείων, τοξινών, ορμονών ακόμα και γενετικού υλικού. Όταν ο κύκλος ζωής της οροβάγχης τελειώσει, τότε παρασιτεί εξ ολοκλήρου στον ξενιστή (Rubiales et al. 2006).

Οι κύριες λειτουργίες του μυζητήρα είναι η προσκόλληση, η διείσδυση και η αποκατάσταση της τροφικής σύνδεσης με τον ξενιστή (Λύρα 2009). Η δομή του μυζητήρα στην πιο ώριμη μορφή του αποτελείται από 1. Τον αγγειακό ιστό, 2. Το υαλώδες σώμα και 3. το ενδόφυτο, δηλαδή το τμήμα που βρίσκεται μέσα στη ρίζα του ξενιστή. Επίσης, για τη βλαστικότητα και το σχηματισμό του μυζητήρα παίζουν ρόλο 1. Ο ρυθμός με τον οποίο παράγονται οι ουσίες που επάγουν είτε τη

βλαστικότητα είτε την ανάπτυξη της κατασκευής του μυζητήρα, 2. Τη σταθερότητα των μορίων τους, 3. Τη συγκέντρωσή τους στο εδαφικό διάλυμα και 4. Ο χρόνος έκθεσης που χρειάζεται μέχρι να δεχτεί το φυτοπαράσιτο το ερέθισμα για να εκπτυχθούν οι διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες (Λύρα 2009).

Οι προπαρασκευαστικές διαδικασίες πριν βλαστήσουν οι σπόροι της οροβάγχης είναι τρεις. Αρχικά η μεθωρίμανση, δηλαδή η περίοδος που οι σπόροι βρίσκονται σε λήθαργο. Περιορίζει τη βλαστικότητα των σπόρων που έχουν μόλις συγκομισθεί στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, τη στιγμή που ο ξενιστής έχει ήδη αρχίσει το βιολογικό του κύκλο για να μπορέσει να στηρίξει και τον κύκλο του παρασίτου. Έπειτα ακολουθεί η λήψη νερού, όταν ο σπόρος βρεθεί σε επίπεδα υγρασίας και θεωρείται πλήρως αφυδατωμένος σε λιγότερο από 24 ώρες. Και τέλος, η μεταχείριση των σπόρων. Οι σπόροι βρίσκονται σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για να είναι δεκτικοί στις διεγερτικές ουσίες ανάπτυξης. Η προμεταχείριση οφείλεται στα παρακάτω γεγονότα: αναπνοή, σύνθεση DNA, σύνθεση πρωτεϊνών και στη σύνθεση γιββερελλίνων. Όσο αυξάνεται η προμεταχείριση των σπόρων, τόσο μειώνεται και η ευαισθησία στις διεγερτικές ουσίες, μέχρι ένα σημείο καθοριστικό για κάθε είδος και πληθυσμό (Λύρα 2009).

9. Βλάστηση σπόρων της Οροβάγχης

Ο πολλαπλασιασμός της οροβάγχης πραγματοποιείται με σπόρους βάρους 3-7mg. Η βλαστικότητα των σπόρων εξαρτάται από τις κλιματικές και τις εδαφικές συνθήκες της περιοχής και του αγρού. Για την επιτυχή βλάστηση των σπόρων απαιτείται ξηρός χειμώνας και όχι περιοχές που υγραίνονται συχνά.

Παράλληλα, η περιοχή από την οποία προέρχεται ο σπόρος είναι υπεύθυνη για την βιωσιμότητά του. Η μακρά διάρκεια ζωής του σπόρου οφείλεται στις συνθήκες του περιβάλλοντος της περιοχής (Restuccia et al. 2009).

9.1 Παράγοντες και ουσίες που επηρεάζουν τη βλάστηση των σπόρων

Μερικές διεγερτικές ουσίες για την βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης είναι η διυδροσοργολεόνη, η αλεκτρόλη από το φασόλι ή το τριφύλλι, η οροβαγχόλη και η στριγγόλη από το βαμβάκι με 4 δακτυλίους A,B,C,D (Restuccia et al. 2009).

Επίσης, οι τερπενοειδή λακτόνες SL_s, είναι φυσικές ορμόνες, οι οποίες δρουν στη ριζόσφαιρα ως παράγοντες διακλάδωσης για τους μυκορριζικούς μύκητες, και αναστέλλουν την διακλάδωση των βλαστών. Όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εμπορική χρήση λόγω της μειωμένης ποσότητάς τους που βρίσκεται στα φυτά. Επίσης, η χρήση αερίου αιθυλενίου κάτω από το έδαφος διεγείρει τη βλάστηση των σπόρων του παρασίτου (Fernandez-Aparicio et al. 2011).

Ταυτόχρονα, υπό εμπορικές συνθήκες για πλήρη θανάτωση των σπόρων, χρησιμοποιούνται άλατα τεταρτογενούς αμμωνίου σε συγκέντρωση 0,5% a.i του απολυμαντικού διμέθυλο αμμώνιο βρωμίδιο. Αποτελεσματικό είναι το σκέπασμα υγρού εδάφους με διάφανα φύλλα πολυαιθυλενίου για 1 με 2 μήνες, αξιοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία η οποία αυξάνει τη θερμοκρασία του εδάφους κάτω από το φύλλο πολυαιθυλενίου (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

9.1.1 Για την *Orobanche crenata*

Για την αδρανοποίηση των σπόρων της *O. crenata* ευθύνονται διάφοροι παράγοντες, όπως:

- Η μείωση των γιββερελλίνων
- Έλλειψη ερεθισμάτων στα φυτά-ξενιστές
- Παρουσία φαινολικών ενώσεων στο σπόρο
- Οι αναστολείς στο σπόρο βρίσκονται σε μεγάλο βαθμό
- Αλλαγή της κατάστασης του σπόρου

- Παρατεταμένη έκθεση των σπόρων σε λάθος συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας
- Μεγαλύτερες αναλογίες από τις βέλτιστες
- Η ατμοσφαιρική θερμοκρασία να μην είναι κάτω από 15°C και να μην υπερβαίνει τους 20°C
- pH εδάφους (5-8,5) και οσμωτικό δυναμικό (0-0,5) (Restuccia et al. 2009).
- Η ηλιοπροστασία στους σπόρους καταστρέφεται, χρησιμοποιώντας λίπανση κοπριάς (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

Οι σπόροι των παρασίτων βρίσκονται σε αδράνεια μέχρι να διεγερθούν από διάφορες ουσίες που βρίσκονται στις ρίζες των φυτών (Akiyama and Hayashi 2006). Οι στριγγολακτόνες είναι από τις ουσίες που διεγείρουν τη βλάστηση των σπόρων της *O. crenata* όταν βρίσκονται σε μικρό ποσοστό, οι οποίες προέρχονται από τους ξενιστές της (Restuccia et al. 2009). Απομονώθηκαν από εκχυλίσματα ριζών μιας ποικιλίας όπως το μονοκότυλο σόργο, τον αραβόσιτο, το κεχρί, το βατόμουρο, το κόκκινο τριφύλλι, το αμπελοφάσουλο, τα *Menispermum dauricum* και το λωτό (Fernandez-Aparicio et al. 2011).

Άλλες σημαντικές διεγερτικές ουσίες για τη βλάστηση των σπόρων είναι η trans 22-dehydrocampesterol που είναι καλός διεγέρτης της *O. crenata* Forssk (Fernandez-Aparicio et al. 2011). Ορισμένα φλαβονοειδή, π.χ η κουκεστίνη, (Akiyama and Hayashi 2006). Ο σχηματισμός των πλευρικών ριζών διεγείρεται από τα μυκητιακά εξιδρώματα των *Gigaspora rosea*, *Gigaspora margarita* και *Glomus idaradices* (Akiyama and Hayashi 2006).

9.1.2 Για την *Orobancha ramosa*

Για τη *O. ramosa* υπάρχουν πολλοί αναστολείς της βλάστησης. Σύμφωνα με τους Zonno and Vurro (2002) οι δραστηρότεροι αναστολείς που προκαλούν 100% αναστολή βρέθηκε να είναι το *Fusarium X*, η νιβαλενόλη, η τοξίνη T-2, HT-2 κ.α. σε 10μΜ. Σε συγκέντρωση 10 φορές χαμηλότερη, οι T-2, HT-2 και η νιβαλενόλη προκαλούν ολική αναστολή (Zonno and Vurro 2002).

Η βιοσύνθεση αιθυλενίου με ενδογενή εφαρμογή, επάγει τη βλάστηση της *O.ramosa*. (Fernandez- Aparicio et al. 2011). Καλοί διεγέρτες για την βλάστηση της *O.ramosa* βρέθηκαν 15 τερπενοειδή (Vail et al. 1990), από τα οποία, οι 5 από τις πιο δραστικές ενώσεις περιείχαν ομάδες εστέρα. Τα αμινοξέα όπως η μεθειονίνη, που προκαλεί πλήρως αναστολή σε συγκέντρωση 2μM, προκαλούν σοβαρές φυσιολογικές διαταραχές. (Vurro et al. 2006).

9.1.3 Για την *Orobancha minor*

Ένας από τους διεγέρτες της βλάστησης των σπόρων της *O.minor* είναι ο οξικός εστέρας της στριγγόλης, από τη ρίζα του βαμβακιού, της τομάτας και ένα ισομερές της στριγγόλης από το σόργο (Λύρα 2009). Δύο ακόμα διεγέρτες της *O.minor*, που προσβάλλει το τριφύλλι, η αλειτρόλη και η οροβαγγόλη, η οποία σχετίζεται με τη στριγγόλη, απομονώθηκαν από τη ρίζα του τριφυλλίου (Yokota et al. 1998).

Η trans 22-dehydrocampesterol είναι καλός διεγέρτης της *O. minor* (Fernandez-Aparicio et al. 2011). Επίσης η συντόμευση της περιόδου προετοιμασίας για την ανταπόκριση στο διεγερτικό βλάστησης Strigol, οφείλεται στις φλουριδόνη και το norflurazon (Chae et al. 2004).

Τέλος, οι επιδράσεις των μυκήτων, κοτυλενίνες (CNs) και φουσυκοκκίνες (FC_s) στη βλάστηση των ριζών των *Striga hermonthica* (Del.) Benth και της *O. minor*, σε χαμηλές συγκεντρώσεις 10-5M, προκάλεσαν έως 50% αύξηση της βλάστησης. Η βλάστηση της οροβάγχης δε μειώθηκε από τους αναστολείς της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου (Yoneyama et al. 1998).

9.1.4 Για την *Orobancha aegyptiaca*

Η βλάστηση των σπόρων της *O.aegyptiaca* αναστέλλεται από τα ριζικά εκκρίματα του *L.pennelli* LA 716 και διεγείρεται από τα ριζικά εκκρίματα των *Ferum*, *Tresor* και *Momor* (El-Halmouch et al. 2006). Όταν, οι μη προσαρμοσμένοι σπόροι εκτίθενται απευθείας σε GR24 στα 10⁻⁶ m, πραγματοποιείται μείωση της βλάστησης

της οροβάγχης (Song et al. 2005). Τέλος, η trans 22-dehydrocampesterol διεγείρει τους σπόρους της *O.aegyptiaca Pers* (Fernandez- Aparicio et al. 2011).

9.1.5 Για την *Orobancha cumana*

Οι στριγγολακτόνες διεγείρουν τη βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης, όχι όμως της *O.cumana* που παρασιτεί στο ηλίανθο. Σε χαμηλές συνθήκες φωσφόρου μειώνεται η δραστηριότητα των εκχυλισμάτων της ρίζας του ηλίανθου, καθώς και η φλουριδόνη (αναστολέας της οδού βιοσύνθεσης καροτενοειδών) που αναστέλλει την παραγωγή διέγερσης της βλάστησης σε βλαστούς και ρίζες των νεαρών ηλιόσπορων. Επίσης, η DCL (λακτόνη Dehydrocostus) βγαίνει σε μικρές ποσότητες από της ρίζες του ηλίανθου, και διεγείρει τη βλάστηση των σπόρων της *O.cumana*, όχι όμως της *O.aegyptiaca* (Joel et al. 2011).

Έξι μοντέλα, οι sesquiterpene lactone, η parthenolide και η 3,5-dihydroxydehydrocostus-lactone από τον ηλίανθο, αυξάνουν τη βλάστηση της *O.cumana* (Perez de Luque et al. 2000). Τέλος, διεγέρτες της βλάστησης σε χαμηλές συγκεντρώσεις, εκτός από την dehydrocostus lactone, υπήρξαν και οι costunolide, tomentosin, 8-epixanthalin και η synthetic strigolactone GR24 (Raupp and Spring 2013).

10.Καταπολέμηση της οροβάγχης

Δεν αντιμετωπίζονται όλα τα είδη της οροβάγχης με την ίδια ευκολία, π.χ η *O.crenata* η οποία παράγει συνεχώς πολυάριθμους σπόρους (Restuccia et al. 2009) δεν είναι εύκολα αντιμετωπίσιμη. Όμως, υπάρχουν ποικίλοι τρόποι για την καταπολέμηση της οροβάγχης, π.χ. καλλιεργητικά μέσα, χημικό και βιολογικό έλεγχο, ανθεκτικές ποικιλίες κ.α. Μερικοί από αυτούς αναφέρονται παρακάτω:

10.1 Καλλιεργητικά μέτρα

1. Με την αμειψισπορά (Roman et al. 2011). Μερικά φυτά π.χ. λινάρι, πιπεριά, κ.α., βλαστάνουν τους σπόρους και ταυτόχρονα προσβάλλονται από την οροβάγχη, όπως είναι το λινάρι και η πιπεριά. Από τη άλλη, το καλαμπόκι, το σόργο κ.α. βλαστάνουν τους σπόρους τους αλλά δεν προσβάλλονται από το παράσιτο (Λύρα 2009). Η αμειψισπορά θα πρέπει να γίνεται με φυτά που δεν είναι ξενιστές της οροβάγχης, ανάλογα πάντα με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις άρδευσης (Punia 2014).
2. Την ηλιοαπολύμανση (Roman et al. 2011). Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται 90-100% μείωση της βλαστικότητας της οροβάγχης. Μετά την ηλιοαπολύμανση δεν απαιτείται αναμόχλευση, γιατί οι σπόροι που βρίσκονται σχετικά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους θα εκπτυχθούν. Τα αποτελέσματα της ηλιοαπολύμανσης μειώνονται όταν το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας βρίσκεται σε μεγάλο βάθος, αλλά το κόστος αυτής της μεθόδου είναι απαιτητικό (Λύρα 2009). Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για τη βιολογική γεωργία και αποκλείει την χημική μόλυνση (Mauromicale et al. 2005).
3. Με μαύρο πλαστικό. Αρκετά οικονομική μέθοδος (Λύρα 2009).
4. Αυξάνοντας το άζωτο στο έδαφος. Το άζωτο μειώνει τη βλαστικότητα της οροβάγχης (Abu-Irmaileh 1981). Με το συνδυασμό του αζώτου σε αυξημένη δόση με το οργανικό λίπασμα, ενισχύεται το σθένος των καλλιεργειών (Punia 2014).
5. Με το κάψιμο των στελεχών του παρασίτου. Με αυτή τη μέθοδο μειώνεται η δυναμικότητα των σπόρων στο έδαφος που αργότερα θα παρασιτούσαν στην τρέχουσα καλλιέργεια (Λύρα 2009).
6. Αυξάνοντας την πυκνότητα φύτευσης επί της γραμμής. Μ' αυτόν τον τρόπο όμως, μειώνεται η απόδοση της παραγωγής (Restuccia et al. 2009).
7. Με τη βαθιά άροση στην τρέχουσα καλλιέργεια (Λύρα 2009) για να μην προλάβει να ωριμάσει ο σπόρος, καθώς και με την αφαίρεση βλαστών (Restuccia et al. 2009). Το όργωμα χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των σπόρων σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους, ώστε λόγω έλλειψης οξυγόνου να μην μπορέσουν να βλαστήσουν (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

8. Έχει βρεθεί ότι η κατάκλιση του εδάφους μειώνει τη βλαστικότητα της οροβάγχης (Λύρα 2009).
9. Φύτευση όσπριων χρησιμοποιώντας πρώιμες ποικιλίες. Παρεμποδίζει τη δράση της *O. crenata* (Perez de Luque et al. 2005).
10. Σε περίπτωση που η προσβολή είναι μικρή προτείνεται η απομάκρυνση των στελεχών της οροβάγχης πριν σποροποιήσει (Roman et al. 2011), αλλά με προσοχή για να μην τραυματιστούν οι ρίζες της καλλιέργειας. Επίσης καλό θα ήταν να αποφεύγεται το σκάλισμα, διότι τα στελέχη της οροβάγχης εμφανίζονται στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου και υπάρχει κίνδυνος για την καλλιέργεια (Λύρα 2009).
11. Χρήση σπόρων του ξενιστή, οι οποίοι θα είναι απαλλαγμένοι από σπόρους την οροβάγχης (Restuccia et al. 2009).
12. Χρήση στάγδην άρδευσης, η οποία παρεμποδίζει τη μεγάλη συγκέντρωση της υγρασίας στο έδαφος και εξασφαλίζει καλύτερο αερισμό, με σκοπό τη μείωση του παρασιτισμού (Restuccia et al. 2009).

10.2 Χημικός έλεγχος

Ένας τρόπος είναι τα καπνιστικά εδάφους (Eizenberg et al. 2013), τα οποία καταστρέφουν τους σπόρους της οροβάγχης με μέτριες ή μεγάλες προσβολές. Κατάλληλα είναι το 1,3-διγλωροπροπένιο και το μεθυλισοθειακυανίδιο, αλλά αρκετά επικίνδυνα για τον άνθρωπο (Λύρα 2009).

Άλλος τρόπος αντιμετώπισης της οροβάγχης είναι με μεταφωτρωτικά ή τα προφωτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Αποτελεσματικότερα είναι τα μεταφωτρωτικά. Συγκεκριμένα το glyphosate γίνεται αποτελεσματικότερο όταν πριν την εφαρμογή του στα 100g/ha, εφαρμόζεται το ζιζανιοκτόνο rimsulfuron στα 12,5g/ha (Haidar et al. 2005). Μελέτες δείχνουν ότι έχει καλή επίδοση σε κάποιες καλλιέργειες που προσβάλλονται από την *O. crenata*, όπως το φασόλι σε συγκέντρωση 60g ha⁻¹, στο βίκο και στο μαϊντανό σε συγκέντρωση 35-67g ha⁻¹ (Restuccia et al. 2009). Βέβαια, εξαιτίας της φυτοτοξικότητας στο glyphosate, στις σουλφονουλουρίες και στις ιμιδαζολίνες, ανακαλύφθηκαν ποικιλίες που είναι ανθεκτικές σε αυτές τις δραστικές ουσίες (Shaner et al. 2005).

Εφαρμόζοντας 200gr/ha glyphosate, στις 40 έως 60 μέρες μετά τη μεταφύτευση της καλλιέργειας του καπνού, τα αποτελέσματα για τον έλεγχο της οροβάγχης ήταν ικανοποιητικά, χωρίς να επηρεαστεί η απόδοση του καπνού (Lolas 1994). Επιπλέον, ικανοποιητικά αποτελέσματα πάρθηκαν από την εφαρμογή του glyphosate με 2 ψεκασμούς σε 25g/ha σε 30 DAS και 50g/ha σε 55 ημέρες μετά τη σπορά, με την προϋπόθεση όμως ότι τη στιγμή του ψεκασμού η καλλιέργεια δεν έχει προβλήματα υγρασίας, αφαιρώντας παράλληλα την αριστερή πλευρά του πάνω μέρους του βλαστού πριν αρχίσει η ανθοφορία. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται οι σπόροι του παρασίτου στο έδαφος (Punia 2014).

Από την άλλη μεριά, ο Haidar et al. (2005) υποστηρίζει πως τα 300g/ha glyphosate δημιούργησαν φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια της πατάτας. Ένας τρίτος ερευνητής χρησιμοποίησε μικρότερη δόση glyphosate έως 180g/ha με μέτρια αποτελέσματα, χωρίς τη δημιουργία ανεπιθύμητων συμπτωμάτων στην καλλιέργεια (Kotoula-Suka and Eleftherohorinos 1991).

Από τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα τα περισσότερο αξιόλογα προέρχονται από τις σουλφονυλουρίες και τις ιμιδαζολίνες. Μερικά από αυτά είναι: το Terbucarb στο κουκί, το imazethapyr στο κουκί, το ρεβίθι, τη φακή, το φασόλι, τον ηλίανθο, τη σόγια, το trifluralin και το diphenamid στην τομάτα, το chlorsulfuron στο κουκί, τον ηλίανθο και την τομάτα, το imazaquin και το imazapyr στο κουκί, το ofresistance στο ηλιέλαιο, το imazapyr στο ηλιέλαιο, το imazapic στην πατάτα και στο ηλιέλαιο, το rimsulfuron στην πατάτα. Μελέτες δείχνουν πως το imsulfulon είναι αρκετά αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο, κυρίως όταν εφαρμόζεται στο φύλλωμα για τον έλεγχο της *O. ramosa*, αλλά φυτοτοξικό στην καλλιέργεια της πατάτας (Haidar et al. 2005).

Το imazapic εφαρμόστηκε στο Ισραήλ το 1997-1998 σε καλλιέργεια ηλίανθου για τον έλεγχο της *O. cumana* κάτω από αρδευόμενες ή μη συνθήκες. Η ανάπτυξη του ηλίανθου δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή του imazapic, αλλά η απόδοση των σπόρων της ταξιανθίας του μειώθηκε σε αναλογία με τον εφαρμοζόμενο ρυθμό του ζιζανιοκτόνου (Goldwasser et al. 2001). Παράλληλα το ίδιο ζιζανιοκτόνο δημιούργησε ζημιές στους κονδύλους της πατάτας, όταν η καλλιέργεια ψεκάστηκε για τον έλεγχο των *O. ramosa* και *O. aegyptiaca* (Goldwasser et al. 2001).

Σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας εφαρμόστηκαν τα chlorsulfuron και το pendimethalin για τη μείωση της βλάστησης της οροβάγχης. Το chlorsulfuron ήταν

αποτελεσματικότερο. Το ζιζανιοκτόνο αυτό, όταν αναμειχθεί με το έδαφος πριν τη μεταφύτευση, εμποδίζει το παρασιτισμό της οροβάγχης στην καλλιέργεια. Καλά αποτελέσματα πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας δόση στα 0.61g a.i / ha, ενώ με 9,75g a.i/ha και υψηλότερη, ήταν τοξικό για τη τομάτα μειώνοντας την ανάπτυξή της. Καλά αποτελέσματα υπήρξαν με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου στα 9,75g a.i/ha και νερού σε 3-4 δόσεις μετά την εμφάνιση (Qasem 1998).

Το imazethapyr παρείχε καλό έλεγχο στη σόγια. Εφαρμόζοντάς το πριν την εμφάνιση του ηλίανθου, είναι τοξικό στην καλλιέργεια. Θετικά αποτελέσματα πραγματοποιήθηκαν με το ipnazapyr στην καλλιέργεια του ηλίανθου. Όμως, ο ηλίανθος είναι ανθεκτικός στο imazethapyr (Alonso et al. 1998).

Ενδιαφέρουσα και αποτελεσματική, αλλά ταυτόχρονα αρκετά δαπανηρή μέθοδος, είναι η εφαρμογή ουσιών στο έδαφος πριν την καλλιέργεια, για τη νέκρωση των σπόρων του παρασίτου. Καλά αποτελέσματα πάρθηκαν από τις ουσίες GR5, GR7, GR4, αλλά η δράση τους εξαρτάται από το PH και την υγρασία του εδάφους. Το σκεύασμα Nijmegen-1 μείωσε σε μεγάλο βαθμό την προσβολή της οροβάγχης στην καλλιέργεια του καπνού. Άλλες ουσίες που αναστέλλουν τη δράση της οροβάγχης και παρεμποδίζουν τη σύνθεση της γιββερελλίνης, είναι τα ancymidol, uniconazole και paclobutrazol (Λύρα 2009).

Άλλη μία ενδιαφέρουσα μέθοδος είναι η χρησιμοποίηση του GDD. Το GDD είναι ένα μοντέλο που βασίζεται στο θερμικό χρόνο συσχετίζοντας τις αυξανόμενες βαθμομέρες (GDD) με τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του παρασίτου. Το μοντέλο αυτό εφαρμόστηκε σε τρεις διαφορετικές καλλιέργειες ψυχανθών όπως τα φασόλια, τον αρακά και τις φακές, στις οποίες επιτίθεται πολύ συχνά η οροβάγχη. Επίσης τα αναπτυξιακά στάδια του παρασίτου σχετίζονται με την GDD, αλλά βρέθηκαν διαφορές σχετικά με την καλλιέργεια του ξενιστή. Στον ηλίανθο, μπιζέλι, φασόλια, βίκο, ρεβίθι και φακή, ο δροσερός χειμώνας μειώνει την λοίμωξη, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας που συνδέεται άμεσα με την αύξηση της οροβάγχης (Perez de Luque et al. 2016).

Επί προσθέτως, το GDD χρησιμεύει για την πρόβλεψη ανάπτυξης της οροβάγχης στις ρίζες των καλλιεργειών κάτω από το χώμα. Ταυτόχρονα αναπτύσσονται μοντέλα, με βάση το GDD για τη βελτίωση του χρόνου εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου, κάτι το οποίο είναι σημαντικός παράγοντας για τη μείωση της

οροβάγχης. Το GDD παίζει καθοριστικό ρόλο, όσο αφορά τους δύο κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της οροβάγχης, τους ξενιστές και την θερμοκρασία. Όπως επίσης, ξεδιαλώνει τις υποθέσεις που μπορεί να υπάρξουν σε σχέση με τις διαφορές στην μολυσματικότητα του παρασίτου μεταξύ διαφορετικών ειδών του ξενιστή, στο αν υπάρχει σιγμοειδή σχέση μεταξύ του GDD και της ανάπτυξης του παρασίτου, και στο αν η σχέση που θα προκύψει, δείχνει τις διαφορές στην ανάπτυξη του παρασίτου μεταξύ των ξενιστών (Perez de Luque et al. 2016).

10.3 Βιολογικός έλεγχος

Για το βιολογικό έλεγχο των ζιζανίων χρησιμοποιούνται και έντομα. Υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία από φυτοφάγα έντομα που προσβάλλουν την οροβάγχη (Klein and Kroschel 2002), γύρω στα 22 είδη (Abu- Shall and Amany 2012). Ο βασικότερος εχθρός της οροβάγχης είναι το δίπτερο *Phytomyza orobanchia*, ένα έντομο της οικογένειας Agromyzidae (Roman et al. 2011). Έχει βρεθεί ότι προσβάλλει 21 είδη (Klein and Kroschel 2002). Είχε πραγματοποιηθεί βιολογικός έλεγχος στην Σοβιετική Ένωση και σε άλλες χώρες της Ανατολικής Ευρώπης. Αυτός ο τρόπος καταπολέμησης ενισχύει τον πληθυσμό του εντόμου (Abu- Shall and Amany 2012). Το έντομο αυτό τρέφεται με το νέκταρ της οροβάγχης (Roman et al. 2011), και οι προνύμφες του τρέφονται μόνο με τους ανώριμους καρπούς της, καταστρέφοντας έτσι πολλούς σπόρους. Η προσβολή τους φτάνει μέχρι τα υπόγεια τμήματα του στελέχους του ξενιστή (El-Eryan et al. 2001). Η μείωση της οροβάγχης κυμαίνεται από 30-80% σε διάφορες χώρες (Klein and Kroschel 2002). Σε περιοχές εύκρατες όπου η ανθοφορία της *O. crenata* αρχίζει νωρίς την άνοιξη, οι ζημιές του *Phytomyza* περιορίζονται λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα (Roman et al. 2011).

Ανασταλτικοί παράγοντες για τη μείωση του πληθυσμού του εντόμου είναι διάφορα εντομοκτόνα (Abu- Shall and Amany 2012), όπως και οι χαμηλές θερμοκρασίες (Klein and Kroschel 2002).

Μία δεύτερη μέθοδος είναι η εφαρμογή παθογόνων. Για παράδειγμα, το *Fusarium oxysporum var. orthoceras* και το *Fusarium solani* απομόνωντάς τα από την *O.*

ramosa, βρέθηκε ότι μειώνουν έντονα το βάρος των βλαστών της οροβάγχης, και τον αριθμό των φυματίων που συνδέονται με τις ρίζες του ξενιστή. Ταυτόχρονα, η απομόνωση των *Fusarium campyoceras* και *Fusarium Chlamydosporum*, προκάλεσαν περίπου το 50% του ελέγχου της οροβάγχης (Boari and Vurro 2004).

Επιπλέον, το *Fusarium oxysporum* χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της *O.cumana* Wallr. στην καλλιέργεια του καπνού, της τομάτας και του ηλίανθου, και παρατηρήθηκε αποτελεσματική καταστολή της φύτρωσης του παρασίτου (Thomas et al. 1998).

Κάποιες φυλές των μυκήτων που απομονώθηκαν, νεκρώνουν πάνω από 70% τους σχηματισμένους όγκους των *O.aegyptiaca*, *O.cernua* και *O.ramosa* (Zonno and Vurro 2002). Υπάρχουν 18 τοξίνες που παράγονται από το *Fusarium*. Αυτές δοκιμάστηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις στους σπόρους της *O.ramosa* για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητά της. Δραστικές ήταν αυτές με την υψηλότερη δόση στα 10μM, οι οποίες παρεμπόδισαν τη βλάστηση έως 100%. Ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής και η εύρεση συγκέντρωσης των μυκοτοξινών είναι αποτελεσματικά στην οροβάγχη, αλλά δεν είναι τοξικές σε άλλους οργανισμούς, και θα μπορούσε να είναι μια ενδιαφέρουσα πηγή νέων ενώσεων που δρουν φυσικά. Η χρήση τοξικών δευτερογενών μεταβολιτών θα μπορούσε να είναι ένας εναλλακτικός τρόπος στον έλεγχο των παρασίτων, αναστέλλοντας τη βλάστηση της οροβάγχης (Zonno and Vurro 2002). Επίσης, για την αναστολή της βλάστησης των σπόρων, λαμβάνουν χώρα η φουζικοκίνη που προέρχεται από το *Fusicoccum amygdali* και η κοτυλινόνη (Evidente et al. 2006).

Ένας τρίτος τρόπος βιολογικού ελέγχου της οροβάγχης είναι η εφαρμογή φυσικών ουσιών, οι οποίες αναστέλλουν τη βλάστηση των σπόρων του παρασίτου ή αυξάνουν την ανθεκτικότητα του ξενιστή. Αυτό πραγματεύεται με βιολογικά σκευάσματα όπως το Bion (σαλικυλικό οξύ), το Proradix, το Fruton, τα οποία προκαλούν μείωση της οροβάγχης έως και 80% (Gonsior et al. 2004), και το ASM το οποίο μείωσε τη βλάστηση των σπόρων έως 70%, με ταυτόχρονη προσκόλληση της οροβάγχης (Veronesi et al. 2009). Το Bion περιέχει το δραστικό παράγοντα BTH, το οποίο μειώνει κατά 95% τη βλάστηση της *O.cumana* Wallr. σε καλλιέργεια ηλίανθου (Gonsior et al. 2004). Το Proradix περιέχει γιασμονικό οξύ, και το Fruton παρέχει εκχύλισμα από το φίκο *Ascophyllum nodosum*.

Τα οργανικά σκευάσματα με φύκη περιέχουν υδατάνθρακες, ιχνοστοιχεία, ορμόνες και βιταμίνες, και είναι κατάλληλα για τις καταπονήσεις των καλλιεργειών (Sauerborn et al. 2002). Μεγάλη αποτελεσματικότητα με υψηλή δόση έδωσαν τα αμινοξέα, χωρίς να είναι επιβλαβή στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. Τα αμινοξέα μεταβολίζονται γρήγορα από τους οργανισμούς του εδάφους, παρ' όλο που προκαλούν δυσλειτουργία, και το κόστος τους είναι υψηλό. Επίσης πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν, πως τα μικρόβια του αμινοξέος εισάγονται στην ριζόσφαιρα της καλλιέργειας και ελέγχουν τη ρίζα του παρασίτου. Εφαρμόζονται έξω από τη ζώνη της ρίζας και ελέγχουν το παράσιτο. Ταυτόχρονα, παράγει παθογόνα της οροβάγχης για να ενισχυθεί η μολυσματικότητα της (Zonno and Vurro 2002).

Από την άλλη, η μεθειονίνη αναστέλλει πλήρως τη βλάστηση των σπόρων της *O. ramosa* στην καλλιέργεια της τομάτας (Zonno and Vurro 2002). Το φωσφορικό κάλιο μείωσε έως 50% τη βιομάζα της μολυσμένης ελαιοκράμβης (Veronesi et al. 2009).

Τέλος, αποτελεσματική μέθοδος για τον έλεγχο του παρασίτου θα μπορούσε να είναι η ενεργοποίηση των ανοσολογικών αποκρίσεων πριν από τη μόλυνση των φυτών (Saverborn et al. 2002).

10.4 Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών

Οι περισσότερες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, δείχνουν ότι ο ηλίανθος είναι από τις πιο ανθεκτικές καλλιέργειες στην οροβάγχη, και συγκεκριμένα στην *O. cumana*. Ανθεκτικότητα έχει βρεθεί στο ρεβίθι (Rubiales et al. 2003), καθώς και στον καπνό, το βίκο, την ελαιοκράμβη, το μπιζέλι, την τομάτα και την μελιτζάνα (Λύρα 2009). Ταυτόχρονα, ανθεκτικές ποικιλίες για την *O.crenata* που είναι διαθέσιμες σήμερα είναι οι Giza 402 και Baraca (Restuccia et al. 2009).

Παράλληλα, οι φυλές E και F της οροβάγχης είναι ευπαθείς στο υβρίδιο του ηλίανθου P-96 (Perez-Vich et al. 2004), οι φυλές F και G από το υβρίδιο Pioneer P-4223, όχι όμως από το Tarsan-1018 (Λύρα 2009). Επιπλέον, το *Helianthus debilis* subsp. *Tardiflorus* είναι ανθεκτικό στη φυλή G της οροβάγχης και η ανθεκτικότητα αυτή ελέγχεται από αλληλόμορφο σε ένα τόπο (Velasco et al. 2012).

Είναι σημαντικό να τονιστούν οι καλλιέργειες που λειτουργούν ως θεριστικές παγίδες, καθώς και καλλιέργειες για περικοπή αλιευμάτων, που χρησιμοποιούν την αγρανάπαυση και την αμειψισπορά των περιοχών που πλήττονται από σπόρους της οροβάγχης. Οι καλλιέργειες που λειτουργούν ως θεριστικές παγίδες, διεγείρουν τη βλάστηση χωρίς να παρασιτούν, με στόχο την εξάντληση των σπόρων της οροβάγχης. (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

Επίσης, η πιπεριά δρα αποτελεσματικά έναντι της βλάστησης των *O. aegyptiaca* και *O. cernua* Loefl. Η καλλιέργεια του κριθαριού, του τριφυλλιού, του κουνουπιδιού, του καλαμποκιού, το γλυκό καλαμπόκι, το λινάρι, η βρώμη, ο ηλίαθος κ.α, είναι αποτελεσματικά για την *O.minor*. Για την *O.aegyptiaca* αποτελεσματική είναι η καλλιέργεια του μιζελιού, ο μωβ βίκος “Sadot” και το σόργο “Hazera” (Fernandez- Aparicio et al. 2011).

Στην περίπτωση των καλλιεργειών για περικοπή αλιευμάτων, που είναι αρκετά αντικονομική, χρησιμοποιούνται κανονικοί ξενιστές με υψηλό βαθμό βλαστικότητας. Η τεχνική αυτή είναι ασύμφορη για τους γεωργούς, διότι μπορεί η ποσότητα σπόρου του παρασίτου να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα σπόρων του ξενιστή. Επιπλέον, οι σπόροι της οροβάγχης μπορεί να εξαλειφθούν μετά από ένα χρόνο (Fernandez- Aparicio et al. 2011). Η απομάκρυνση των καλλιεργειών αυτών από τον αγρό, μετά τη εμφάνιση του παρασίτου, μειώνει το δυναμικό των σπόρων (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

10.5 Συνδυαστικός τρόπος καταπολέμησης

Για την αναστολή της βλάστησης της οροβάγχης και των επιπτώσεων που δημιουργεί στις καλλιέργειες, καμία μέθοδος μόνη της δεν είναι τελείως αποτελεσματική, γι’ αυτό απαιτείται ολοκληρωμένη διαχείριση του προβλήματος (Perez de Luque et al. 2010). Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους όπως, ηλιοαπολύμανση, ζιζανιοκτονία, ανθεκτικές ποικιλίες λαχανικών, η ημερομηνία φύτευσης (Λύρα 2009), χημικός και βιολογικός έλεγχος, μοντελοποίηση, ίσως στο κοντινό μέλλον νανοτεχνολογία (Perez de Luque et al. 2010) , αγροτεχνικός έλεγχος,

αξιολόγηση γενετικών αντιστάσεων σε τεχνητές και φυσικές συνθήκες, ενεργοποίηση χημικών σημάτων που εκκρίνονται από τον ξενιστή και την αλληλεπίδραση μεταξύ του ξενιστή και του παρασίτου σε διάφορα στάδια ανάπτυξης και σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Duka 2014)

Για παράδειγμα στο Ισραήλ για την καταπολέμηση της *O. aegyptiaca* στην καλλιέργεια τομάτας χρησιμοποιήθηκαν ανθεκτικές ποικιλίες, χημική καταπολέμηση με σουλφονουλουρίες και ιμιδαζολίνες, βιολογικός έλεγχος με μύκητες και με ψεκασμούς με κατάλληλο απολυμαντικό (Λύρα 2009).

Στο Σουδάν για την αντιμετώπιση του προβλήματος, πάρθηκαν υγειονομικά μέτρα για τους αγρότες του Khartoun, και σε περιοχές με αυξημένο πρόβλημα χρησιμοποιήθηκαν ηλιοαπολύμανση καθώς και χημικός έλεγχος με glyphosate (Braun et al. 1985).

Τέλος, για τον υπολογισμό του χρόνου εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων χρησιμοποιούμε τον συνδυασμό του GDD και γεωργικά συστήματα ακριβείας. Η παρακολούθηση της ανάπτυξης του παρασίτου έγινε μέσω φωτογραφιών από κάμερες στο έδαφος και με ψηφιακές φωτογραφίες από δορυφόρο, το οποίο έχει υψηλό κόστος (Λύρα 2009).

10.6 Βιοτεχνολογική προσέγγιση

Περιλαμβάνεται χρήση μηχανικών ανθεκτικών καλλιεργειών για την έκφραση των αλληλόμορφων, έναντι της βλάστησης των σπόρων της οροβάγχης ή την ανάπτυξη των ριζών της προς τις ρίζες του ξενιστή (Fernandez- Aparicio et al. 2011).

11. Μέθοδοι αντίστασης αναπαραγωγής των σπόρων της οροβάγχης

11.1 Ανθεκτικές ποικιλίες

Η αναπαραγωγή για την αντίσταση είναι πολύ οικονομική και προσιτή για το περιβάλλον (Fernandez-Aparicio et al. 2009). Πολλές καλλιέργειες είναι ανθεκτικές σε διάφορα είδη της οροβάγχης, λόγω κληρονομικότητας. Κάποιες από αυτές είναι ο ηλίανθος, ο οποίος φέρει κληρονομική αντοχή στο είδος *O.cumana* (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012). Έγιναν προσπάθειες να προστεθούν υβρίδια ηλίανθου στα περισσότερα ζημιογόνα είδη της οροβάγχης, όμως παρατηρήθηκε αντίσταση νέων λοιμογόνων. Πολλοί επικεντρώθηκαν σε νέες πηγές ως προς την ανθεκτικότητα του ηλίανθου στην *O.cumana* με αποτέλεσμα, όταν ο ηλίανθος βρίσκεται κοντά στην οροβάγχη, δημιουργούνται νέα γονίδια τα οποία προσδιορίζουν την ανθεκτικότητά του (Joita et al. 2009).

Η τομάτα παρουσιάζει ανθεκτικότητα στα είδη *O.aegyptiaca* και *O.crenata*, η ελαιοκράμβη στην *O.aegyptiaca* και ο καπνός στην *O.ramosa* (Fernandez-Aparicio et al. 2009). Τα όσπρια εκφράζουν μία ευρεία ανθεκτικότητα στην *O.crenata* (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012), όπως και ο βίκος (Fernandez-Aparicio et al. 2009). Πιο συγκεκριμένα, η ανθεκτικότητα του φασολιού στην *O.crenata* πραγματοποιείται με τη χρήση της γραμμής F402 που λαμβάνει χώρα στην αναπαραγωγή τους. Τέτοιες γραμμές όπως η F402, δηλαδή γραμμές έναντι της *O.crenata* δίνουν μεγάλη αντοχή και απόδοση ακόμα και στο είδος *O.foetida* (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

Άλλες καλλιέργειες που αντιστέκονται στην οροβάγχη με λιγότερη αντοχή, είναι τα είδη *Lathyrus sativus* L. (χλοοτάπιτας), *Lathirus cicera* L (αγριολαθούρι) και *Pisum sativum*(μπιζέλι). Μεγαλύτερη αντοχή παρουσιάζει το υβριδοποιημένο μπιζέλι με άλλα άγρια είδη του *Pisum* (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

11.2 Μηχανισμοί αντίστασης

Ένας από τους μηχανισμούς αντίστασης στις ρίζες των παρασίτων που λειτουργεί πριν την επαφή της ρίζας του παρασίτου με την ρίζα του ξενιστή, είναι αποτέλεσμα της αντίστασης σε διάφορα επίπεδα της μόλυνσης. Αυτός ο μηχανισμός έχει

χρησιμοποιηθεί για την ανθεκτικότητα του σόργου έναντι της *S. hermonthica*, κατά την αναπαραγωγή του. Σημαντική είναι και η ανθεκτικότητα της *O. crenata*, η οποία μειώνει την βλαστικότητα των σπόρων στα όσπρια (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

Ένας δεύτερος μηχανισμός για την ανθεκτικότητα των παρασίτων είναι ο χημειοτροπισμός, ο οποίος "δείχνει" στο παράσιτο την ρίζα του ξενιστή. Και οι δύο μηχανισμοί αντίστασης καταστρέφουν το φυτό, είτε απορροφώντας νερό και θρεπτικά στοιχεία από αυτό, είτε παρέχοντας το τοξικές ενώσεις π.χ φαινολικές ενώσεις στα αγγεία του ξενιστή (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

11.3 Αντοχή της οροβάγξης ως προς τα ζιζανιοκτόνα

Για το έλεγχο παρασίτων στα όσπρια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ζιζανιοκτόνο το οποίο εισχωρεί στο φυτό, φτάνει στις ρίζες του και περνά στο παράσιτο. Το παράσιτο μαζί με τα θρεπτικά στοιχεία που απορροφά από το φυτό, απορροφά και ζιζανιοκτόνο και έτσι συσσωρεύονται τοξικές ουσίες στο εσωτερικό του. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση διαγονιδιακών καλλιεργειών, οι οποίες έχουν αντοχή στη οξικογαλακτική συνθάση ALS, τη συνθάση φωσφορικού εξοφωσφορικού εστέρα EPSP και στα ζιζανιοκτόνα διυδροπτεροϊκής συνθετάσης ελέγχοντας την οροβάγξη. Η αυξημένη αντίσταση καλλιεργειών στο ALS, λόγω παρατεταμένης χρήσης ζιζανιοκτόνων μπορεί να εξελίξει τις καλλιέργειες αυτές σε ζιζάνια, όπως αναφέρεται στο *Cuscuta campestris*, γι' αυτό το λόγο συνιστώνται μίγματα ζιζανιοκτόνων. Βέβαια αυτός ο τρόπος ελέγχου των παρασίτων έχει υψηλό κόστος, απαιτεί χρόνο ανάπτυξης, και φέρει δύσκολο μετασχηματισμό στα όσπρια (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

Η αναπαραγωγή του αραβόσιτου τον καθιστά ανθεκτικό στις καλλιέργειες ρυζιού, σίτου, σόργου, ελαιούχων σπόρων, ιμιδαζολινόνης και οφείλεται σε μεθοδικούς μεθόδους. Μέσω της μεταλλαξογένεσης και της επιλογής, ανακαλύφθηκαν φυτά τα οποία είναι ανθεκτικά στην ιμιδαζολινόνη, με αλλοιωμένα γονίδια ALS και ένζυμα, όπως οι φακές εμπορίου με το όνομα CLEARFIELD. Οι φακές αυτές μπορούν να ανεχτούν υψηλές δόσεις ιμιδαζολινόνης, χωρίς να είναι γενετικά τροποποιημένες (Rubiales and Fernandez-Aparicio 2012).

12. Καταπολέμηση συγκεκριμένα για το κάθε είδος

12.1 Για την *Orobancha crenata*

Η *O. crenata*, προσβάλλει σιτηρά και ψυχανθή. Ως χημική μέθοδος καταπολέμησης, χρησιμοποιούνται καλλιέργειες που είναι διαγονιδιακές ή μεταλλαγμένες, αντιστέκονται στα ζιζανιοκτόνα και ταυτόχρονα ελέγχουν το βιολογικό κύκλο της οροβάγχης. Αυξάνοντας την αζωτούχο λίπανση στο έδαφος με τη χρήση ουρίας ή αμμωνίας, μειώνεται η βλάστηση των σπόρων του παρασίτου. Καλή μέθοδος είναι και ο υποκαπνισμός του εδάφους, με βρωμιούχο αιθυλένιο και μέθυλο βρωμίδιο, αλλά η δράση των *Rhizobium spp.* επηρεάζει αρνητικά τη μέθοδο αυτή (Restuccia et al. 2009).

Μία μη οικονομική μέθοδος είναι η χρήση των φυσικών μέσων, όπου το έδαφος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την διάρκεια των εφαρμογών. Ο συνδυασμός του φυσικού λιπάσματος από τα ζώα για συνεχή χρόνια με ταυτόχρονη χρήση ηλιοθεραπείας, εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η ηλιακή παστερίωση μπορούν να αναστείλουν τη βλάστηση των σπόρων της *O.crenata* (Restuccia et al. 2009).

Από τον ξενιστή παράγεται ένας ριζικός ανασταλτικός μεταβολίτης, η ουσία trigoxazonane, που μειώνει τη βλάστηση των σπόρων του παρασίτου (Restuccia et al. 2009). Το Ditmar εκκρίνεται από τις ρίζες του φασολιού, παράγει το μακροκυκλικό τριχοθηκένιο της βερουκαρίνης A, και αναστέλλει το συγκεκριμένο είδος (Rubiales and Feradez-Aparicio 2012).

Οι οργανισμοί *Ulocla diumatrum* (Preuss) Sacc και *Ulocladium botrytis* Preuss αναστέλλουν την *O.crenata* (Rubiales and Feradez-Aparicio 2012). Όπως και ο μύκητας *F. Oxysporum*, που είναι καλό παθογόνο για το συγκεκριμένο είδος, καθώς και οι *F. oxysporum*, *F. arthrosporioides* που είναι καλά παθογόνα γι' αυτό το ζιζάνιο (Hershenhorn et al. 2009).

12.2 Για την *Orobanche ramosa*

Με τη χρήση Nijmegen 1 σε χώμα όπου παρασιτεί η *O. ramosa*, αυξάνεται η προσβολή της (Fernandez- Aparicio et al. 2011).

12.3 Για την *Orobanche cumana*

Χρησιμοποιώντας το μείγμα των *Fusarium oxysporum f. sp Orthoceras* και *Fusarium Solani*, πραγματοποιείται καλός έλεγχος της *O. cumana* σε ηλιέλαιο. Όπως και η ενσωμάτωση επαγωγέων SAR με *Fusarium oxysporum f. Sp Orthoceras* (Rubiales and Feradez-Aparicio 2012). Ο οργανισμός *Ulocladium botrytis* προκαλεί ασθένεια στην *O. cumana*. Επίσης, γι' αυτό το είδος αποτελεσματική είναι η χρήση πολλαπλών εφαρμογών μίγματος, δύο ή περισσότερων μυκήτων σε συνθήκες ηλιοφάνειας (Hershenhorn et al. 2009).

12.4 Για την *Orobanche aegyptiaca*

Για το παράσιτο *Ph. aegyptiaca Pamel (syn.O.aegyptiaca)* που μολύνει την καλλιέργεια της τομάτας έχουν βρεθεί διάφοροι τρόποι καταπολέμησης. Για χημική καταπολέμηση χρησιμοποιούνται κυρίως τα ζιζανιοκτόνα που περιέχουν σουλφονουλουρίες και ιμιδαζολίνες εφαρμόζοντάς τα κάθε 2 με 4 εβδομάδες. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται μόνο στην περιοχή η οποία έχει μολυνθεί από το ζιζάνιο. Το αποτελεσματικότερο από αυτά είναι οι σουλφονουλουρίες, όταν εφαρμόζονται στο έδαφος πριν τη σπορά σε συνθήκες έλλειψης ανέμου. Απορροφάται από τον ξενιστή και μεταφέρεται στο παράσιτο. Οι χλωροσουλφονουλουρίες εφαρμόζονται με στάγδην άρδευση (Hershenhorn et al. 2009).

Ο υποκαπνισμός του εδάφους είναι ένας τρόπος καταπολέμησης με μερική αποτελεσματικότητα και υψηλό κόστος. Παρ' όλα αυτά εφαρμόζεται σε μερικές περιοχές χρησιμοποιώντας τις ενώσεις, μεθυλοβρωμίδιο, το οποίο είναι φιλικό προς

το περιβάλλον, το metham sodium, το dazomet και το 1,3- dichloropropene (Hershenhorn et al. 2009).

Ο ψεκασμός με διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο, συνοδεύεται από άρδευση με ψεκαστήρα καθώς και τη χρήση της στάγδην άρδευσης. Με αυτόν τον τρόπο οι βλαστοί της τομάτας δεν εμφανίζονται στο έδαφος, και απαιτείται λιγότερη ποσότητα ζιζανιοκτόνου από αυτή που θα εφαρμοζόταν για άμεσο έλεγχο του ζιζανίου. Βέβαια, η διαδικασία αυτή δεν είναι τόσο αποτελεσματική όσο η απ' ευθείας εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου στο έδαφος (Hershenhorn et al. 2009).

Η εφαρμογή των imazapic και imazamox θα πρέπει να γίνεται σε χαμηλούς ρυθμούς, 45 μέρες ή αργότερα από τη συγκομιδή διότι βλάπτουν τα αναπαραγωγικά μέρη της τομάτας. Ικανοποιητική μέθοδος είναι και η απολύμανση του εδάφους (Hershenhorn et al. 2009).

Μικροοργανισμοί που είναι αποτελεσματικοί για τον έλεγχο του είδους είναι οι *Fusarium arthrosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria alternate*, *Rhizoctonia solani*, *Mocrophomia phaseolina* και *Bacillus sp* σύμφωνα με απομονώσεις που πραγματοποιήθηκαν (Hershenhorn et al. 2009).

12.5 Για την *Orobanche minor*

Για την καταπολέμηση της *O. minor* εφαρμόστηκε άνυδρο metham-sodium/ha νερού σε ποσότητα 163,5kg και βάθος 22cm. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ψεκασμός με *Oxalis sp.* σε 500L ή 333L ανά εκτάριο (James and Frater 1977). Σε μικρή έκταση χωραφιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί το Ningdong που αναστέλλει τους σπόρους του χειμερινού σίτου (ShuQi et al. 200)

13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Απ' όσα εκθέσαμε παραπάνω, εξάγεται το συμπέρασμα πως η οροβάγχη είναι από τα περισσότερο επικίνδυνα ολοπαράσιτα, λόγω του μεγάλου κύκλου των ξενιστών που προσβάλλει, και της καταστροφής του κύκλου ζωής τους. Φέρει μεγάλες απώλειες της παραγωγής των αγροτών. Βέβαια οι τρόποι αντιμετώπισης της οροβάγχης ποικίλουν, καθώς διεξάγονται συνεχώς καινούριες έρευνες για την αντιμετώπιση του παρασίτου.

Εν κατακλείδι, συμπεραίνεται πως στις επόμενες ερευνητικές εργασίες που θα πραγματοποιηθούν για την *Orobancha spp.* θα ήταν χρήσιμο να δοθεί μεγαλύτερη βάση στους παράγοντες, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την διέγερση ή την αναστολή της βλαστικότητάς των σπόρων. Κι αυτό γιατί θα βοηθήσει περισσότερο στην πρόληψη της μόλυνσης από το παράσιτο, μειώνοντας τις απώλειες παραγωγής, αυξάνοντας την ανταγωνιστικότητα της γεωργίας, καθώς επίσης και στον περιορισμό της χρήσης της χημικής αντιμετώπισης, η οποία είναι αποτελεσματικότερη από τις υπόλοιπες μεθόδους, αλλά ταυτόχρονα φέρει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όσο αφορά τη ρύπανση του εδάφους και των υδάτων.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Λύρα Δ.Α., 2009. Πληθυσμοί του ολοπαρασίτου *Orobanche* spp.: Παραλλακτικότητα, ταυτοποίηση και εξάπλωση στον ελλαδικό χώρο. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Τζάμος Ε.Κ., 2007. Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Σταμουλή Α.Ε. Β Έκδοση. Αθήνα.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Abu-Irmaileh B.E., 1981. Response of hemp broomrape (*Orobanche ramosa*) infestation to some nitrogenous compounds. *Weed Science*, 29:8—10.

Abu-shall, Amany M.H., 2012. Effect of laboratory preservation of *Phytomyza orobanchia* (Diptera: Agromyzidae) pupae in broomrape shoots on emergence and viability of resultant adults. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 22:121—126.

Akiyama K. and Hayashi H., 2006. Strigolactones: Chemical Signals for Fungal Symbionts and Parasitic Weeds in Plant Roots. *Annals of Botany*, 97:925—931.

Aksoy E., Arslan Z.F., Tetik O. and Eymirli S., 2016. Using the possibilities of some trap, catch and Brassicaceae crops for controlling crenate broomrape a problem in lentil fields. *International Journal of Plant Production*, 10,53—62.

Alonso L.C., Rodriguez-Ojeda M.I., Fernandez-Escobar J. and Lopez-Ruiz-Calero G., 1998. Chemical control of broomrape (*Orobancha cernua* Loefl.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) resistant to imazethapyr herbicide. *Helia*, 21:45—54.

Aly R., Goldwasser Y., Eizenberg H., Hershenhorn J., Golan S. and Kleifeld Y., 2001. Broomrape (*Orobancha cumana*) control in sunflower (*Helianthus annuus*) with imazapic. *Weed Technology*, 15:306—309.

Bernhard R.H., Jensen J.E. and Andreasen J.O., 1998. Prediction of yield loss caused by *Orobancha* spp. in carrot and pea crops based on the soil seedbank. *Weed Research*, 38:191—197.

Brault M., Betsou F., Jeune B., Tuquet C. and Salle G., 2007. Variability of *Orobancha ramosa* populations in France as revealed by cross infestations and molecular markers. *Environmental and Experimental Botany*, 61:272—280.

Boari A. and Vurro M., 2004. Evaluation of *Fusarium* spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobancha ramosa*). *Biological Control*, 30:212—219.

Braun M., Gamal Fadl Eldin A.M. and Burgstaller H., 1985. Approaches for the control of the parasitic weed *Orobancha ramosa* L. with special references to the use of glyphosate spraying and solar heating techniques on eggplant under the conditions of Sudan. X African Symposium on Horticultural Crops. Addis Ababa, Ethiopia, pp.335—346.

Bulbul F., Aksoy E., Uygur S. and Uygur N., 2009. Broomrape (*Orobancha* spp.) problem in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Helia*, 32:141—152.

Buschmann H., Gonsior G. and Sauerborn J., 2005. Pathogenicity of branched broomrape (*Orobancha ramosa*) populations on tobacco cultivars. *Plant Pathology*, 54:650—656.

Chae S.H., Yoneyama K., Takeuchi Y. and Joel D.M., 2004. Fluridone and norflurazon, carotenoid-biosynthesis inhibitors, promote seed conditioning and germination of the holoparasite *Orobancha minor*. *Physiologia Plantarum*, 120:328—337.

Demidenko T.T. and Kisileva V.V., 1940. The mineral nutrition of the sunflower when healthy and when infected by *Orobancha*. *Doklady Akademii Nauk*, 27:274—277.

Demirkan H. and Nemli Y., 1993. Effects of some fertilizers on *Orobancha ramosa* L. on tomato. *Biology and management of Orobancha*. Proceedings of the third international workshop on *Orobancha* and related *Striga* research, Amsterdam, 6:499-501

Dong ShuQi., Ma YongQing., Shui JunFeng. and Sun YaJun., 2009. Germination of *Orobancha minor* seeds as induced by rhizosphere soil extracts from winter wheat of different historical periods. *Journal of China Agricultural University*. 14,59—63.

Duka M., 2014. Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. *Third International Symposium on Broomrape (Orobancha spp.) in Sunflower*. Cordoba, Spain, 44—50.

Eryan M.A.S., Gadelhak G.G. and Rezk H.A., 2001. *Tetrastichus phytomyzae* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasite on the Broomrape Fly, *Phytomyza orobanchia* (Diptera: Agromyzidae). *Alexandria Journal of Agricultural Research*.

El-Halmouch Y., Benharrat H. and Thalouarn P., 2006. Effect of root exudates from different tomato genotypes on broomrape (*O. aegyptiaca*) seed germination and tubercle development. *Crop Protection*, 25:501—507.

Eizenberg H., Colquhoun J.B. and Mallory-Smith C.A., 2006. Imazamox application timing for small broomrape (*Orobancha minor*) control in red clover. *Weed Science*, 54:923—927.

Eizenberg H. and Ephrath J.E., 2009. Quantification of the dynamics of *Orobancha Cumana* and *Phelipanche aegyptiaca* parasitism in confectionery sunflower. *Weed Research*, 50:140—152.

Eizenberg H., Hershenhorn J., Ephrath J.H. and Kanampiu F., 2013. Parasitic Orobanchaceae, 415—432.

Evidente A., Andolfi A., Fiore M., Boari A. and Vurro M., 2006. Stimulation of *Orobancha ramosa* seed germination by fusicoccin derivatives: A structure activity relationship study. *Phytochemistry*, 67:19—26.

Fernandez-Aparicio M., Flores F. and Rubiales D., 2009. Recognition of root exudates by seeds of broomrape (*Orobancha* and *Phelipanche*) species. *Annals of Botany*, 103:423—431.

Fernandez-Aparicio M., Yoneyama K. and Rubiales D., 2011. The role of strigolactones in host specificity of *Orobancha* and *Phelipanche* seed germination. *Seed Science Research*, 21:55—61.

Gagne G., Roeckel-Drevet P., Grezes-Besset B., Shindrova P., Ivanov P., Grand-Ravel C., Vear F., Tourvieille de Labrouhe D., Charmet G. and Nicolas P., 1998. Study of the variability and evolution of *Orobanche cumana* populations infesting sunflower in different European countries. *Theoretical and Applied Genetics*, 96:1216—1222.

Garcia-Torres L., Lopez-Granados F. and Castejon-Munoz M., 1994. Pre-emergence herbicides for the control of broomrape (*Orobanche cennua* Loeft.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Weed Research*, 34:395—402.

Gibot-Leclerc S., Corbineae F., Salle G. and Come D., 2004. Responsiveness of *Orobanche ramosa* L. seeds to GR 24 as related to temperature, oxygen availability and water potential during preconditioning and subsequent germination. *Plant Growth Regulation*, 43:63—71.

Gibot-Leclerc S., Salle G., Reboud X. and Moreau D. 2012. What are the traits of *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel that contribute to the success of its biological cycle on its host *Brassica napus* L.? *Flora*, 207:512—521.

Goldwasser Y., Eizenberg H., Hershenhorn J., Plakhine D., Blumenfeld T., Buxbaum H., Golan S. and Kleifeld Y., 2001. Control of *Orobanche aegyptiaca* and *O. ramosa* in potato. *Crop Protection*, 20:403—410.

Gonsior G., Buschmann H., Szinicz G., Spring O. and Sauerborn J., 2004. Induced resistance—an innovative approach to manage branched broomrape (*Orobanche ramosa*) in hemp and tobacco. *Weed Science*, 52:1050—1053.

Grenz J.H., Manschadi A.M., Uygur F.N. and Sauerborn J., 2005. Effects of environment and sowing date on the competition between faba bean (*Vicia faba*) and the parasitic weed *Orobanche crenata*. *Field Crops Research*, 93:300—313.

Haider M.A., Bibi W. and Sidahmed M.M., 2003. Response of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) growth and development to various soil amendments in potato. *Crop Protection*, 22:291—294.

Haidar M.A., Sidahmed M.M., Darwish R. and Lafta A., 2005. Selective control of *Orobanche ramosa* in potato with rimsulfuron and sub-lethal doses of glyphosate. *Crop Protection*, 24:743—747.

Irmaileh B.E.A., 1994. Nitrogen reduces branched broomrape (*Orobanche ramosa*) seed germination. *Weed Science*, 42:57—60.

James R.W. and Frater K.C., 1977. The control of broomrape (*Orobanche minor*) in flue-cured tobacco. *New Zealand Tobacco Growers Journal*. 10—13.

Joel D.M., Chaudhuri S.K., Plakhine D., Ziadna H. and Steffens J.C., 2011. Dehydrocostus lactone is exuded from sunflower roots and stimulates germination of the root parasite *Orobanche Cumana*. *Phytochemistry*, 72:624—634.

Joita M.P., Fernandez-Martinez J.M., Sava E. and Raranciuc S., 2009. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.), the most important parasite in sunflower. *Analele Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea*, 77:49—56.

Kebreab E. and Murdoch A.J., 1999. A Model of the Effects of a Wide Range of Constant and Alternating Temperatures on Seed Germination of Four *Orobanche* Species. *Annals of Botany*, 84:549—557.

Kebreab E. and Murdoch A.J., 1999. Effect of temperature and humidity on the longevity of *Orobanche* seeds. *Weed Research*, 39:199—211.

Klein O. and Kroschel J., 2002. Biological control of *Orobanche* spp. with *Phytomyza orobanchia*, a review. *BioControl*, 47:245—277.

Kotoula-Syka E. and Eleftherohorinos I.G., 1991. *Orobanche ramosa* L. (broomrape) control in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) with chlorsulfuron, glyphosate and imazaquin. *Weed Research*, 31:19—27.

Labrousse P., Delmail D., Arnaud M.C. and Thalouarn P., 2010. Mineral nutrient concentration influences sunflower infection by broomrape (*Orobanche cumana*). *Botany*, 88:839—849.

Lolas P.C., 1994. Herbicides for control of broomrape (*Orobanche ramosa* L.) in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Weed Research*, 34:205—209.

Mariam E.G. and Suwanketnikom R., 2004. Screening of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) varieties for resistance to branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.). *Kasetsart Journal-Natural Sciences*, 38:434—439.

Matusova R., Kumkum R., Verstappen F.W.A., Franssen M.C.R., Beale M.H., Bouwmeester H.J., 2005 The strigolactone germination stimulants of the plant-parasitic *Striga* and *Orobanche* spp. are derived from the carotenoid pathway. *Plant Physiology*, 139.

Mauromicale G., Monaco A.L., Longo A.M.G. and Restuccia A., 2005. Soil solarization, a nonchemical method to control branched broomrape (*Orobanche ramosa*) and improve the yield of greenhouse tomato. *Weed Science*, 53:877—883.

Mohamed-Ahmed A.G. and Drennan D.S.H., 1993. Factors effecting establishment of *Orobanche* spp. on legumes. *Biology and management of Orobanche*. Proceedings of the Third International Workshop on Orobanche and related Striga Research. Amsterdam, Netherlands. 312—319.

Pacureanu-Joita M., Stanciu D., Petcu E., Raranciuc S. and Sorega I., 2005. Sunflower genotypes with high oleic acid content. *Agricultural Research and Development Institute Fundulea, Romania*. 23—26.

Parker C., 2009. Observation on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science*, 65:453—459.

Perez-de-Luque A., Eizenberg H., Grenz J.H., Sillero J.C., Avila C., Sauerborn J. and Rubiales D., 2010. Broomrape management in faba bean. *Field Crops Research*, 115:319—328.

Perez de Luque A., Flores F. and Rubiales D., 2016. Differences in crenate broomrape parasitism dynamics on three legume crops using a thermal time model. *Front Plant Science*, 7:1910.

Perez de Luque A., Galindo J.C.G., Macias F.A. and Jorrin J., 2000. Sunflower sesquiterpene lactone models induce *Orobanche cumana* seed germination. *Phytochemistry*, 53:45—50.

Perez de Luque A., Rubiales D., Cubero J.I., Press C., Scholes J., Yoneyama K., Takeuchi Y., Plakhine D. and Joel D.M., 2005. Interaction between *Orobanche crenata* and its Host Legumes: Unsuccessful Haustorial Penetration and Necrosis of the Developing Parasite. *Annals of Botany*, 95:935—942.

Perez de Luque A., Moreno M.T. and Rubiales D., 2007. Host plant resistance against broomrapes (*Orobanche spp.*): defence reaction and mechanisms of resistance. *Annals of Applied Biology* 152, 131—141.

Perez de Luque A., Sillero J.C., Moral A., Cubero J.I. and Rubiales D., 2004. Effect of sowing date and host resistance on the establishment and development of *Orobanche crenata* in faba bean and common vetch. *Weed Research*, 44:282—288.

Perez-Vich B., Akhtouch B., Knapp S.J., Leon A.J., Velasco L., Fernandez-Martinez J.M. and Berry S.T., 2004. Quantitative trait loci for broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) resistance in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*, 109:92—102.

Piwowarczyk R., 2012. The genus *Orobanche* L. (Orobanchaceae) in the Malopolska Upland (S Poland): distribution, habitat, host preferences, and taxonomic problems. *Biodiversity Research and Conservation*.

Piwowarczyk R., Madeja J. and Nobis M., 2015. Pollen morphology of the Central European broomrapes (Orobanchaceae: *Orobanche*, *Phelipanche* and *Orobanchella*) and taxonomical implications. *Plant Systematics and Evolution*, 301:795—808.

Plaza L., Fernandez I., Juan R., Pastor J. and Pujadas A., 2004. Micromorphological studies on seeds *Orobanche* species from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands, and their systematic significance. *Annals of Botany*, 94:167—178.

Punia S.S., 2014. Biology and control measures of *Orobanche*. Indian Journal of Weed Science, 46:36—51.

Qasem J.R., 1998. Chemical control of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) in glasshouse grown tomato. Crop Protection, 17:625—630.

Matusova R., Kumkum R., Verstappen F.W.A., Franssen M.C.R., Beale M.H., Bouwmeester H.J., 2005 The strigolactone germination stimulants of the plant-parasitic *Striga* and *Orobanche* spp. are derived from the carotenoid pathway. Plant Physiology, 139.

Raupp F.M. and Spring O., 2013. New Sesquiterpene Lactones from Sunflower Root Exudate as Germination Stimulants for *Orobanche Cumana*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61:10481—10487.

Restuccia A., Marchese M., Mauromicale G. and Restuccia G., 2009. Biological characteristics and control of *Orobanche crenata* Forsk. A Review. Italian Journal of Agronomy, 1:53—68.

Roman B., Die J.V., Nadal S. and Gonzalez-Verdejo C.I., 2011. Broomrape (*Orobanche* spp.). Genetics, Genomics and Breeding of Cool Season Grain Legumes, 381—390.

Roman B., Rubiales D., Torres A.M., Cubero J.I. and Satovic Z., 2001. Genetic diversity in *Orobanche crenata* populations from southern Spain. Theoretical and Applied Genetics, 103:1108—1114.

Roman B., Satovic Z., Rubiales D., Torres A.M., Cubero J.I., Katzir N. and Joel D.M., 2002. Variation among and within populations of the parasitic weed *Orobancha crenata* from Spain and Israel revealed by inter simple sequence repeat markers. *Phytopathology*, 92:1262—1266.

Rubiales D. and Fernandez-Aparicio M., 2012. Innovations on parasitic weeds management in legume crops. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32:433—449.

Rubiales D., Sadiki M. and Roman B., 2006. First report of *Orobancha foetida* on common vetch in Morocco. *Plant Disease*, 89:528.

Rubiales D., Perez de Luque A., Joel D.M., Alcantara C. and Sillero J.C., 2003. Characterization of resistance in chickpea to crenate broomrape (*Orobancha crenata*). *Weed Science*, 51:702—707.

Sauerborn J., Buschmann H., Ghiasvand Ghiasi K. and Kogel K.H., 2002. Benzothiadiazole activates resistance in sunflower (*Helianthus annuus*) to the root-parasitic weed *Orobancha cuman*. *Phytopathology*, 92:59—64.

Shaner D.L., Nadler-Hassar T., Henry W.B. and Koger C.H., 2005. A rapid in vivo shikimate accumulation assay with excised leaf discs. *Weed Science*, 53:769—774.

Song W.J., Zhou W.J., Jin Z.L., Cao D.D., Joel D.M., Takeuchi Y. and Yoneyama K., 2005. Germination response of *Orobancha* seeds subjected to conditioning temperature, water potential and growth regulator treatments. *Weed Research*, 45:467—476.

Thomas H., Sauerborn J., Muller-Stover D., Ziegler A., Bedi J.S. and Kroschel J., 1998. The Potential of *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* as a Biological Control Agent for *Orobanche cumanensis* Sunflower. *Biological Control*, 13:41—48.

Vail S.L., Dailey O.D., Blanchard E.J., Pepperman A.B. and Riopel J.L., 1990. Terpenoid precursors of strigol as seed germination stimulants of broomrape (*Orobanche ramosa*) and witchweed (*Striga asiatica*). *Journal of Plant Growth Regulation*, 9:77—83.

Velasco L., Perez-Vich B., Yassein A.A.M., Jan C.C. and Fernandez-Martinez J.M., 2012. Inheritance of resistance to sunflower broomrape (*Orobanche Cumana* Wallr.) in an interspecific cross between *Helianthus annuus* and *Helianthus debilis* subsp. *tardiflorus*. *Plant Breeding*, 131:220—221.

Veronesi C., Delavault P. and Simier P., 2009. Acibenzolar-S-methyl induces resistance in oilseed rape (*Brassica napus* L.) against branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.). *Crop Protection*, 28:104—108.

Vurro M., Boari A., Pilgeram A. and Sands D.C., 2006. Exogenous amino acids inhibit seed germination and tubercle formation by *Orobanche ramosa* (Broomrape): Potential application for management of parasitic weeds. *Biological Control*. 36:258—265.

Westwood J.H. and Foy C.L., 1999. Influence of nitrogen on germination and early development of broomrape (*Orobanche* spp.). *Weed Science*, 47:2—7.

Yokota T., Sakaic H., Okunod K., Yoneyama K. and Takeuchid Y., 1998. Alectrol and orobanchol, germination stimulants for *Orobanche minor*, from its host red clover. *Phytochemistry*, 49:1967—1973.

Yoneyama K., Takeuchi Y., Ogasawara M., Konnai M., Sugimoto Y. and Sassa T., 1998. Cotylenins and Fusicoccins Stimulate Seed Germination of *Striga hermonthica* (Del.) Benth and *Orobancha minor* Smith. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46:1583—1586.

Zhou W.J., Yoneyama K., Takeuchi Y., Iso S., Rungmekarat S., Chae S.H., Sato D. and Joel D.M., 2004. *In vitro* infection of host roots by differentiated calli of the parasitic plant *Orobancha*. Journal of Experimental Botany, 55:899—907.

Zonno M.C. and Vurro M., 2002. Inhibition of germination of *Orobancha ramosa* seeds by *Fusarium* toxins. Phytoparasitica, 30:519—524.