



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗΝ ΟΡΟΒΑΓΧΗ





**Πτυχιακή μελέτη της σπουδάστριας
Τσιμπούρη Μαρίας**

Επιβλέπων καθηγητής : Ευνιάς Ιωάννης

Καλαμάτα, Μάϊος 2008

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗΝ
ΟΡΟΒΑΓΧΗ

Πτυχιακή μελέτη της σπουδάστριας Τσιμπούρη Μαρίας

Επιβλέπων καθηγητής: Ξυνιάς Ιωάννης

Καλαμάτα, Μάιος 2008

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής διατριβής μου, κρίνω σκόπιμο να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην σημερινή μορφή της μελέτης μου. Πρώτα από όλους τον επιβλέποντα καθηγητή μου κο. Ξυνιά Ιωάννη, για την αμέριστη συμπαράστασή του και πολύτιμη βοήθειά του στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την γεωπόνο Λύρα Διονυσία για την διαρκή και πολύπλευρη βοήθεια που μου προσέφερε στη παροχή διαφόρων πληροφοριών σε ζητήματα που με απασχόλησαν κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας. Θερμότατες ευχαριστίες επίσης εκφράζω στην οικογένειά μου που με στήριξε και με ενθάρρυνε καθ όλη την διάρκεια της μελέτης μου έως την παρουσίαση της παρούσης εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σελίδα
Περίληψη	3
Εισαγωγή	4
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ)	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	5
1.1. Γενικά περί οροβάγχης	5
1.2. Γεωγραφική εξάπλωση της οροβάγχης	6
1.2.1. Εξάπλωση της οροβάγχης στην Ελλάδα	7
1.3. Βοτανική ταξινόμηση-Περιγραφή	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	12
2.1. Βιολογικός κύκλος οροβάγχης	12
2.2. Σχηματισμός υπόγειου τμήματος	14
2.2.1. Βλάστηση και προσκόλληση	14
2.2.2. Ο όγκος και ο σχηματισμός των haustorium	16
2.2.3. Η ανάπτυξη των βλαστών και η ανάδυση αυτών	17
2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τον παρασιτισμό	19
2.3.1. Κλιματολογικοί	19
Θερμοκρασία	19
Υγρασία	20
Φωτοπερίοδος	21
2.3.2. Εδαφολογικοί	22
Τύπος εδάφους	22
Ποσοστό σε θρεπτικά στοιχεία(%)	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	23
3.1. Ξενιστής	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	26
4.1. Καταπολέμηση	26
4.2. Έλεγχος ειδών οροβάγχης	28
4.2.1. Φυσικές και μηχανικές μέθοδοι	28
Βοτάνισμα	28
Αμειψισπορά και καλλιέργειες παγίδες	28
Προετοιμασία αγρού και καλλιεργητικές επεμβάσεις	30
4.2.2. Χημικές μέθοδοι	31
Απολυμαντικά	32
Βλάστηση αυτοκτονίας	33

	Σελίδα
Ζιζανιοκτόνα	33
4.2.3. Βιολογικές μέθοδοι	35
Με έντομα	35
Με παθογόνα	36
Μηχανισμοί ανθεκτικότητας	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ	38
5.1. Η καλλιέργεια της τομάτας και η οικονομική της σημασία	38
5.1.1. Στατιστικά στοιχεία	
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	41
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	41
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	41
1.1.Μελέτη του παρασιτισμού in vivo με τη χρήση πλαστικών διαφανειών	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	42
2.1. Ποικιλίες τομάτας που αξιολογήθηκαν	42
2.2. Πληθυσμοί οροβάγχης που μελετήθηκαν	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	46
3.1. Πειραματική διαδικασία	46
α) Προετοιμασία σπόρων για προβλάστηση	46
β) Τοποθέτηση μολύσματος στα φυτά της τομάτας	48
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ	52
Αποτελέσματα-συζήτηση	52
ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

Περίληψη

Τρεις διαφορετικές ποικιλίες καλλιεργούμενης τομάτας (θερμοκηπιακή, βιομηχανική, υπαίθρια) χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη ανθεκτικότητας τους στον παρασιτισμό από το είδος της οροβάγχης (*Orobancha ramosa*). Χρησιμοποιήθηκαν δέκα διαφορετικοί πληθυσμοί οροβάγχης (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, A, D, ΠΠΗ.5) προκειμένου να μελετηθεί η διαφοροποίηση των πληθυσμών της οροβάγχης ως προς την επιθετικότητά τους στις προαναφερθείσες ποικιλίες. Στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση προέκυψε μεταξύ των ποικιλιών τομάτας ως προς τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων όχι, όμως και για το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων της οροβάγχης, αν και η βιομηχανική τομάτα ερέθισε χημικά ένα σχετικά υψηλότερο ποσοστό σπόρων σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες. Επίσης, η παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών οροβάγχης είναι μεγαλύτερη ως προς την βλαστικότητα των σπόρων, σε σχέση με αυτή που παρατηρείται ως προς τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων για όλες τις ποικιλίες.

Εισαγωγή

Το *Orobanchae* spp. περιλαμβάνει πολλά παρασιτικά είδη, γνωστά ευρέως με τον όρο οροβάγχες, τα οποία προσβάλλουν σχεδόν όλα τα λαχανικά, τα όσπρια και φυτά μεγάλης καλλιέργειας (καπνός, ηλίανθος) σε πολλές χώρες παγκοσμίως. Το παρασιτικό αυτό είδος προσβάλλει το υπόγειο τμήμα των φυτών, δηλαδή τη ρίζα, απομυζώντας θρεπτικά στοιχεία και νερό με αποτέλεσμα την ατροφική ανάπτυξη τους και ξήρανση τους, η οποία οδηγεί σε ποιοτική και ποσοτική καταστροφή της καλλιέργειας.

Ένα από τα καλλιεργούμενα είδη που προσβάλλει η οροβάγχη σε μεγάλη κλίμακα είναι η τομάτα (*Lycopersicon esculentum*), η οποία σαν καλλιέργεια παρουσιάζει τεράστιο οικονομικό ενδιαφέρον γι αυτό και καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις παγκοσμίως. Τα συμπτώματα της προσβολής στις καλλιέργειες της τομάτας είναι εμφανή: καχεξία των φυτών, μειωμένη ανάπτυξη και χλώρωση φύλλων, και έχουν ως συνέπεια τη μείωση στην παραγωγή και στην ποιότητα, με αποτέλεσμα μείωση του κέρδους. Η οροβάγχη παρασιτεί σε πολλές ποικιλίες τομάτας, όπως την υπαίθρια, τη θερμοκηπιακή, τη βιομηχανική, προκαλώντας ανυπολόγιστες ζημιές στον αγρό. Η οροβάγχη είναι παρασιτικό ζιζάνιο που καταπολεμάται δύσκολα με χημικά μέσα, γι αυτό και οι επιστήμονες προκειμένου να ελέγξουν το φυτοπαράσιτο έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στην εύρεση γονιδίων ανθεκτικότητας από τα άγρια είδη των καλλιεργούμενων φυτών, τα οποία στη συνέχεια τα ενσωματώνουν στα καλλιεργούμενα για τη δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών στην οροβάγχη.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ανιχνευθεί η ανθεκτικότητα στις καλλιεργούμενες ποικιλίες τομάτας και να διακριθούν ενδεχομένως οι εμπλεκόμενοι μηχανισμοί ανθεκτικότητας, μέσω της βλαστικότητας των σπόρων της οροβάγχης και του αριθμού των σχηματιζόμενων φυματίων. Επιπλέον το ενδιαφέρον εστιάστηκε στην παραλλακτικότητα των πληθυσμών του είδους *O. ramosa* ως προς το μέγεθος του παρασιτισμού και της προσβολής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Γενικά περί οροβάγξης

Πάνω από 3000 είδη ανωτέρων φυτών χρησιμοποιούν παρασιτικό τρόπο πρόσληψης ανόργανων συστατικών, νερού και προϊόντων φωτοσύνθεσης από άλλα φυτά ξενιστές. Ως παρασιτισμός ορίζεται η σχέση μεταξύ δύο οργανισμών διαφορετικού είδους ή φύλου στην οποία ο ένας (παράσιτο) ζει τρεφόμενος σε βάρος του άλλου (ξενιστής) είτε κατά τρόπο συνεχή είτε κατά την διάρκεια μιας φάσης του βιολογικού του κύκλου. Πρόκειται για μονόπλευρη εξάρτηση υπό την έννοια ότι το παράσιτο δεν μπορεί να ζήσει χωρίς το ξενιστή του πράγμα που δεν ισχύει για το ξενιστή.

Τα παρασιτικά αγγειόσπερμα γενικά υποδιαιρούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στα ολοπαράσιτα και στα ημιπαράσιτα. Τα ολοπαράσιτα είναι πάντα υποχρεωτικά παράσιτα, τα οποία στερούνται χλωροφύλλης και εξαρτώνται αποκλειστικά από τους ξενιστές τους για την αξιοποίηση των φωτοσυνθετικών προϊόντων. Αντίθετα, τα ημιπαράσιτα δεν εξαρτώνται αποκλειστικά από τους ξενιστές τους, αλλά μπορούν να φωτοσυνθέσουν και από μόνα τους όταν αυτό κριθεί αναγκαίο. Τα παράσιτα αυτά, στη συνέχεια υποδιαιρούνται με βάση την περιοχή προσκόλλησης στο φυτό ξενιστή, στις ακόλουθες δύο κατηγορίες: α) στα παράσιτα των βλαστών, όπως τα ολοπαράσιτα κουσκούτες (dodders) και τα ημιπαράσιτα *Phoradendron sp.* (mistletoes) και β) στα παράσιτα των ριζών, τα ολοπαράσιτα οροβάγγες (broomrapes) και τα ημιπαράσιτα *Striga sp.* (witchweeds), που προσβάλλουν, ακόμα και σήμερα τις καλλιέργειες προκαλώντας ανυπολόγιστες ζημιές. Το διακριτικό γνώρισμα όλων αυτών των παρασιτικών φυτών είναι το *haustorium*, ένα όργανο που χρησιμεύει στην προσκόλληση, στην διείσδυση και στη μεταφορά των διαλυτών στοιχείων. Τα παράσιτα δεν θανατώνουν τους ξενιστές τους συνήθως (γιατί τότε πεθαίνουν και αυτά, αν δεν βρουν νέο ξενιστή). Γενικά όμως μειώνουν τον ρυθμό αύξησης, την ικανότητα επιβίωσης και την αναπαραγωγική ικανότητα των ξενιστών τους, με την μη κανονική ανάπτυξη των αναπαραγωγικών οργάνων των φυτών ξενιστών λόγω της μη φυσιολογικής ανάπτυξης και ολοκλήρωσης του βιολογικού τους κύκλου.

Τα παρασιτικά φυτά διαθέτουν ρίζες που έχουν χάσει την κανονική μορφή και λειτουργία τους και έχουν μετασχηματιστεί σε μυζητήρες για την

απορρόφηση θρεπτικών συστατικών απ τον ξενιστή (γκί, οροβάγχη). Η οροβάγχη είναι εξειδικευμένο παράσιτο, δηλαδή κάθε είδος της παρασιτεί σε συγκεκριμένα είδη φυτών ξενιστών. Η εξειδίκευση εξαρτάται αφενός μεν από το παράσιτο και τον τρόπο που μολύνει τον ξενιστή και αφετέρου από τον ίδιο τον ξενιστή. Απαραίτητη προϋπόθεση για το φύτρωμα των σπόρων της είναι η άμεση γειννιάσή τους με τα φυτά ξενιστές. Είναι γεγονός πως τα φυτά-ξενιστές εκκρίνουν κάποιες διεγερτικές ουσίες (stimulants) που θεωρούνται απαραίτητες για το φύτρωμα (διέγερση) των σπόρων της οροβάγχης.

1.2 Γεωγραφική εξάπλωση της οροβάγχης

Τα είδη του γένους *Orobanche* spp. εντοπίζονται αρχικά σε εύκρατες περιοχές, αν και μερικά είδη εμφανίζονται και σε τροπικές περιοχές, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες όπως το Σουδάν. Το κύριο κέντρο εξάπλωσης τους είναι οι περιοχές γύρω από την λεκάνη της Μεσογείου. Σε άλλες περιοχές με παρόμοιες κλιματικές συνθήκες (Καλιφόρνια, Δυτική Αυστραλία, Κούβα) έχουν επίσης, παρατηρηθεί προσβολές από την οροβάγχη. Τα περισσότερα είδη της οικογένειας *Orobanchaceae* συναντώνται στο Βόρειο ημισφαίριο και τα περισσότερα είδη απαντώνται στην εύκρατη ζώνη. Μόνο μερικά γένη βρίσκονται στις τροπικές περιοχές. Κέντρα καταγωγής της οροβάγχης είναι η Τουρκία, η Ιταλία, η Ισπανία και το Μαρόκο. Τα είδη που είναι ευρέως διαδεδομένα είναι το είδος *Orobanche cernua* από τον Ατλαντικό έως την Κίνα και το είδος *Orobanche minor* που απαντάται από το Πράσινο Ακρωτήριο, διαμέσου της Ευρώπης και της Βόρειας Αφρικής, έως τον Καύκασο και τη Μοζαμβίκη. Φαίνεται ότι τα Ευρωπαϊκά είδη έχουν μεταναστεύσει από τη Δύση στην Ανατολή και τα Ασιατικά είδη έχουν μετακινηθεί προς τη Δύση. Το διεθνές εμπόριο και ο τουρισμός, επίσης έχουν συντελέσει στην εξάπλωση των σπόρων παγκοσμίως. Νότια του Ισημερινού τα είδη της οροβάγχης που εισάγονται είναι τα εξής: το είδος *Orobanche minor* σε καλλιέργειες της Ανατολικής Αφρικής και της Νέας Ζηλανδίας, το είδος *Orobanche cernua* στη Δυτική Αυστραλία και το είδος *Orobanche muielii* στη Νότια Αφρική, μαζί με άλλες καλλιέργειες όπως ο καπνός, η κάνναβις, το τριφύλλι κτλ. Τα είδη *Orobanche minor* και *Orobanche ramosa* εισήχθησαν στη Βόρεια Αμερική. Τα είδη της οροβάγχης αναφέρεται ότι προσβάλλουν φυτά σε 58 χώρες σε όλο τον κόσμο. Τα σπουδαιότερα είδη οροβάγχης, οι κυριότεροι ξενιστές τους και οι παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Ενδιαφέροντα είδη του γένους *Orobanche* με τους κύριους ξενιστές τους

Είδος	Κύριοι ξενιστές
<i>O. ramosa</i>	Τομάτα, καπνός
<i>O. cernua</i>	Ηλίανθος
<i>O. crenata</i>	Κουκιά, μπιζέλια
<i>O. speciosa</i>	Φακές
<i>O. minor</i>	Μηδική
<i>O. aegyptiaca</i>	Κουκιά, πεπόνια, καπνός

1.2.1. Εξάπλωση της οροβάγχης στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, το τελευταίο διάστημα, καταβάλλονται συστηματικές προσπάθειες για ταξινόμηση των ειδών της οροβάγχης, του βαθμού προσβολής όπου αυτή εντοπίζεται και την επίδραση των οικολογικών παραμέτρων στην εξάπλωσή της, φυσικά πάντα αναφορικά με καλλιέργειες οικονομικής σημασίας, όπως είναι ο καπνός, η βιομηχανική τομάτα, κηπευτικά κτλ. Στην περιοχή της Ορεστιάδας αναφέρθηκαν προσβολές από οροβάγχη και συγκεκριμένα από το είδος *O. cistana* σε καλλιέργειες καπνού, στην κεντρική και Βόρειο Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στη Κατερίνη, Κοζάνη, στο Δομοκό και στο Αγρίνιο όπως επίσης και στην περιοχή του Ναυπλίου, έγιναν αναφορές για προσβολή από *O. ramosa* σε καλλιέργειες καπνού και τομάτας κατά το διάστημα 2002 – 2007 (Εσοποπου κ. ά 2007).

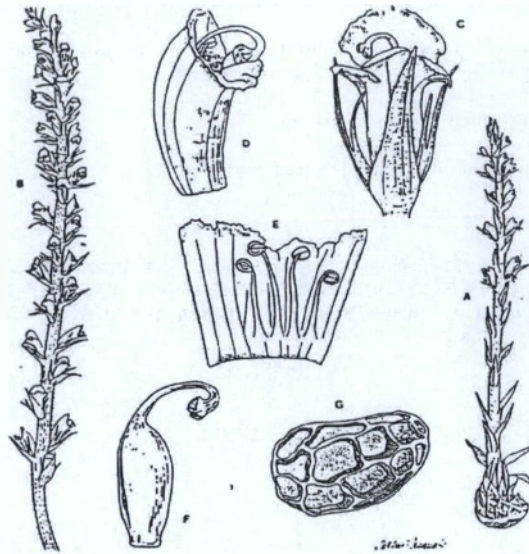
1.3. Βοτανική ταξινόμηση-Περιγραφή

Βασίλειο: *Plantae*
 Υποβασίλειο: *Tracheobionta*
 Υπεράθροισμα: *Spermatophyta*
 Αθροισμα: *Magnoliophyta*
 Κλάση: *Magnoliopsida*
 Υποκλάση: *Asteridae*
 Τάξη: *Scrophulariales*
 Οικογένεια: *Orobanchaceae*
 Γένος: *Orobanche*

Η οροβάγχη (α' συνθετικό: όροβος=βίκος στα αρχαία ελληνικά, β' συνθετικό: αγχόνη) ή κοινά λύκος, ανήκει στην οικογένεια των

Orobanchaceae, η οποία περιλαμβάνει 13 γένη και πολυάριθμα είδη, από τα οποία μόνο το γένος *Orobanche* υπολογίζεται ότι περιλαμβάνει 150 είδη. Τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια *Orobanchaceae* – όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως- είναι υποχρεωτικά παράσιτα. Τα διάφορα είδη οροβάγχης προσβάλλουν μεγάλο αριθμό φυτών, που ανήκουν κυρίως στις οικογένειες *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Solanaceae*, *Fabaceae*, *Leguminosae* και *Brassicaceae*.

Το υπέργειο τμήμα του παρασίτου (Εικόνα 1) αποτελείται από όρθιο βλαστό σαρκώδη, απλό ή διακλαδισμένο, λείο ή τριχωτό, χρώματος υποκίτρινου, υπέρυθρου, καστανού ή λευκο-ιώδους, χωρίς χλωροφύλλη αλλά με μικρά υποτυπώδη λεπιδόμορφα φύλλα σε εναλλασσόμενη διάταξη. Το ύψος του κυμαίνεται από 15 έως 45 εκατοστά. Στο άνω μέρος του βλαστού εμφανίζονται διγενή, σωληνωτά άνθη σε ταξιανθία στάχυ ή βότρυ, με χρώμα λευκό, ανοικτό κίτρινο, ιώδες ή γαλάζιο και κάλυκα με λοβούς. Ο καρπός είναι κάψα και περιέχει πολλούς μικροσκοπικούς καφέ σπόρους (Εικόνα 2), οι οποίοι έχουν περίβλημα από σκληροποιημένα κύτταρα με δικτυωτή όψη και μήκος 0,2-0,3 χιλιοστά. Τα κύτταρα του ενδοσπερμίου περιβάλλουν ένα μη διαφοροποιημένο έμβρυο χωρίς κοτυληδόνες και ριζική καλύπτρα. Ένα φυτό οροβάγχης είναι ικανό να παράγει χιλιάδες σπόρους κατά μέσο όρο 150000 σπόρους χρώματος καστανού. Για παράδειγμα, φυτά του είδους *Orobanche crenata* (ένα είδος πολύ εύρωστο που προσβάλλει κυρίως τα ψυχανθή) μπορεί να παράξει κάποιες εκατοντάδες χιλιάδες σπόρους, ενώ πιο μικρά είδη όπως το είδος *Orobanche ramosa* (ένα είδος που προσβάλλει κυρίως τα σολανάδη) μπορεί να παράξει μόνο 5000-20000 σπόρους ανά φυτό. Οι σπόροι της οροβάγχης είναι από τους πιο μικρούς στο φυτικό βασίλειο (Εικόνα 3). Το βάρος ενός σπόρου κυμαίνεται από 4-9 x 10⁻³ mg και το μέγεθος ποικίλει ανάλογα με το είδος. Οι σπόροι ανάλογα με τη θέση τους στην ανθοταξία έχουν διαφορετική αντίδραση στην βλάστηση, στον λήθαργο, ενώ διαφέρουν και στο μέγεθός τους. Οι μικρότεροι σπόροι βρίσκονται πιο κοντά στην κορυφή του στάχους. Στην επιφάνεια του περιβλήματος του σπόρου υπάρχουν χαρακτηριστικές παχύνσεις, που συμβάλλουν στην πιο εύκολη διασπορά τους με το νερό και τον αέρα. Οι σπόροι παράγονται σε μεγάλες ποσότητες, 500-5000 ανά κάψα περίπου, με πάνω από 100 κάψες ανά φυτό είναι πιο σπάνιο να βρεθούν. Οι σπόροι είναι βιώσιμοι στο χώμα για πάνω από 10 χρόνια. Μόνο και μόνο αυτό το χαρακτηριστικό τα καθιστά ως από τους πιο δυσεξόντωτους “εισβολείς” για τα γεωργικά οικοσυστήματα.



Εικόνα 1: Το υπέργειο τμήμα της οροβάγχης: A, B. Βλαστοί της οροβάγχης στη φάση της ανθοφορίας, C. Άνθος με τα βράκτια και τον κάλυκα, D. Στεφάνη, E. Στεφάνη σε τομή όπου είναι εμφανείς οι στήμονες, F. Στύλος και G. Σπόρος (πηγή: www.orobanchepotos.com)



Εικόνα 2: Κάψες οροβάγχης όπου εσωτερικά υπάρχουν χιλιάδες σπόροι (στερεοσκόπιο) (πηγή: Λύρα 2007)



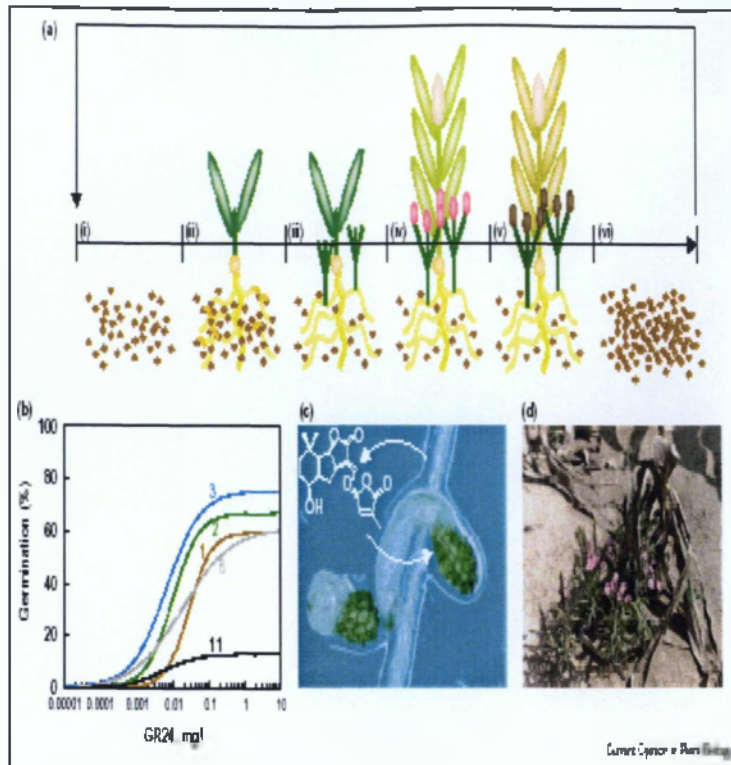
Εικόνα 3: Σπόροι οροβάγχης (στερεοσκόπιο). Χαρακτηριστικό το πολύ μικρό τους μέγεθος (πηγή: Λύρα 2007)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Βιολογικός κύκλος οροβάγχης

Ο βιολογικός κύκλος της οροβάγχης χαρακτηρίζεται από δύο φάσεις, όπως εξάλλου και όλα τα παρασιτικά ζιζάνια των ριζών των φυτών (Εικόνα 4). Η πρώτη είναι η φάση της προσαρμογής, κατά τη διάρκεια της οποίας ο σπόρος δέχεται την επίδραση της υγρασίας και της θερμοκρασίας, που θεωρείται πιθανό ότι συμβάλλει στην απομάκρυνση των ουσιών που αναστέλλουν το φύτεωμά του. Η φάση της προσαρμογής η οποία καλείται προμεταγείωση σπόρων, κυμαίνεται από μερικές ημέρες έως μερικές εβδομάδες ανάλογα με το είδος της οροβάγχης.

Η δεύτερη φάση είναι η φάση του φυτρώματος, κατά την οποία και εφόσον ο σπόρος της οροβάγχης βρεθεί σε απόσταση μερικών χιλιοστών από τις ρίζες του ξενιστή, αρχίζει να φυτρώνει και να δημιουργεί ένα ριζίδιο (*haustorium*) μήκους 2-3 χιλιοστά. Στη συνέχεια, γίνεται ανάδυση του υπέργειου τμήματος. Η διάρκεια αυτού του σταδίου διαφέρει ανάλογα με το είδος της οροβάγχης και του ξενιστή της. Για παράδειγμα ο σχηματισμός των υπόγειων βλαστών των ειδών *O. ramosa*, *O. aegyptiaca* και *O. cernua* διαρκεί 30 ημέρες από την τομάτα. Οι ώριμοι σπόροι αφού περάσουν μια περίοδο λήθαργου ή μεθωρίμανσης, που κυμαίνεται από 10 μήνες έως και δύο χρόνια μπορούν να επιβιώνουν στο έδαφος ή στο εργαστήριο από 10 έως και 20 χρόνια. Κατά το διάστημα αυτό γίνονται διάφορες μεταβολικές διεργασίες, που διακόπτουν τον λήθαργο των σπόρων οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν και φυτρώνουν παρουσία του φυτού-ξενιστή.



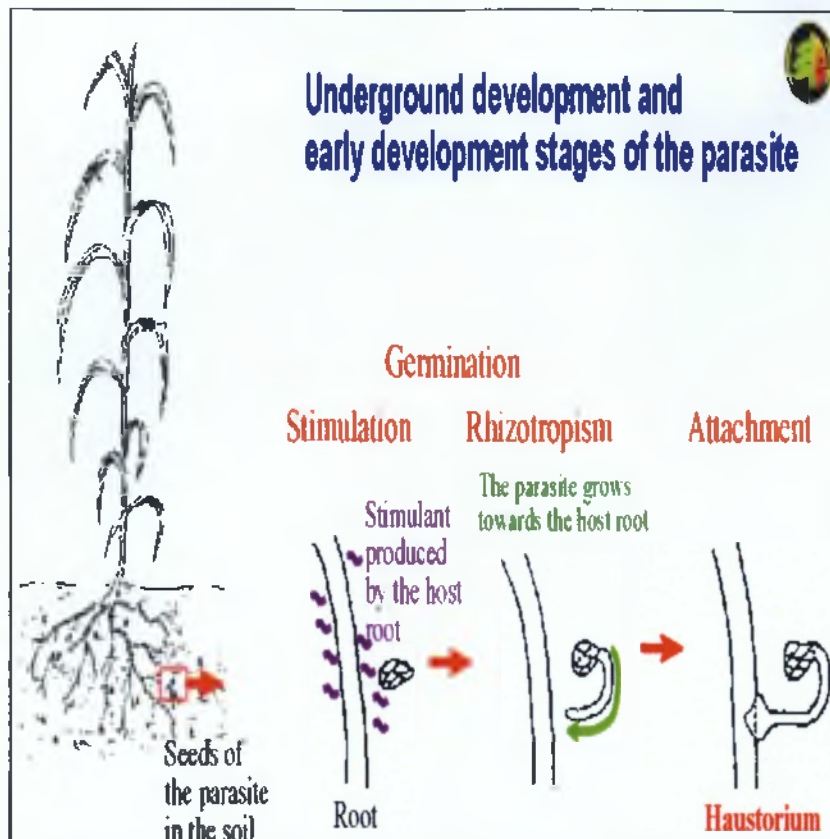
Εικόνα 4: Ο βιολογικός κύκλος των παρασιτικών ζιζανίων. (a) (i) Οι σπόροι των παρασιτικών ζιζανίων βρίσκονται εντός του εδάφους και βλαστάνουν μόλις πάρουν το ερέθισμα από τις ουσίες που διαχέονται στο έδαφος από τις ρίζες του φυτού-ξενιστή. (ii) Μετά την φύτευση της καλλιέργειας, οι ρίζες του φυτού παράγουν ουσίες που επάγουν τη βλάστηση των σπόρων. (iii) Η ρίζα του παρασίτου αναπτύσσεται στη ρίζα του φυτού-ξενιστή. Ουσίες που προάγουν τον σχηματισμό των haustorium παράγονται από τις ρίζες του φυτού-ξενιστή και το haustorium σχηματίζεται. Αποκαθίσταται η επικοινωνία μεταξύ των παρασιτικών ζιζανίων και των ξενιστών και το υπέργειο μέρος των παρασίτων αναδύεται. Η μεγαλύτερη, όμως, ζημιά στον ξενιστή γίνεται πριν την ανάδυση του παρασίτου. (iv) Το παράσιτο φτάνει στην ωριμότητα και παράγει άνθη και (v) σπόρους. Οι σπόροι καταλήγουν στο (vi) έδαφος όπου περιμένουν πάλι το ερέθισμα από τις ουσίες που διαχέονται από τα φυτά-ξενιστές. (b) (πηγή: Λύρα 2007)

2.2. Σχηματισμός υπόγειου τμήματος οροβάγχης

2.2.1 Βλάστηση και προσκόλληση

Οι σπόροι της οροβάγχης έχουν μέγεθος 0,3-0,2 mm και βάρος 3-6μg. Η επιφάνεια των σπόρων της οροβάγχης εξωτερικά φαίνεται ανασηκωμένη και τραχύς. Ο αριθμός των σπόρων σε κάθε στάχυ οροβάγχης ποικίλει από 600-800 στην *Or. ramosa*, και η ζωτικότητα τους στο έδαφος έχει αναφερθεί ότι κρατά έως και 13 χρόνια (Linke και Saxena 1991). Ο Nun και ο Mayer (1993) ανακάλυψαν ότι όταν συγκομισθούν φρέσκοι σπόροι, αυτοί παραμένουν σε λήθαργο από μερικές ημέρες έως αρκετούς μήνες, κάτι που εξαρτάται από τα είδη και το περιβάλλον. Επιπλέον, οι ίδιοι ερευνητές, απέδειξαν ότι ακόμα και κάτω από τις πιο ευνοϊκές συνθήκες, η βλάστηση λαμβάνει χώρα μόνο παρουσία διεγερτικών ουσιών όπως είναι οι ξενογνώσινες, που απελευθερώνονται από τις ρίζες του φυτού-ξενιστή. Η διασπορά των διεγερτικών ουσιών στη ριζόσφαιρα εξαρτάται από το υδατικό περιεχόμενο του εδάφους. Η εμφάνιση του ριζιδίου μπορεί να γίνει μέσα σε 96 ώρες (4 ημέρες) σε ευνοϊκές θερμοκρασίες κάτω από την επίδραση του φυτού-ξενιστή ή απλώς και μόνο με την παρουσία της διεγερτικής ουσίας. Η επίδραση του φωτός είναι απαγορευτικός παράγοντας για την βλάστηση των σπόρων της *Or. Crenata*, ειδικά εάν συμβαίνει κατά την διάρκεια προετοιμασίας (preconditioning) και βλάστησης. Η *O. aegyptiaca* επηρεάζεται αρνητικά ενώ η *O. ramosa* όχι.

Σύμφωνα πάντα με τους Nun και Mayer (1993), οι σπόροι που δεν εκτίθενται σε ουσίες που μπορούν να διεγείρουν την βλάστησή τους μπορούν να παραμείνουν βιώσιμοι για μεγάλες περιόδους χωρίς να υποστούν καμιά αλλοίωση στους ιστούς τους. Επιπλέον, οι σπόροι που άρχισαν να βλαστάνουν αλλά δεν έφτασαν τις ρίζες του φυτού-ξενιστή δίνουν ενδείξεις εξάντλησης των θρεπτικών στοιχείων που είναι αποθηκευμένα εντός των βλαστών της οροβάγχης (αποθησαυριστικές ουσίες), με μεγάλη πιθανότητα θανάτωσης τους. Εάν πάλι ο ριζικός αυτός όγκος προσεγγίσει τις ρίζες του φυτού-ξενιστή, η κορυφή του σκληραίνει και προσκολλάται στην επιφάνεια της ρίζας. Η σκλήρυνση και η πάχυνση αυτή που προκαλείται λέγεται με έναν όρο "appressorium" (από τα Λατινικά *apprimere*=προσκολλώμαι), στα ελληνικά ο όρος αυτός θα μπορούσε να περιγραφεί καλύτερα με μυζητήρα. Η υπόγεια ανάπτυξη και τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ολοπαρασίτου φαίνονται στην Εικόνα 5.

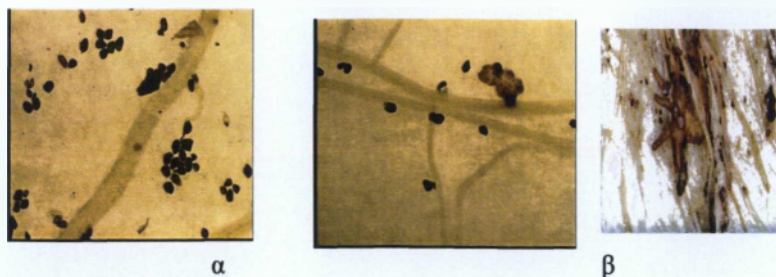


Εικόνα 5: Υπόγειος ανάπτυξη και στάδια ανάπτυξης του παρασίτου (πηγή: Eizenberg κ. ά. 2003)

2.2.2. Ο όγκος και ο σχηματισμός των “haustorium”

Το appressorium μέσω της ενζυματικής αποδόμησης στα κύτταρα των ριζών διεισδύει μηχανικά σε αυτές. Τα δύο αυτά φαινόμενα έχουν διαπιστωθεί σε πειραματικές διαδικασίες, με την ενίσχυση στοιχείων που αφορούν την εμπλοκή μιας ενδιάμεσης ενζυμικής παρέμβασης (πηκτίνη, μεθυλεστεράση, κελλουλόζη, ξυλανάση και πολυ-γαλακτουρονάση), κατά την προσβολή των φυτών-ξενιστών από την οροβάγχη. Αυτός ο συνδετικός ιστός είναι το haustorium (από τα Λατινικά haurire=πίνω). Όταν αποκατασταθεί η επαφή ανάμεσα στο appressorium και στα κύτταρα του φυτού-ξενιστή, τότε σχηματίζεται ο όγκος (από τα Λατινικά tuberculus=μικρό εξόγκωμα). Αυτό το όργανο, κίτρινο προς πορτοκαλί στο χρώμα, αρχίζει σιγά-σιγά να μεγαλώνει. Ο ώριμος όγκος είναι 0,5-2,5 εκ. παχύς στα περισσότερα είδη, αν και πιο παχύς

σε άλλα έως και 5 εκ. Με αυτό το όργανο το παράσιτο απορροφά νερό, θρεπτικά και οργανικά στοιχεία από τον ξενιστή.

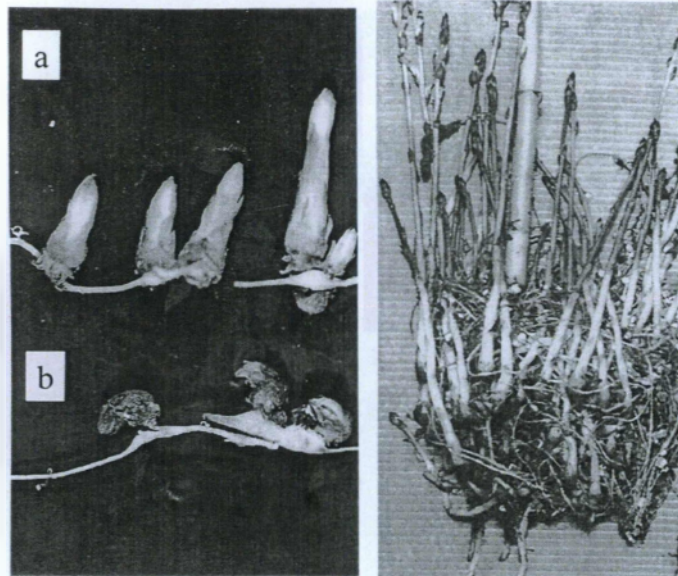


Εικόνα 6: (α) Διείσδυση του haustorium στο ριζικό σύστημα των φυτών ξενιστών, (β) σχηματισμός όγκου. (φωτό: Τσιμπούρη Μ.)

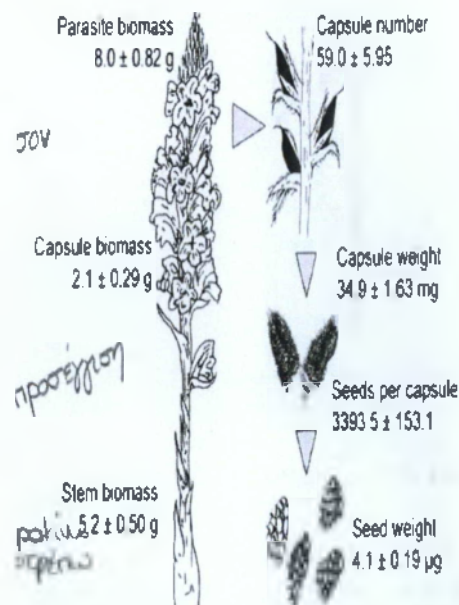
2.2.3. Η ανάπτυξη και η ανάδυση των βλαστών

Οι διογκωμένοι μυζητήρες οι οποίοι σχηματίζουν όγκους μετά από 1-2 εβδομάδες διαφοροποιούνται επιμηκύνοντας και αναδύοντας τον ανθισμένο βλαστό για να παραχθούν οι σπόροι.

Ο κύριος βλαστός καλύπτεται αραιά με φύλλα. Σε μερικά είδη οι διακλαδώσεις αποτελούν σύνθηρες φαινόμενο όπως στα είδη *O. ramosa* και *O. aegyptiaca*, ενώ σε άλλα είδη (*O. minor*, *O. crenata* και *O. cernua*) είναι σπάνια. Κατά τη διάρκεια που σχηματίζεται το υπόγειο στάδιο του βιολογικού κύκλου της οροβάγχης, συσσωρεύονται υδατάνθρακες. Η ορατή ανάπτυξη είναι συγκριτικά αργή. Η συσώρευση των υδατανθράκων καθιστά ικανό το παράσιτο να επιμηκύνει το βλαστό του, να αναδυθεί μέσα από το έδαφος και να σχηματίσει έναν υπέργειο βλαστό καθώς επίσης και άνθη εντός μιας σύντομης περιόδου.



Εικόνα 7: Υγιείς βλαστοί οροβάγχης πάνω σε ριζικό σύστημα ευαίσθητης ποικιλίας ηλιάνθου (α) και εκφυλισμένοι βλαστοί πάνω σε ανθεκτική ποικιλία(β)- Ριζικό σύστημα προσβεβλημένο από *O. cumana* (πηγή: Eizenberg κ. ά., 2003).



Εικόνα 8: Ποσότητες κατά την αναπαραγωγική διαδικασία της οροβάγχης οι οποίες συλλέχθηκαν από πειράματα στον αγρό.(πηγή: Grenz J. κ.α., 2005)

Η διάρκεια της ανάπτυξης του βλαστού και η ανάδυσή του εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους, τη θρεπτική κατάσταση του παρασίτου και της καλλιέργειας και λιγότερο στην ταυτότητα του ίδιου του φυτού-ξενιστή. Η υπόγεια φάση του βιολογικού κύκλου της οροβάγχης κυμαίνεται από 30 έως

100 ημέρες. Ο βιολογικός κύκλος της οροβάγχης διαρκεί ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή από 3-7 μήνες.

2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον παρασιτισμό

2.3.1 Κλιματολογικοί

α) Θερμοκρασία

Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση του σπόρου της οροβάγχης είναι 15°C και είναι χαμηλότερη από την άριστη θερμοκρασία για προσκόλληση στις ρίζες του φυτού-ξενιστή 20°C. Αυτό ισχύει περισσότερο για το είδος *Orobanche crenata*. Η βλάστηση του σπόρου της οροβάγχης παρατηρείται και σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C, αλλά είναι πιο βραδεία. Για τα είδη *Orobanche crenata* και *Orobanche cumana* ακόμα και η προσκόλληση παρατηρείται σε αυτή τη χαμηλή θερμοκρασία. Αυτό όμως δεν είναι δυνατό για το είδος *Orobanche aegyptiaca*. Όσο, δηλαδή, χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο πιο βραδεία είναι η ανάπτυξη της οροβάγχης. Στους 30°C μία αρκετά υψηλή θερμοκρασία- η ανάπτυξη, επιβραδύνεται. Η όμοια συμπεριφορά των τριών παραπάνω ειδών της οροβάγχης, όσον αφορά τη βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξή τους μπορεί να εξηγηθεί από το ότι αναπτύσσονται στις ίδιες γεωγραφικά περιοχές. Οι σπόροι του είδους *Orobanche crenata* βλαστάνουν γύρω στους 15°C, ενώ τα άλλα δύο είδη βλαστάνουν σε ένα μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών (από 10°C έως 25°C). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από την περιορισμένη εξάπλωση του *Orobanche crenata* στην περιοχή της Μεσογείου, λόγω του περιορισμένου αριθμού των ξενιστών του, που περιλαμβάνει κυρίως χειμερινές καλλιέργειες. Το είδος *Orobanche aegyptiaca*, σε αντίθεση, προσβάλλει τόσο καλοκαιρινές όσο και χειμερινές καλλιέργειες, ενώ το είδος *Orobanche cumana* προσβάλλει μόνο καλοκαιρινές καλλιέργειες. Αυτό εξηγεί την προσαρμογή τους σε ένα μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών. Αυτό που είναι ακόμα υπό διερεύνηση είναι το γεγονός εάν η φτωχή βλάστηση των σπόρων σε πολύ χαμηλές ή σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες συμβαίνει, επειδή η παραγωγή ουσιών από τις ρίζες του φυτού-ξενιστή δεν είναι δυνατή ή επειδή οι σπόροι της οροβάγχης είναι αδύνατον να βλαστήσουν σε αυτές τις ακραίες συνθήκες. Οι άριστες θερμοκρασίες για την προμεταχείριση και την βλάστηση των ειδών της οροβάγχης είναι θεωρητικά χαμηλότερες από αυτές των φυτών *Striga* (παρασιτικό φυτό). Έτσι, ίσως να εξηγείται και η απουσία της οροβάγχης από

τις ζεστές τροπικές περιοχές. Επίσης, η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτό. Βασική διαφορά σε ότι αφορά τις θερμοκρασιακές σχέσεις ενός εδάφους είναι η ειδική θερμότητα. Ένα έδαφος με μεγάλη ειδική θερμότητα παρουσιάζει μικρότερη θερμοκρασιακή διακύμανση. Σημαντικός είναι ο ρόλος της θερμοκρασίας του εδάφους στην αύξηση και ανάπτυξη των ριζών. Η επέκταση και η ευρωστία του ριζικού συστήματος μιας καλλιέργειας είναι συνάρτηση τριών θερμοκρασιακά ελεγχόμενων διαδικασιών: μεγέθυνση των ριζικών κυττάρων, αύξηση των ριζών κατά διάμετρο και μήκος και έκπτυξη νέων ριζών και διάρκεια ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

β) Υγρασία

Τα είδη της οροβάγχης απαντώνται σε αρδευόμενες αλλά και μη αρδευόμενες καλλιέργειες. Οι Borg και van Ast (1991) διαπίστωσαν ότι ο αριθμός και το ξηρό βάρος των ειδών της οροβάγχης αυξάνονται κάτω από συνθήκες αυξημένης υγρασίας. Γενικά πάντως τα είδη της οροβάγχης προτιμούν σχετικά χαμηλή υγρασία, η οποία τους εξασφαλίζει υψηλά επίπεδα διαπνοής και επομένως αυξάνεται η ροή του νερού και των θρεπτικών στοιχείων από το φυτό ξενιστή στο φυτοπαράσιτο. Η υγρασία του εδάφους είναι απαραίτητη για τη βλάστηση και την ανάπτυξη των ολοπαρασίτων. Επιδρά άμεσα αλλά και έμμεσα μέσω της φυσιολογίας και της ανάπτυξης του ξενιστή. Ιδιαίτερα σε καλά στραγγιζόμενα και δομημένα εδάφη, τα περισσότερα από τα παράσιτα των ριζών –όπως είναι η οροβάγγη- ευνοούνται από άριστες θερμοκρασίες για την βλάστηση των σπόρων τους. Υπό συνθήκες κατάκλισης του εδάφους, η βλάστηση είναι φτωχή λόγω της έλλειψης οξυγόνου, η οποία εμποδίζει την αναπνοή του σπόρου και συντελεί στην συνέχιση του ληθάργου του. Επίσης, υποστηρίζεται πως σε υγρές συνθήκες, οι διεγερτικές ουσίες για τη βλάστηση των σπόρων, διαλυτοποιούνται ή ακόμα και ξεπλένονται από το έδαφος. Εργαστηριακές μελέτες αποδεικνύουν ότι οι σπόροι προσαρμόζονται σε ξηρές συνθήκες. Η βλάστηση των σπόρων έλαβε χώρα, ακόμα και σε ωσμωτικό δυναμικό των -1.29 Mpa . Συνήθως τα είδη των αγγειόσπερμων μπορούν να βλαστήσουν σε ένα ωσμωτικό δυναμικό από -0.4 Mpa έως 0.5 Mpa .

Η διαχείριση του εδαφικού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο καταπολέμησης των ολοπαρασίτων. Για παράδειγμα, όταν σε σύστημα εναλλαγής καλλιεργειών υπάρχει καλλιέργεια ρυζιού, τότε μειώνεται η

προσβολή από την οροβάγχη. Πιο ειδικά η *O. crenata* εμφανίζεται συνήθως σε μη αρδευόμενη καλλιέργεια κουκιών και παρατηρείται μείωση κάτω από υγρές συνθήκες, αλλά μπορεί να εμφανίζεται και να προσβάλλει και αρδευόμενη καλλιέργεια καρότου. Η *O. cernua* εμφανίζεται σε μη αρδευόμενες καλλιέργειες καπνού και αρδευόμενης καλλιέργειας τομάτας, ενώ η *O. cutanpa* προσβάλλει κυρίως μη αρδευόμενες καλλιέργειες ηλίανθου. Τέλος, η *O. minor* επίσης παρασιτεί ξηρικές καλλιέργειες. Η *O. ramosa* και *O. aegyptiaca* εμφανίζονται σε αρδευόμενα κηπευτικά, λαχανοκομικά φυτά.

γ) Φωτοπερίοδος-μήκος ημέρας/νύχτας

Ο Kasasian (1973) έδειξε ότι μειώνοντας την επίδραση του φωτός από 170 στα 40 W αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση της προσβολής των κουκιών από *O. crenata*, αν και περαιτέρω μείωση στα 9 W επιτρέπει μερική προσκόλληση. Το μήκος της ημέρας δεν φαίνεται να έχει κάποια επίδραση στην άνθιση των ειδών της οροβάγχης και φαίνεται ότι η άνθιση της *O. minor* εξαρτάται από την πρόωμη άνθιση του φυτού ξενιστή (τριφύλλι), κάτι όμως που δεν έχει επιβεβαιωθεί (Holdworth και Nutman 1974). Ο Jacobssohn (1989) κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι μερικά από τα κυριότερα είδη της οροβάγχης θα μπορούσαν να μεγαλώσουν, να ωριμάσουν και να ανθίσουν σε μη ανθισμένα φυτά ξενιστές. Το χρονικό διάστημα που τα φυτά της τομάτας δέχονταν την επίδραση του φωτός στο εσωτερικό του θαλάμου ήταν από τις 9π.μ. έως τις 12μ.μ. ενώ τις υπόλοιπες ώρες επικρατούσε σκοτάδι. Εν κατακλείδι, το μήκος της ημέρας δε φαίνεται να περιορίζει την εξάπλωση της οροβάγχης.

2.3.2. Εδαφολογικοί

α) Τύπος εδάφους- pH

Τα εδάφη στα οποία εμφανίζονται τα είδη της οροβάγχης στη Μέση Ανατολή είναι κυρίως αλκαλικά και οι Bischof και Foroughi (1971) έδειξαν ότι η παρουσία της *O. aegyptiaca* κατά κάποιο τρόπο μειώνεται σε χαμηλό pH. Ο Kasasian (1971) αναφέρεται σε άλλα πειράματα τα οποία προτείνουν ότι η *O. minor* και η *O. ramosa* προτιμούν αλκαλικά εδάφη και αυτό οφείλεται στην σχετική σταθερότητα της φυσικής διέγερσης σε χαμηλό pH.

Ο Izard (1959) σχολίασε ότι η *O. minor* σχετίζεται με αλκαλικά εδάφη στην Αγγλία, αλλά η καλλιέργεια του καπνού η οποία κυρίως προσβάλλεται

από την *O. ramosa* αναπτύσσεται περισσότερο συχνά σε όξινα εδάφη. Δεν είναι ακριβής ο συσχετισμός ότι όλα τα είδη της οροβάγχης χρειάζονται υψηλό pH και δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι κάποιες συγκεκριμένες τιμές pH, επδρούν στον παρασιτισμό ή όχι των φυτών-ξενιστών από την οροβάγχη

β) Ποσοστό σε θρεπτικά στοιχεία (%).

Η γονιμότητα του εδάφους είναι ο πλέον λιγότερο αποφασιστικός παράγοντας για την ανάπτυξη της οροβάγχης. Υπάρχουν λίγες αναφορές σχετικά με είδη της οροβάγχης που προτιμούν εδάφη με χαμηλή λίπανση αλλά κανένα από αυτά δεν εμφανίζεται ως βασικό σε λεπτομερή ανάλυση (Southwood 1971) και είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι αν και η προσβολή γίνεται στο υπόγειο τμήμα του φυτού από την *Or. Minor*, είναι χαμηλή σε πειραματικά δοχεία τα οποία έχουν δεχθεί λίπανση (φώσφορο κυρίως)

Κεφάλαιο 3

3.1. Επίδραση του ξενιστή στην εκδήλωση και στο μέγεθος του παρασιτισμού

Η παρουσία του ξενιστή είναι βασικής σημασίας για την βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης. Σε αυτό σπουδαίο ρόλο παίζουν οι ριζικές εκκρίσεις της τομάτας, που διεγείρουν τους σπόρους και όταν αυτοί ακόμα βρίσκονται μερικά χιλιοστά μακριά από τη ζώνη διάχυσης τους. Αυτό, όμως, δεν αποτελεί κανόνα για όλα τα είδη της οροβάγχης. Υπάρχουν ορισμένα είδη που βλαστάνουν και χωρίς την παρουσία του φυτού ξενιστή, όμως, αρκεί η ύπαρξη κάποιου άλλου φυτού το οποίο δεν παρασιτείται. Αυτά είναι τα ονομαζόμενα φυτά παγίδες. Η *O. ramosa* για παράδειγμα βλαστάνει με την παρουσία της μηδικής και του σουσαμιού, ενώ η *O. cernua* με την παρουσία της πιπεριάς. Η ανάπτυξη του παρασίτου γίνεται εις βάρος του φυτού – ξενιστή απορροφώντας νερό, οργανικά και ανόργανα στοιχεία. Έτσι, σιγά-σιγά στον υπόγειο βλαστό της οροβάγχης συγκεντρώνονται υδατάνθρακες, με αποτέλεσμα την εξασθένηση του ξενιστή. Η αρνητική επίδραση της οροβάγχης στην ανάπτυξη του φυτού ξενιστή γίνεται πιο έντονη, όταν το ολοπαράσιτο αναδύεται από το έδαφος. Τότε η ανάπτυξη των βλαστών της οροβάγχης επιταχύνεται προκαλώντας περαιτέρω έλλειψη υδατανθράκων στους βλαστούς των καλλιεργούμενων φυτών. Η ωσμωτική πίεση στο ξενιστή μειώνεται έως ένα όριο, όπου εκδηλώνονται συμπτώματα μάρανσης με κατάληξη την ξήρανση.

Μεγαλύτερο ακόμα είναι το ποσοστό ζημιάς στις καλλιέργειες, όταν αυτές έχουν προσβληθεί στα αρχικά στάδια ανάπτυξης τους από την οροβάγχη. Η ανάπτυξη των φυτών σε αυτήν την περίπτωση είναι περισσότερο μειωμένη από τα φυτά που προσβλήθηκαν σε όψιμο στάδιο της ανάπτυξής τους. Μείωση στην ποιότητα συμβαίνει σε διάφορες καλλιέργειες όπως είναι ο καπνός, ο ηλιάνθος, οι τομάτες, τα καρότα, το λάχανο και οι μελιτζάνες.

Σαν ολοπαράσιτο άνευ χλωροφύλλης, τα είδη της οροβάγχης εξαρτώνται εξ ολοκλήρου από τον ξενιστή για το σύνολο του οργανικού άνθρακα τον οποίο αποκτούν από το αγωγό σύστημα του ξενιστή κυρίως με τη μορφή σακχάρων. Επίσης, χωρίς καλά ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα εξαρτώνται από τον ξενιστή και για νερό. Η ροή του νερού από τον ξενιστή στο παράσιτο αυξάνει λόγω υψηλής ωσμωτικής πίεσης και πιθανόν ακόμα από το υψηλό επίπεδο διαπνοής. Η οροβάγχη δεν μπορεί να φωτοσυνθέσει και

εξαρτάται από τον ξενιστή για να αυξήσει τις πηγές της σε άνθρακα. Αποτέλεσμα της ολικής εξάρτησης του φυτού της οροβάγχης από τους ξενιστές είναι η πρόκληση τεράστιων ζημιών στις καλλιέργειες. Αυτό έχει ως συνέπεια οικονομική ζημιά στην παραγωγή ακόμα και απομάκρυνση συγκεκριμένων ειδών φυτών από μια περιοχή.

Η παρουσία του ολοπαρασίτου στην καλλιέργεια του καπνού (*Tabacco nicotiana*) επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις αποδόσεις του. Παρατηρείται μια μείωση της παραγωγής σε ποσοστό από 52-100%. Ακόμα περισσότερο όμως επηρεάζονται τα φυσιολογικά γνωρίσματα του φυτού, όπως είναι η μειωμένη περιεκτικότητα σε νικοτίνη, πρωτεΐνες και διαλυτούς υδατάνθρακες και η αλλαγή στη δράση των ενζύμων. Έρευνες έδειξαν αλλαγές στη σύσταση των ιστών των ξενιστών συμπεριλαμβανομένων και μείωση K και P, ενώ η περιεκτικότητα σε Ca αυξάνει (Abu-Raya 1973). Η καταστολή του K στον ξενιστή προέρχεται από την ζημιά που προκαλεί η *O. ramosa* στον καπνό (Epist 1986). Στο καρότο (*Daucus carota*) παρατηρείται δραματική μείωση στα συνολικά ποσοστά ζάχαρης εξαιτίας της προσβολής από το *O. crenata* (Schaffer 1991). Αν και δεν υπάρχουν ενδείξεις μείωσης της φωτοσύνθεσης λόγω της επίδρασης του παρασιτισμού, οι Stewart και Press (1990) θεώρησαν ότι είναι αποτέλεσμα της προσβολής του φυτού από οροβάγγη η σοβαρή μείωση της ικανότητάς του να απορροφά νερό από το έδαφος, κάτω από συνθήκες καταπόνησης όπως αυτό παρατηρήθηκε στα κουκιά (Whitney 1972). Αυτή η καταπόνηση που προκαλείται στον ξενιστή μπορεί να οδηγήσει εμμέσως στην μείωση της φωτοσύνθεσης με το κλείσιμο των στομάτων, μειώνοντας την κυκλοφορία του CO₂.

Βρέθηκε από σχετικές έρευνες ότι η καθυστερημένη σπορά του καρότου, μπιζελιού και ρεβιθιού, μειώνουν την προσβολή και την έκταση της από το παράσιτο. Δοκιμές στον αγρό αλλά και εργαστηριακά πειράματα έδειξαν ότι ανθεκτικότητα στην *O. crenata* παρουσιάζουν μόνο μερικές ποικιλίες του μπιζελιού και του ρεβιθιού, καθώς και μερικά άγρια είδη αυτών. Η ανθεκτικότητα είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού από διάφορους μηχανισμούς, που συμπεριλαμβάνουν την χαμηλή εγκατάσταση βλαστημένων σπόρων παρασίτου και η σκίαση της προσβεβλημένης περιοχής του φυτού-ξενιστή που εμποδίζουν την εγκατάσταση του παρασίτου. Το καρότο βρέθηκε να είναι ανθεκτικό και στα δύο είδη οροβάγχης, *O. crenata* και *O. Aegyptiaca*, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και πιο ευαίσθητο όταν επικρατούν

χαμηλές θερμοκρασίες. Διάφοροι ερευνητές παρατήρησαν την επίδραση της θερμοκρασίας στον παρασιτισμό από οροβάγχη, αλλάζοντας την ημέρα σποράς του φυτού ξενιστή, σε φυτά τα οποία ήταν όσπρια στα περισσότερα πειράματα. Βρέθηκε ότι στο Μεσογειακό κλίμα, καθυστερώντας την ημέρα σποράς των φασολιών ή της φακής από το φθινόπωρο στο χειμώνα, μειώνεται η προσβολή από την *O. aegyptiaca* και *O. crenata*, πιθανόν λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν και καθυστερούν την εξάπλωση του παρασιτισμού.

Σε αντίθεση με άλλες καλλιέργειες, πειράματα στον αγρό αλλά και στο εργαστήριο (ελεγχόμενο περιβάλλον) έδειξαν ότι οι τομάτες είναι ανθεκτικές στην *O. crenata* μόνο όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες (άνοιξη-καλοκαίρι) και ευαίσθητες κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες. Άλλες εργασίες έδειξαν ότι η βλάστηση της οροβάγχης προάγεται από τις υψηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων μόλυνσης ενώ οι χαμηλές θερμοκρασίες καθυστερούν την ανάπτυξη του παρασιτισμού (Kasasian1973, Sauerbom1989). Για παράδειγμα η πρώιμη σπορά του ηλίανθου (*Helianthus annuus*) μειώνει την προσβολή του από την οροβάγχη.

Οι Kebreab και Murdoch (1999) βρήκαν ότι η μέγιστη βλάστηση των σπόρων της ποικιλίας *Or. aegyptiaca* λαμβάνει χώρα σε ένα φάσμα θερμοκρασιών 21-25° C ημέρας /νύχτας. Ο Sauerbom (1989) απέδειξε ότι η μέγιστη βλαστικότητα των σπόρων της οροβάγχης που προκαλεί παρασιτισμό, είναι για την *O. crenata* στα όσπρια, για την *O. aegyptiaca* τα φασόλια και για την *O. cumana* ο ηλίανθος η θερμοκρασία των 15° C.

Κεφάλαιο 4

4.1. Καταπολέμηση

Τα τελευταία χρόνια με τις αλλαγές του κλίματος έχει παρατηρηθεί ότι η οροβάγχη αποτελεί ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα της γεωργία σε ορισμένες περιοχές. Η εξάπλωση της οροβάγχης είναι ραγδαία στις καλλιέργειες (φαίνεται τελικά ότι παρασιτεί ένα μεγαλύτερο εύρος φυτών από ότι αρχικά είχε γίνει αντιληπτό) γεγονός που την καθιστά ένα από τους πιο επικίνδυνους εχθρούς για τις καλλιέργειες. Οι λόγοι που συντελούν σε αυτό είναι οι εξής:

- 1) Η πολύ εύκολη διασπορά των σπόρων της οροβάγχης. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί, μόλις 0,2 – 0,3 χιλ. που με τις καλλιεργητικές φροντίδες, με τον αέρα, με τα κόπρανα των ζώων ακόμα και με μικρή διατάραξη του εδάφους, μπορεί να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις.
- 2) Μεγάλη ικανότητα επιβίωσης των σπόρων της οροβάγχης.
- 3) Οι σπόροι είναι πολύ ανθεκτικοί στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος. Έχει αναφερθεί ότι η βλαστικότητα των σπόρων δεν μειώνεται ακόμα και στους 70 ή 80 βαθμούς Κελσίου, ενώ μπορούν να βλαστήσουν ακόμα και μετά από 20 χρόνια παραμονής τους στο έδαφος.
- 4) Η οροβάγχη φαίνεται να έχει μεγάλη ευκολία προσαρμογής ακόμα και σε περιβάλλοντα, που δεν ήταν κατάλληλα για την ανάπτυξη της όπως αρχικά πιστευόταν λόγω συνθηκών. Αν και είναι φυτό που ευνοείται από τα ξηρά και θερμά κλίματα εν τούτοις έχουν αναφερθεί προσβολές από οροβάγχη σε πιο ψυχρές περιοχές όπως στη Γερμανία, στην Αυστρία και στην Πολωνία.
- 5) Μελετώντας τα είδη της οροβάγχης κάποιος ειδικός μπορεί να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν διαφορετικοί οικότυποι στον γενετικά ίδιο πληθυσμό. Λόγω της πίεσης επιλογής σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα επέρχονται, σχετικά εύκολα, φαινοτυπικές διαφοροποιήσεις, γεγονός που καθιστά πιο δύσκολο το έργο των ειδικών όσον αναφορά την ταξινόμηση των ειδών. Η ακριβής ταξινόμηση των ειδών της οροβάγχης, που παρασιτούν τις διάφορες καλλιέργειες είναι πολύ σημαντική διαδικασία αφού αποτελεί το κλειδί για μια πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτού του παρασίτου.
- 6) Η επικείμενη αύξηση της θερμοκρασίας της γης θα καταστήσει την οροβάγχη έναν πραγματικό εχθρό παγκοσμίως μιας και οι ξηροθερμικές

συνθήκες θα ευνοήσουν την εξάπλωσή της, ακόμα και σε περιοχές όπου δεν έχουν αναφερθεί ακόμα προσβολές.

- 7) Υπάρχει ένα μεγάλο εύρος ξενιστών από καλλιεργούμενα φυτά όπως καπνός, τομάτα, κουκιά, καρότο κλπ και από μη καλλιεργούμενα φυτά όπως κισσός, κάποια άγρια είδη κλπ. Το γεγονός αυτό συντελεί στην δυσκολία καταπολέμησης της οροβάγχης, δεδομένου ότι σε πολλές περιπτώσεις στην ίδια καλλιέργεια μπορεί να υπάρχει παρασιτισμός από περισσότερα του ενός είδη οροβάγχης.
- 8) Η καταπολέμηση της οροβάγχης είναι πολύπλοκη για τους λόγους που αναφέρονται παρακάτω:
- ❖ έχει συνήθως αποτελεσματικότητα μόνο ως προληπτικό μέτρο και όχι ως κατασταλτικό, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι γνωστό το επίπεδο του παρασιτισμού,
 - ❖ το παράσιτο είναι συνέχεια συνδεδεμένο με τον ξενιστή,
 - ❖ εάν γίνει κάποια χημική επέμβαση διαμέσου του φυτού ξενιστή πρέπει το φυτό ξενιστής να είναι εκλεκτικό ως προς το ζιζανιοκτόνο χωρίς να μειώνει την φυτοτοξικότητά του διασυστηματικού ζιζανιοκτόνου
 - ❖ το παράσιτο αναπαράγεται συνεχώς και
 - ❖ δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν καταστολείς του συστήματος της φωτοσύνθεσης, εξαιτίας της απουσίας ανάλογου συστήματος της οροβάγχης.

4.2. Έλεγχος των ειδών της οροβάγχης

4.2.1 Φυσιικές και μηχανικές μέθοδοι

α) Βοτάνισμα

Όταν η προσβολή από την οροβάγχη δεν είναι μεγάλη, τότε μπορεί να γίνει απομάκρυνση των ολοπαρασίτων με το χέρι (hand-pulling). Αυτή η πρακτική αν και είναι ευρέως διαδεδομένη σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από μικρές προσβολές, είναι χρονοβόρα, επίπονη και απλά περιορίζει την παραγωγή των σπόρων της οροβάγχης, δηλαδή δεν την εξαλείφει. Η μέθοδος αυτή όταν χρησιμοποιείται για μικρό χρονικό διάστημα, μπορεί να μειώσει την ζημιά. Όταν χρησιμοποιείται για μακρό χρονικό διάστημα μπορεί να προλάβει την σποροποίηση και επομένως μειώνεται το πρόβλημα στο μέλλον. Στον καπνό όπως αναφέρεται από τους Krishnamurthy και Rao (1976),

εφαρμόστηκε επιμελές βοτάνισμα για 3 χρόνια ώστε να υπάρξει έλεγχος της *O. crenata* στην Ινδία, αν και το πρόβλημα παρέμεινε. Είναι δύσκολο να επιτευχθούν καλά αποτελέσματα κάτω από όλες τις συνθήκες. Η συχνότητα του βοτανίσματος η οποία γίνεται για να προληφθεί η σποροποίηση, εξαρτάται από το επίπεδο ωριμότητας και τη διασπορά (έγχυση) των σπόρων. Οι σπόροι της *O. ramosa* ωριμάζουν μέσα σε μια εβδομάδα από την άνθιση και διασπείρονται μια εβδομάδα αργότερα, οπότε η συχνότητα των βοτανισμάτων είναι απαραίτητο να γίνεται κάθε 2 εβδομάδες.

β) Αμειψισπορά και καλλιέργειες παγίδες

Η χρήση φυτών παγίδες "trap-crops" και "catch-crops" έχει εφαρμοστεί σε εναλλαγή καλλιεργειών, με σκοπό την μείωση του αποθέματος των σπόρων της οροβάγχης στο έδαφος. Τα "trap-crops" προκαλούν βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης χωρίς όμως αυτή να τα παρασιτήσει. Τέτοιες καλλιέργειες είναι το λινάρι (*Linum usitatissimum L.*), τα φασόλια (*Phaseolus spp.*), το σόργο και το βαμβάκι. Το 1991 πολύ καλά αποτελέσματα με μείωση της προσβολής σε ποσοστό 62,5% από *O. crenata*, έδωσε η τριετής φύτευση και ανάπτυξη με *Vicia dasycarpa spp. villosa*.

Τα "catch-crops" αφορούν καλλιέργειες που προσβάλλονται από την οροβάγχη και οι οποίες καταστρέφονται πριν οι βλαστοί ανθήσουν και σποροποιήσουν. Τέτοιες καλλιέργειες είναι το τριφύλλι (*Trifolium alexandrinum L.*) και η γλυκιά πιπεριά (*Capsicum frutescens L.*). Όμως, και αυτές οι μέθοδοι αποδεικνύονται αναποτελεσματικές, καθώς υπάρχουν τεράστιες ποσότητες σπόρων στο έδαφος και μόνο ένα μικρό ποσοστό τελικά βλαστάνει από τις ουσίες που εκχέονται στο έδαφος από τα "trap-crops" και τα "catch-crops". Τα αποτελέσματα σαφώς είναι καλύτερα για περιοχές όπου η προσβολή από την οροβάγχη είναι μικρή.

Ένα από τα καλύτερα αποτελέσματα αναφέρθηκε από τον Al-Menoufi (1991) ο οποίος κατόρθωσε 98% μείωση της προσβολής από *O. crenata* μετά από 4 χρόνια καλλιέργειας με αλεξανδρινό τριφύλλι το χειμώνα και καλλιέργειας καλαμποκιού το καλοκαίρι. Η καλλιέργεια του με αλεξανδρινό τριφύλλι υποστηρίζει μερική προσβολή από *O. crenata*. Σε πειράματα που έγιναν σε γλάστρες (1984) έδειξαν ότι η καλλιέργεια λιναριού και γλυκού πιπεριού μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικές ως αρπакτικές καλλιέργειες για την *O. ramosa* όταν αναπτύσσονται για 4-6 εβδομάδες και καταστρέφονται

πριν φυτευτούν οι τομάτες. Αυτά τα δύο είδη καλλιεργειών μειώνουν την επικείμενη προσβολή κατά 95 και 80% εν συγκρίσει με προσπάθειες ελέγχου της προσβολής χωρίς φυτά παγίδες. Μια καλλιέργεια που χρησιμοποιείται για αμειψισπορά και επιδρά στο είδος *O. cernua* σε καλλιέργεια καπνού είναι το ρύζι. Η καθυστέρηση της ημερομηνίας φύτευσης της καλλιέργειας είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε καλλιέργεια με ψυχανθή (φασόλια και φακές), που είχε προσβληθεί από το είδος *O. aegyptiaca*. Όμως, και πάλι αυτή η μέθοδος είναι αποτελεσματική μόνο όταν οι πρώιμες ποικιλίες είναι εξίσου παραγωγικές με τις συμβατικές.

Η χρησιμοποίηση σπόρου απαλλαγμένου από παράσιτα, η αποφυγή προσθήκης ζωικής κοπριάς που ενδεχομένως περιέχει σπόρους παρασιτικών ζιζανίων και ο περιορισμός μεταφοράς των παρασίτων με το νερό άρδευσης, τα γεωργικά μηχανήματα, τα ζώα, κτλ., αποτελούν τρόπους που μπορούν να περιορίσουν την εξάπλωση του ζιζανίου. Τέλος σε περίπτωση μικρής προσβολής από οροβάγχη συνιστάται η απομάκρυνση και καταστροφή του ξενιστή και του παρασίτου πριν σχηματιστούν τα σπέρματα.

γ) Προετοιμασία αγρού και καλλιεργητικές επεμβάσεις

Το σκάλισμα για αφαίρεση των βλαστών της οροβάγχης δεν αποτελεί μια πρακτική εφικτή για τον έλεγχο της οροβάγχης, εξαιτίας της καθυστερημένης ανάδυσης του ολοπαρασίτου κατά την καλλιεργητική περίοδο και λόγω του ότι υπάρχει ο κίνδυνος τραυματισμού των φυτών της καλλιέργειάς. Άλλες μέθοδοι όπως το βαθύ όργωμα, κάψιμο των υπολειμμάτων της καλλιέργειας και η ηλιοαπολύμανση έχουν εφαρμοστεί με στόχο την καταπολέμηση των σπόρων της οροβάγχης.

Η τοποθέτηση των σπόρων σε βάθος 20 εκ. είχε ως αποτέλεσμα μικρότερο βαθμό ανάδυσης του είδους *Orobancha cernua* (Nandula, 1998). Σε σοβαρές περιπτώσεις προτείνεται η δημιουργία χαντακιών 45-50 cm για την *O. ramosa* στον καπνό στην Ανατολική Ευρώπη και για την *O. minor* στο καπνό στη Ν. Ζηλανδία. Παρατηρήθηκε μείωση της προσβολής σε ποσοστό 80-90% με την χρήση αυτής της μεθόδου. Παρ' όλ' αυτά οι σπόροι σε αυτό το βάθος θα μπορούσαν να αναδυθούν στην επιφάνεια πάλι από ένα μεταγενέστερο βαθύ όργωμα. Οι Parker και Riches (1993) προτείνουν το κάψιμο των υπολειμμάτων της προσβεβλημένης καλλιέργειας, προκειμένου να μειωθεί το απόθεμα των σπόρων στο έδαφος. Επίσης κατά τη διάρκεια της φύτευσης

προτείνονται μεγάλα αυλάκια ώστε να είναι ευκολότερο το βοτάνισμα και η εφαρμογή φυτοφαρμάκων.

Μια επέμβαση η οποία δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα στην καταπολέμηση της οροβάγχης είναι η εφαρμογή κατάκλυσης στον αγρό. Παρόλο που η διακοπτόμενη άρδευση συνήθως δεν καταστέλλει τα είδη της οροβάγχης, η εφαρμογή της κατάκλυσης, όπως στην καλλιέργεια ρυζιού, πιστεύεται ότι μπορεί να μειώσει το πρόβλημα του είδους *O. cernua* στην μετέπειτα καλλιέργεια καπνού που ακολουθεί. Αυτή η άποψη βασίζεται στη παρατήρηση ότι οι σπόροι αυτού του είδους χάνουν την βιωσιμότητά τους μετά την παραμονή τους στο νερό για διάστημα ενός μηνός και το πρόβλημα είναι μικρότερο όταν ο καπνός ακολουθεί την καλλιέργεια του ρυζιού. Στην Αίγυπτο ο Zahran (1982), ανέφερε μείωση σε ποσοστό 65% της προσβολής από *O. crenata* στα φασόλια, τα οποία ακολούθησαν αμέσως μετά το ρύζι αλλά δεν παρατηρήθηκαν τα ίδια αποτελέσματα στο είδος *O. aegyptiaca* σε καλλιέργεια τομάτας. Το είδος *O. aegyptiaca* παρουσίασε μείωση της προσβολής σε καλλιέργειες φυλλωδών- λαχανικών, οι οποίες ακολούθησαν το ρύζι.

Η μέθοδος καταπολέμησης με ηλιοαπολύμανση περιλαμβάνει την χρήση πλαστικών φύλλων τα οποία παγιδεύουν τη θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του εδάφους να αυξάνεται και να γίνεται θανατηφόρα για σπόρους και άλλους οργανισμούς. Έτσι πραγματοποιήθηκε εξαιρετικός έλεγχος του είδους *O. aegyptiaca* στο Ισραήλ (Jacobsohn 1980, Sauerbom και Saxena 1987) και τη Συρία και του είδους *O. ramosa* στο Σουδάν (Braun, 1984, 1987, 1988). Για επιτυχή αποτελέσματα της μεθόδου πρέπει να υπάρχει επαρκής υγρασία στο έδαφος, υψηλές θερμοκρασίες αέρα, πλούσια ηλιακή ακτινοβολία και αποτελεσματικό διάστημα έκθεσης. Τα επίπεδα CO₂ και αιθυλενίου αυξάνονται κάτω από πλαστικά φύλλα ενώ τα επίπεδα O₂ γενικά παραμένουν αμετάβλητα. Οι Dreppan και Mohamed-Ahmed (1992) έδειξαν ότι οι σπόροι της *O. ramosa* ανθίστανται σε θερμοκρασία 50° C για 35 ημέρες όταν είναι στεγνοί αλλά θανατώνονται σε λίγες ημέρες σε θερμοκρασία 45° C όταν είναι ενυδατωθούν.

Με την ηλιοαπολύμανση η προσβολή από τα είδη *O. Aegyptiaca*, *O. crenata* και *O. ramosa* μειώθηκε στο 90-100% (Nandula 1998). Ο μεγαλύτερος, όμως, περιορισμός για την υιοθέτηση αυτής της μεθόδου είναι το αυξημένο κόστος των φύλλων του πολυαιθυλενίου (Foy κ. ά 1989). Η χρήση

της ηλιοαπολύμανσης περιορίζεται ακόμα περισσότερο λόγω του ότι χρειάζονται κάποια μηχανήματα εναπόθεσης των φύλλων του πολυαιθυλενίου και θα πρέπει να υπάρχουν και ηλιόλουστες ημέρες (βέβαια στην Ελλάδα δεν υπάρχει πρόβλημα για την τελευταία επισήμανση).

Ο χρόνος σποράς της κύριας καλλιέργειας παίζει σπουδαίο ρόλο στην προσβολή και στην έκταση αυτής. Σε πρώιμες σπορές τον Οκτώβριο, Νοέμβριο ή και νωρίς το Δεκέμβριο ανάλογα με την περιοχή, εμφανίζεται πιο έντονη προσβολή ενώ όταν φυτεύονται αργότερα, Νοέμβριο, Δεκέμβριο ή και Ιανουάριο (ανάλογα πάλι με την περιοχή) παρατηρούνται πολύ μικρότερες προσβολές.

4.2.2 Χημικές μέθοδοι

Διάφορες στρατηγικές χημικής καταπολέμησης έχουν χρησιμοποιηθεί προκειμένου να ελεγχθεί η οροβάγγη άμεσα ή έμμεσα. Μέτρα, όπως ο καπνισμός του εδάφους, απολύμανση του εδάφους, σύνθεση ουσιών που ερεθίζουν την βλάστηση των σπόρων της οροβάγγης και κάποια προφυτρωτικά ή προσπαρτικά ζιζανιοκτόνα, έχουν ως στόχο την άμεση καταπολέμησή της. Αντίθετα, τα διασυστηματικά ζιζανιοκτόνα διαμέσου του φυλλώματος του φυτού-ξενιστή και με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα, μπορεί να γίνει καταστολή της ανάπτυξης του ολοπαρασίτου, αφού αυτό έχει προσκολληθεί και διεισδύσει στο ριζικό σύστημα του φυτού-ξενιστή.

a) Απολυμαντικά

Τα απολυμαντικά δια καπνισμού έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα για τον έλεγχο των ειδών της οροβάγγης, περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο παράσιτο. Το βρωμιούχο μεθύλιο έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στις Η.Π.Α. για τον έλεγχο πληθυσμών του είδους *O. ramosa* πριν την φύτευση τομάτας σε περιοχές της Καλιφόρνια και του Τέξας. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην καταπολέμηση των ειδών *O. crenata* και *O. minor* στην Αίγυπτο πριν την φύτευση καπνού και φασολιών. Όμως, το υψηλό κόστος της δραστικής ουσίας, των υλικών κάλυψης και η απαγόρευση της χρήσης του αερίου ως τοξικό και επιβλαβές για το περιβάλλον αποτελούν απαγορευτικούς παράγοντες για την χρήση του.

Εφαρμογή του EDB (ethylene dibromide) σε συνδυασμό με την χλωροπικρίνη έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον έλεγχο του είδους *O. crenata* στο μπιζέλι, αλλά όχι στα είδη *O. aegyptiaca* και *O. ramosa*. Όμως, και το EDB είναι αρκετά τοξικό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Το metham-sodium έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα στην καταπολέμηση της οροβάγχης στο φασόλι και στον καπνό. Το ίδιο ισχύει και για το 1,3-διχλωροπροπένιο (Tellone II). Ο Jacobssohn (1991) ανέφερε τον επιτυχή έλεγχο των ειδών *O. crenata*, της *O. aegyptiaca* και *O. ramosa* με την εφαρμογή του Tellone II. Το dazomet απεδείχθη λιγότερο αποτελεσματικό από το βρωμιούχο μεθύλιο ή το metham-sodium. Το methyl isothiocyanate έδωσε μέτρια αποτελέσματα για την καταπολέμηση της οροβάγχης στην Νέα Ζηλανδία και η ουσία Metham-Sodium έδωσε εξαιρετικό έλεγχο του είδους *O. minor* όταν εφαρμόστηκε στην επιφάνεια του εδάφους και αμέσως ενσωματώθηκε με το νερό σε βάθος 20cm, όπως έδειξαν αποτελέσματα με αύξηση των αποδόσεων του καπνού. Πάντως, από όλα τα καπνιστικά εδάφους το περισσότερο αποτελεσματικό ήταν το βρωμιούχο μεθύλιο, αλλά το υψηλό κόστος εφαρμογής και η υπολειμματικότητα του έχουν περιορίσει την χρήση του.

β) Βλάστηση αυτοκτονίας

Μια άλλη προσέγγιση όσον αφορά τον τρόπο καταπολέμησης της οροβάγχης αποτελούν οι συνθετικές ουσίες που επάγουν την βλάστηση των σπόρων της οροβάγχης με την απουσία, όμως, του φυτού-ξενιστή. Αυτή η διαδικασία καλείται “βλάστηση αυτοκτονίας” (suicidal germination). Μια ουσία η στριγγόλη απομονώθηκε από τις ρίζες του βαμβακιού και στη συνέχεια συντέθηκαν εργαστηριακά ανάλογά της, τα οποία όταν εφαρμόστηκαν στο χωράφι δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα λόγω της μειωμένης σταθερότητάς τους στο έδαφος. Μεταξύ των πρώτων διαλυμάτων στριγγόλης που δημιουργήθηκαν, οι ουσίες GR 5 και GR 7 έδειξαν αμέσως δράση ενάντια στην *O. ramosa*.

Στην Αίγυπτο η ουσία GR 7 έδειξε να μειώνει την προσβολή από *O. crenata* σε ποσοστό 90%. Κι άλλες τέτοιες ουσίες ειδικά το GR 24 και το GR28 είχαν υψηλή δράση σε *in vitro* εγκαταστάσεις. Στο έδαφος εφαρμογή με διάλυμα 1 mg της ουσίας GR 24, έξι εβδομάδες πριν τη σπορά της τομάτας δίνει πλήρη έλεγχο σε ποσοστό πάνω από 90% κατά της *O. ramosa*. Η δραστηριότητα και η σταθερότητα των ουσιών που επάγουν την βλάστηση των

σπόρων της οροβάγχης εξαρτώνται από το pH και την υγρασία του εδάφους. Αυτές οι ουσίες, είτε παράγονται φυσικά, όπως οι ουσίες phenylisothiocyanate και allylisothiocyanate, οι οποίες προέρχονται από λάδι μουστάρδας, είτε συνθέτονται εργαστηριακά, αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη μέθοδο αντιμετώπισης της οροβάγχης, με δεδομένη την περαιτέρω μελέτη για την δομή τους, την δραστηριότητά τους και την σταθερότητά τους στο έδαφος.

γ) Ζιζανιοκτόνα

Από τα προφυτρωτικά και τα προσπαρτικά ζιζανιοκτόνα μερικά έχουν δείξει να είναι αποτελεσματικά στο χωράφι. Την τελευταία δεκαετία δύο νέες ομάδες ζιζανιοκτόνων οι σουλφονουρίες και οι ιμιδαζολιόνες έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές για την καταπολέμηση της οροβάγχης. Το chlorsulfuron, το trisulfuron, το rimsulfuron ανέστειλαν τη βλάστηση των σπόρων του είδους *O. aegyptiaca in vitro*. Το imazethapyr σε πειράματα αγρού ήταν ικανό να ελέγξει την οροβάγχη σε διάφορα κηπευτικά. Το ζιζανιοκτόνο trifluralin μπορεί προμεταφυτρωτικά να ελέγξει την οροβάγχη όπως επίσης αποτελεσματικό αποδείχθηκε σε μεταφυτευτική εφαρμογή το αντιβιοτικό blasticidin και το μυκητοκτόνο dichlone. Παρ' όλ' αυτά, εκτενής χρήση των παραπάνω ζιζανιοκτόνων δεν συνίσταται εξαιτίας της ανάπτυξης ανθεκτικότητας στην οροβάγχη. Από τα διασυστηματικά ζιζανιοκτόνα το 2,4-D όταν εφαρμόστηκε, προκάλεσε μεγάλη ζημιά σε καλλιέργεια φασολιού, που είχε παρασιτιστεί από το είδος *O. crenata*, αν και η δραστική ουσία είχε συγκεντρωθεί στο ολοπαράσιτο αρκετές φορές πιο πάνω από το καλλιεργούμενο φυτό. Το glyphosate αποτελεί ένα από τα πολλά υποσχόμενα ζιζανιοκτόνα που έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά και σε πειράματα αγρού για την καταπολέμηση της οροβάγχης σε φασόλια, καρότα και σέλινο, όμως προκαλεί τοξικότητα σε άλλες καλλιέργειες, όπως το μπιζέλι, η φακή, η τομάτα, ο καπνός και ο ηλίανθος. Με το glyphosate σε πολλές επαναλήψεις και μικρές δόσεις σε θερμοκήπιο με κουκιά αντιμετωπίστηκε με επιτυχία η οροβάγχη σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης της. Εάν αναπτυχθούν καλλιέργειες ανθεκτικές στο glyphosate, τότε η χρήση του θα επεκταθεί ευρέως. Το imazaquin που εφαρμόστηκε σε φασόλι και η maleic hydrazide που εφαρμόστηκε σε καπνό είχαν μέτρια αποτελέσματα.

Στις περισσότερες περιοχές όπου εντοπίζεται προσβολή από την οροβάγχη, τα ζιζανιοκτόνα δεν έχουν ευρεία αποδοχή από τους παραγωγούς

ως μέθοδος καταπολέμησης του ολοπαρασίτου, γιατί και σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι αποτελεσματικά, αλλά επιδρούν δυσμενώς και στην απόδοση της καλλιέργειας. Η έλλειψη εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων για τον αποτελεσματικό έλεγχο της οροβάγχης πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι οι προσβολές είναι κατά περιοχές και προφανώς ασύμφορο για τις φαρμακοβιομηχανίες να παράξουν εξειδικευμένα προϊόντα που να έχουν ως στόχο αποκλειστικά και μόνο το ολοπαρασίτο. Επιπλέον, ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο θα ήταν δύσκολο να συντεθεί λόγω της πολύπλοκης σχέσης μεταξύ του ολοπαρασίτου και του φυτού-ξενιστή. Υπό αυτές τις συνθήκες, η δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών στα ζιζανιοκτόνα αποτελεί ένα πεδίο έρευνας για την επιτυχή καταπολέμηση της οροβάγχης. Πλήρης έλεγχος του είδους *O. aegyptiaca* επετεύχθη, όταν σε μεταλλαγμένη ποικιλία καπνού εφαρμόστηκε το chlorsulfuron. Δύο τύποι ανθεκτικότητας μπορούν να αναπτυχθούν στις καλλιέργειες. Ο πρώτος επιτρέπει την μετακίνηση της δραστικής ουσίας του ζιζανιοκτόνου χωρίς τον μεταβολισμό της στο γενετικά τροποποιημένο φυτό-ξενιστή προς τις προσκολλητικές ρίζες της οροβάγχης. Ο δεύτερος μηχανισμός ανάπτυξης ανθεκτικότητας των καλλιεργειών αφορά τον μεταβολισμό ή την διάσπαση της δραστικής ουσίας από το γενετικά τροποποιημένο φυτό-ξενιστή σε μη βλαβερές για τον ίδιο ενώσεις. Πάντως, χρειάζεται και σε αυτήν την περίπτωση προσεκτική μεταχείριση των ποικιλιών αυτών και να αποφεύγεται η υπερβολική χρήση των ζιζανιοκτόνων για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στην οροβάγχη.

Το συμπέρασμα είναι ότι καμία μέθοδος από μόνη της δεν είναι αποτελεσματική μακροπρόθεσμα για την καταπολέμηση της οροβάγχης. Χρειάζεται μια συνολική προσέγγιση αξιοποιώντας όλες τις προτεινόμενες μεθόδους, δίνοντας, κυρίως, έμφαση σε εκείνες που επάγουν την ανάπτυξη του ολοπαρασίτου.

4.2.3 Βιολογικές μέθοδοι

Οι τρόποι καταπολέμησης της οροβάγχης που προαναφέρθηκαν δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα αλλά μολύνουν το έδαφος με την παραμονή τους σε αυτό και επίσης είναι τοξικοί για το περιβάλλον. Εφόσον το παράσιτο προσβάλλει τις ρίζες των φυτών η καταπολέμηση του αποτελεί δύσκολο έργο εκτός εάν αφαιρεθεί το στέλεχος των φυτών ώστε να μειωθεί η συσσώρευση

και ο διασκορπισμός των σπόρων. Αυτή η τεχνική αποτελεί μια πρόκληση για την βιολογική καταπολέμηση.

α) Με έντομα

Το έντομο *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera: Agromyzidae) έχει χρησιμοποιηθεί για την καταπολέμηση της οροβάγχης, με 85% επιτυχή μείωση της παραγωγής σπόρων και, όπως ισχυρίζονται μερικοί ερευνητές, με σταθερή αύξηση της σοδειάς. Όμως υπάρχουν περιορισμοί στην αποτελεσματικότητά του. Πρώτα, το βαθύ όργωμα μπορεί να φέρει πιο βαθιά τους βλαστούς της οροβάγχης, όπου έχουν νυμφωθεί τα έντομα, εμποδίζοντας έτσι την έξοδο των ενηλίκων. Επίσης, η εφαρμογή εντομοκτόνων, η εναλλαγή των καλλιεργειών και τα διάφορα παρασιτοειδή μπορούν να μειώσουν τον πληθυσμό του εντόμου αυτού. Από την τάξη των κολεόπτρων της οικογένειας *Curculionidae* το είδος *Smicronyx cyaneus* φαίνεται να προσβάλλει την οροβάγχη, με τα προαναφερθέντα μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή.

β) Με παθογόνα

Σε πειράματα που έγιναν στην Ουγγαρία, για την αντιμετώπιση της οροβάγχης ο Hodosy (1981), παρατήρησε εξαιρετικά αποτελέσματα απομονώνοντας τον *F. solani* και το *F. oxysporum*. Με τον τρόπο αυτό μειώθηκε η προσβολή της τομάτας από την οροβάγχη σε ποσοστό μεγαλύτερο από 90% χωρίς καμία ζημιά στο ριζικό σύστημα του φυτού ξενιστή. Ο πρώτος, σε συνδυασμό με άλλους μύκητες, ήταν ικανός να ελέγξει ως ένα βαθμό το είδος *O. ramosa* στην τομάτα, ενώ επιτυχή ήταν τα αποτελέσματα του ελέγχου της *O. aegyptiaca* στο Ιράν, κατορθώνοντας 75% μείωση του παρασιτισμού και 80% αύξηση της απόδοσης του καπνού. Επίσης, συνδυασμός των δύο παραπάνω μυκήτων για την καταπολέμηση της οροβάγχης στον ηλιάνθο, ήταν επιτυχής αφού το επίπεδο προσβολής του υπέργειου τμήματος της οροβάγχης, άγγιξε το 89%. Η παρατεταμένη υγροθερμική δράση σε ηλιοθερμαινόμενα εδάφη περιορίζει στο ελάχιστο τις ζημιές από τα ολοπαράσιτα.

Επίσης πολύ καλά αποτελέσματα ως προς την καταπολέμηση του φυτοπαρασίτου παρατηρήθηκαν χρησιμοποιώντας τον μύκητα *Rhizoctonia solani* (Duafala 1976) και *F. Lateritium* σε καλλιέργεια καπνού. Η εφαρμογή των σπορίων πραγματοποιήθηκε μέσω της στάγδην άρδευσης.

Η εποχή της εφαρμογής δίνει ένα ικανοποιητικό επίπεδο ελέγχου, επειδή τα παθογόνα αποικίζουν στο έδαφος ή στην ριζόσφαιρα που καταλαμβάνει ο ξενιστής. Οι περισσότερες καλλιέργειες παρασιτίζονται από την οροβάγχη με το νερό της άρδευσης οπότε το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί με τη εφαρμογή σπόρων ή κομματιών μυκηλίου με το νερό άρδευσης, στάγδην άρδευση, προλαβαίνοντας τον σχηματισμό όγκων και την ανάπτυξη του παρασίτου σε αρχικό στάδιο.

γ) Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

Τα φυτά προκειμένου να αντισταθούν στην προσβολή από τα φυτοπαράσιτα και από άλλα παθογόνα έχουν αναπτύξει συγκεκριμένους μηχανισμούς ανθεκτικότητας. Οι μηχανισμοί αυτοί διερευνώνται από τους ειδικούς που ασχολούνται με την οροβάγχη και την καταπολέμησή της έτσι ώστε να καταφέρουν να απομονώσουν τα γονίδια που προσδίδουν αυτήν την ανθεκτικότητα και μέσω της γενετικής μηχανικής να τα εισάγουν σε καλλιεργούμενες ποικιλίες. Ο μηχανισμός ανθεκτικότητας στον ηλιάνθο μελετήθηκε από τον Antonova (1978), ο οποίος βασίστηκε στην ύπαρξη λιγνίνης στις ρίζες, η οποία μπλοκάρει την περαιτέρω διείδυση του ριζιδίου (haustorium). Στο Ισραήλ οι Shalom κ. ά. (1990), επίσης παρατήρησαν πεπαχυσμένα τοιχώματα κελιών και ύπαρξη φαινολικών ουσιών στις ρίζες της ανθεκτικής ποικιλίας ηλιάνθου απέναντι στην εισχώρηση του haustorium. Επίσης ο Wegmann κ. ά. (1991), διαπίστωσαν πως οι φυτοαλεξίνες εμπλέκονται βασικά στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας π.χ. μια ποικιλία (φυτό) ανθεκτική στο είδος *O. cernua* παράγει δυο φορές περισσότερη σκοπολετίνη στις ρίζες του απ ό τι η ευαίσθητη ποικιλία Giganta.

Ένας άλλος μηχανισμός που εξακριβώθηκε στη ποικιλία του κουκιού F-402, αποτελεί έναν συνδυασμό από διάφορα χαρακτηριστικά. Οι Nassib κ. ά. (1979, 1984) αναφέρουν ότι η ανθεκτικότητα οφείλεται στο λιγότερο ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα και σε κάποιο μηχανικό εμπόδιο στους ιστούς του ριζικού συστήματος. Οι Borg και van Ast (1991) παρατήρησαν ότι κάτω από συνθήκες υγρασίας ο μικρός αριθμός στελεχών του είδους *O. crenata* στη ποικιλία F-402 μπορεί να αποδοθεί στο μικρό ριζικό σύστημα. Κάτω όμως από ξηρές συνθήκες το μήκος των ριζών είναι πολύ μικρότερο στην ποικιλία F-402 από την ευαίσθητη ποικιλία Giza-2. Οι Zaitoun κ. ά. (1991), ισχυρίστηκαν ότι υπάρχει ένας περιοριστικός σχηματισμός από φελλώδεις ιστούς στις ρίζες

της ποικιλίας F -402, ο οποίος απαγορεύει ολοκληρωτική ανάπτυξη του παρασίτου. Αυτό δεν παρατηρείται στις ευαίσθητες ποικιλίες Giza-3 και Reina Blanca. Οι Wegmann κ. ά. (1991) θεωρούν πως η ανεκτικότητα που εκδηλώνει το φυτό του βίκου μπορεί να οφείλεται στην υψηλή ωσμωτική πίεση, που προστατεύει τον ξενιστή ενάντια στην απώλεια νερού προς το φυτοπαράσιτο.

Κεφάλαιο 5°

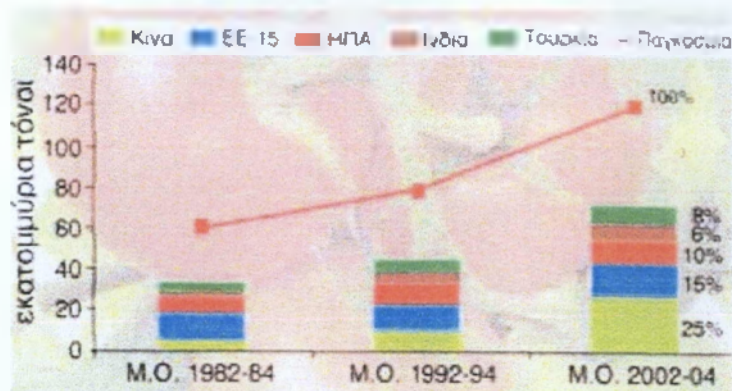
5.1. Η καλλιέργεια της τομάτας και η οικονομική της σημασία

5.1.1. Στατιστικά στοιχεία

Η τομάτα είναι από τα πιο εμπορικά οπωροκηπευτικά αφού περιλαμβάνεται στις πέντε πρώτες θέσεις διακινούμενων ποσοτήτων, κατέχοντας μάλιστα τη δεύτερη θέση μετά τις μπανάνες, στο παγκόσμιο εμπόριο οπωροκηπευτικών. Συγκεκριμένα με βάση τα στοιχεία του 2002-2004, οι μπανάνες κατέχουν ένα μερίδιο γύρω στο 13% της παγκόσμιας αγοράς οπωροκηπευτικών και οι τομάτες ένα μερίδιο 8%, ενώ ακολουθούν τα μήλα (7.5%), και τα πορτοκάλια (5%). Οι τομάτες και τα σταφύλια έχουν τα τελευταία 20 χρόνια αυξήσει ελαφρά το μερίδιό τους ενώ οι μπανάνες, τα μήλα και ιδιαίτερα τα πορτοκάλια έχουν χάσει έδαφος (Γεωργία και κτηνοτροφία, τεύχος 10/2007).

Εξετάζοντας την εξέλιξη της παραγωγής των πέντε αυτών οπωροκηπευτικών μετά το 1980 σε παγκόσμια κλίμακα, γίνεται φανερό ότι η τομάτα παρουσιάζει την πιο δυναμική αύξηση. Η παραγόμενη ποσότητα τομάτας διπλασιάστηκε όπως περίπου συνέβη με τη μπανάνα ενώ η ποσότητα των παραγόμενων σταφυλιών έμεινε στάσιμη. Τα λαχανικά γενικά παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση σχετικά με τα φρούτα. Την τελευταία 20ετία η παγκόσμια παραγωγή τομάτας διπλασιάστηκε όπως ήδη αναφέρθηκε. Τη μεγαλύτερη αύξηση είχε η Κίνα (από 6 εκατομμύρια τόνους το 1982-1984 σε 28 εκατομμύρια τόνους το 2002-2004), η οποία σήμερα κατέχει την πρώτη θέση από άποψη παραγωγής (διάγραμμα 1).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση των 15, που έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990 κατείχε την πρώτη θέση, βρίσκεται τώρα στη δεύτερη θέση. Στις πέντε πρώτες χώρες από άποψη παραγωγής περιλαμβάνονται επίσης οι ΗΠΑ, η Τουρκία και η Ινδία. Από την συνολική παραγωγή των 120 εκατομμυρίων τόνων τομάτας που παράγεται παγκοσμίως κάθε χρόνο, μια ποσότητα γύρω στα 33 εκατομμύρια τόνοι είναι βιομηχανική τομάτα που διακινείται στο διεθνές εμπόριο ως τοματοπολτός και άλλα προϊόντα μεταποίησης. Οι κύριοι παίκτες σήμερα στη διεθνή αγορά προϊόντων μεταποίησης τομάτας είναι με τη σειρά: Κίνα, Ευρωπαϊκή Ένωση, Η. Π. Α., Χιλή και Τουρκία.



Διάγραμμα 1: Η παγκόσμια παραγωγή τομάτας και οι κυριότερες χώρες παραγωγής, εξέλιξη από το 1982-84 έως το 2002-04(πηγή FAOstat-Γεωργία και κτηνοτροφία, τεύχος 10/07).

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο η Ελλάδα καταλαμβάνει μια καλή θέση όσον αφορά την ετήσια παραγωγή τομάτας (συνολικά επιτραπέζιας και βιομηχανικής). Με μέση ετήσια παραγωγή σταθερά γύρω στους δύο εκατομμύρια τόνους έρχεται τρίτη, αν και με σημαντική διαφορά με την Ιταλία και την Ισπανία. Στην παραγωγή επιτραπέζιας τομάτας, την πρώτη θέση κατέχει η Ισπανία και ακολουθεί η Ιταλία, ενώ η Ελλάδα βρίσκεται και εδώ στην τρίτη θέση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ισπανία πραγματοποιεί σημαντικές εξαγωγές τομάτας και κυριαρχεί στις Ευρωπαϊκές αγορές νωπών οπωροκηπευτικών. Σημαντικές εξαγωγές επιτραπέζιας τομάτας κάνει και η Ολλανδία. Εξαγωγικές έστω και σε μικρότερο επίπεδο είναι η Ιταλία, το Βέλγιο-Λουξεμβούργο και η Γαλλία αλλά όχι η Ελλάδα. Το γεγονός αυτό συνδέεται με την ιδιαίτερα υψηλή κατανάλωση νωπής τομάτας στην Ελλάδα η οποία είναι ετησίως 60-80 χλγ/ κάτοικο ενώ δεν υπερβαίνει τα 10-20χλγ/κάτοικο στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες.

Έτσι η Ελλάδα έχει αυξημένες απαιτήσεις επιτραπέζιας τομάτας σε σύγκριση με τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες γι αυτό το παραγόμενο προϊόν διατίθεται στην εσωτερική αγορά, συνήθως σε καλές τιμές, οι πραγματοποιούμενες εξαγωγές είναι ασήμαντες, ενώ γίνονται και κάποιες εισαγωγές σε εναλλακτικούς τύπους τομάτας (κερασοτομάτες, μικρόκαρπες, κλπ.) για τις οποίες δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία. Στην παραγωγή βιομηχανικής τομάτας, την πρώτη θέση στην Ευρωπαϊκή ένωση κατέχει η Ιταλία και τη δεύτερη η Ισπανία. Ακολουθεί η Ελλάδα με την Πορτογαλία και η Γαλλία. Η παραγωγή βιομηχανικής

τομάτας στην Ελλάδα μετά μια ελαφρά αυξητική πορεία την περίοδο 1995-2000, παρουσιάζει στη συνέχεια πτωτική πορεία σε αντίθεση με άλλες χώρες στις οποίες παρατηρείται εντυπωσιακή αύξηση της παραγωγής. Έτσι, παίρνοντας σαν βάση την περίοδο 1978/79(=100), παρατηρήθηκε το 2005/06 στην Ελλάδα 83%, στην Ισπανία 486%, στην Ιταλία 239% και στην Τουρκία 361% (στοιχεία από το World Processing Tomato Council).

Η **επιτραπέζια τομάτα** στην Ελλάδα καλλιεργείται ως υπαίθρια σε μια έκταση περίπου 180000στρ. και δίνει παραγωγή γύρω στους 580 τόνους (3,2 τόνοι/στρ.). Καλλιεργείται επίσης σε περίπου 32000στρ. στο θερμοκήπιο με ετήσια παραγωγή 320000τόνους (10 τόνοι/στρ.). Η υπαίθρια καλλιέργεια είναι κατανεμημένη σε μικρά συνήθως αγροτεμάχια σε όλη σχεδόν τη χώρα ενώ κύρια κέντρα θερμοκηπιακής καλλιέργειας είναι η Κρήτη, η ΝΔ Πελοπόννησος, η Πρέβεζα η Θεσσαλονίκη, η Χαλκιδική, η Εύβοια, κ. ά. Το σύνολο της επιτραπέζιας στη χώρα μας είναι κλασσικοί τύποι μεγαλόκαρπης τομάτας, με τους τύπους μικρόκαρπης τομάτας και κερασοτομάτας να βρίσκονται ακόμα σε ασήμαντες εκτάσεις και σε στάδιο δοκιμών.

Η **βιομηχανική τομάτα** στην Ελλάδα καλλιεργείται σε μια έκταση περίπου 130000στρ.(στοιχεία 2005) και δίνει στρεμματική απόδοση περίπου 6,5τόνους προϊόντος. Οι εκτάσεις κατανέμονται κατά 25% στη Β. Ελλάδα (Μακεδονία, Θράκη) κατά 60% στην Κεντρική Ελλάδα (Βοιωτία) και 15% στην Πελοπόννησο. Η εγκατάσταση της καλλιέργειας με μεταφύτευση έτοιμων σποροφύτων κερδίζει συνεχώς έδαφος (ποσοστό 60% περίπου) έναντι της απευθείας σποράς (40%). Το ίδιο ισχύει και με την μηχανική συγκομιδή (ποσοστό 70%) έναντι της συγκομιδής με το χέρι (30%). Στην Ελλάδα υπάρχουν 25 εργοστάσια επεξεργασίας βιομηχανικής τομάτας εκ των οποίων τα 4 επεξεργάζονται το 60% παραγωγής.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. Μελέτη του παρασιτισμού *in vitro* με την χρήση πλαστικών διαφανειών

Προκειμένου να μελετηθεί ο βαθμός παρασιτισμού σε τρεις ποικιλίες τομάτας (θερμοκηπιακή, βιομηχανική, υπαίθρια) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των πλαστικών διαφανειών όπως αναφέρεται από τους ερευνητές Vuipπο κ.α. (2004). Η μέθοδος αυτή αρχικά είχε χρησιμοποιηθεί από τους Parker και Dixon (1983) και με αρκετές τροποποιήσεις στη συνέχεια από άλλους ερευνητές.

Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει το πλεονέκτημα της άμεσης παρατήρησης της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος του φυτού ξενιστή και την παρατήρηση όλων των σταδίων ανάπτυξης των σπόρων της οροβάγχης κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του παρασιτισμού: βλάστηση των σπόρων, προσκόλληση και δημιουργία σωλήνων διείσδυσης στο εσωτερικό του ξενιστή, ανάπτυξη των φυματίων και εμφάνιση υπέργειου τμήματος του παρασίτου.

Οι σπόροι της οροβάγχης πρέπει να υποβληθούν για σύντομο χρονικό διάστημα σε κατάλληλα επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας προκειμένου οι σπόροι να ενυδατωθούν και να δεχτούν το χημικό ερέθισμα από το ριζικό σύστημα του φυτού ξενιστή. Αφού, λοιπόν έχουν δεχθεί προηγουμένως μια ειδική μεταχείριση με απολυμαντικό υγρό για μία ώρα μέσα σε συλλέκτες οι οποίοι ανακινούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, αφήνονται να στραγγίσουν και να στεγνώσουν και εν συνεχεία στρωματώνονται στο εσωτερικό τριβλίων Peigi, επάνω σε διπλό διηθητικό χαρτί κομμένο σε κυκλικό σχήμα. Τρίβονται με το χέρι τυχόν ενωμένες μάζες σπόρων ώστε να κατανεμηθούν ομοιόμορφα, προστίθεται απιονισμένο νερό με το πουάρ και κλείνονται τα τριβλία με παραφίλμ. Αυτή η διαδικασία γίνεται σε όλους τους πληθυσμούς της οροβάγχης που θα χρησιμοποιηθούν και στη συνέχεια οι πληθυσμοί τοποθετούνται μέσα σε αλουμινόχαρτο και αφήνονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, σε θερμοκρασία 22° C για δύο ημέρες, στο σκοτάδι. Μετά το πέρας των 2 ημερών απομακρύνονται από το θάλαμο.

Κεφάλαιο 2

2.1. Ποικιλίες τομάτας που αξιολογήθηκαν

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τρεις ποικιλίες τομάτας για την μελέτη ανθεκτικότητας τους στην οροβάγχη. Η ποικιλία της υπαίθριας τομάτας που χρησιμοποιήθηκε ήταν η A.C.E. 55. Ποικιλία ημιόψιμη και ημιαναρριχώμενη, επιτραπέζια παραγωγική τομάτα. Καλή για υπαίθρια καλλιέργεια χωρίς κανένα κλάδεμα. Καλλιεργείται με τη βοήθεια δύο πασσάλων και συρμάτων που στηρίζουν το φύλλωμα ή με κλάδεμα και στήριγμα και στο θερμοκήπιο. Είναι φυτό ζωνρό, μέτριας ανάπτυξης με καρπούς μέτριους – μεγάλους (9-10εκ. διάμετρο), στρογγυλούς, λίγο πεπλατισμένοι, βάρους 200-250γρ. Η ποικιλία αυτή χρησιμοποιείται ευρέως στην βιομηχανία τροφίμων για σάλτσες και είναι ανθεκτική στο *Verticillium* και το *Fusarium*. Η υπαίθρια τομάτα, η οποία περιλαμβάνει αυτοκλαδεύομενα είδη, φυτά που διατηρούν χαμηλό ύψος (1,20m) σχηματίζοντας μικρό θάμνο. Καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά στην ύπαιθρο καθώς είναι λιγότερο παραγωγικές από τις αναρριχώμενες αλλά δεν χρειάζονται υποστήριξη ή η υποστύλωσή τους είναι πολύ απλή. Η ποικιλία Rio grande είναι ευρύτατα γνωστή, μέσης πρωιμότητας, μεσοόψιμη ποικιλία, παραγωγική, κατάλληλη για μηχανική συγκομιδή για τη βιομηχανία. Είναι μη αναρριχώμενη ποικιλία, η οποία δίνει φυτά πολύ ζωνρά, μέτριας ανάπτυξης με μεγάλη φυτοκάλυψη και μεσαίο χρόνο ωρίμανσης. Είναι φυτό μέτριο σε μέγεθος, συμπαγές, που παράγει καρπούς ωοειδείς, μέσου βάρους 100-110γρ., σφιχτούς, με σάρκα συμπαγή, κατάλληλους για πάστα και σάλτσα. Παρουσιάζει καλή προσαρμογή και δίνει υψηλές παραγωγές. Έχει άριστη γεύση, είναι ανθεκτική στο *Fusarium* και το *Verticillium*. Σαν τομάτα θερμοκηπίου, έχει φυτά με μεγάλο ύψος που μπορεί να φθάσουν και το 1,80 έως 3 m και είναι ιδιαίτερα παραγωγική. Επειδή η υποστύλωση είναι απαραίτητη, τα φυτά καλλιεργούνται κυρίως σε θερμοκήπια με κατάλληλη στήριξη. Γενικά, η βιομηχανική τομάτα περιλαμβάνει αυτοκλαδεύομενα είδη τα οποία καλλιεργούνται κατά κύριο λόγο στην ύπαιθρο και ένα μικρό ποσοστό τους σε θερμοκήπιο. Έχουν επιλεγεί για την μεγαλύτερη περιεκτικότητά τους σε ξηρά ουσία γι αυτό και έχουν πιο έντονη γεύση και άρωμα. Συνήθως έχουν απιδόμορφο σχήμα (αχλαδιού).

Η θερμοκηπιακή ποικιλία τομάτας Sandin F₁ αποτελεί πρώιμο υβρίδιο το οποίο καλλιεργείται από την Άνοιξη έως και το φθινόπωρο (σπορά από Νοέμβριο έως Ιούλιο). Είναι φυτό ζωηρό, με κοντά μεσογονάτια διαστήματα, σταθερά δεσμάτα καθ' όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Ο καρπός έχει σχήμα στρογγυλό, μηλοειδές, με φωτεινό πράσινο και λαμπερό κόκκινο χρώμα, υψηλής εμπορικής αξίας.



α

β

γ

Εικόνα 9: Χρησιμοποιούμενες ποικιλίες τομάτας: (α) υπαίθρια, (β) βιομηχανική και (γ) θερμοκηπίου (πηγή: www.agrotypos.gr)

2.2. Πληθυσμοί οροβάγχης που μελετήθηκαν

Στην μελέτη αυτή μελετήθηκε ένα πολύ σημαντικό είδος οροβάγχης, το είδος *Orobancha ramosa*. Το είδος αυτό είναι ίσως το πιο διαδεδομένο από τα υπόλοιπα είδη της οροβάγχης σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρατηρείται κατά κύριο λόγο στη Μεσόγειο με μεγάλες προσβολές και εξαπλώνεται στην Κεντρική Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή την Βόρειο Αφρική και σε άλλες χώρες (Εικόνα 10).

Οι κυριότερες καλλιέργειες που παρασιτούνται από την *O. ramosa* ανήκουν στις οικογένειες *Solanaceae*, *Crusifereae* και *Leguminosae*. Είναι όμως δυνατό να προσβληθούν και καλλιέργειες από άλλες οικογένειες συμπεριλαμβανομένου και ενός αριθμού καλλωπιστικών φυτών, όπως τα χρυσάνθεμα. Υπάρχει και μια μεγάλη λίστα από οικογένειες των οποίων τα άγρια είδη αποτελούν ξενιστές για τα φυτά της οροβάγχης. Στη λίστα αυτή συμπεριλαμβάνονται οι οικογένειες *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*, *Rubiaceae*, *Oxalidaceae*, *Euphrasiaceae*, *Plantaginaceae*, *Capparidaceae*, *Labiata*, *Linaceae*, *Malvaceae*, *Polygonaceae* και *Rosaceae*. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέλη της οικογένειας *Gramineae* παραμένουν απρόσβλητα.



Εικόνα 10: Το είδος *O. Ramosa* (πηγή: www.google.gr)

Η *O. ramosa* αποτελεί ένα από τα δυσεξόντωτα παρασιτικά ζιζάνια των ειδών της οροβάγχης κυρίως για την τομάτα στην οποία αναπτύσσεται με ταχύτατους ρυθμούς προκαλώντας σοβαρά προβλήματα, μειώνοντας τη σοδειά. Ο Cordas (1973) ανέφερε ποσοστό 21-29% απώλειας σε σοδειά τομάτας στην Καλιφόρνια. Επίσης η ποιότητα του καπνού μειώνεται και στην Κούβα η απώλεια της παραγωγής εξαιτίας της *O. Ramosa*, βρέθηκε να φτάνει το ποσοστό 16-32%. Οι πληθυσμοί οροβάγχης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη αναφέρονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Πληθυσμοί της οροβάγχης που μελετήθηκαν ως προς την ικανότητα παρασιτισμού τους στην τομάτα (πηγή: Γεωργία και κτηνοτροφία, τεύχος 10/2007)

ΕΙΔΗ	ΕΤΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ
<i>O. ramosa</i>	2002	ΔΟΜΟΚΟΣ	D1	ΚΑΠΝΟΣ
			D2	ΚΑΠΝΟΣ
			D3	ΚΑΠΝΟΣ
			D4	ΚΑΠΝΟΣ
			D5	ΚΑΠΝΟΣ
			D6	ΚΑΠΝΟΣ
			D7	ΚΑΠΝΟΣ
	2003		DA	ΚΑΠΝΟΣ
			DD	ΚΑΠΝΟΣ
	2004	ΤΙΘΟΡΕΑ	ΤΙΤΗ. 5	ΚΑΠΝΟΣ

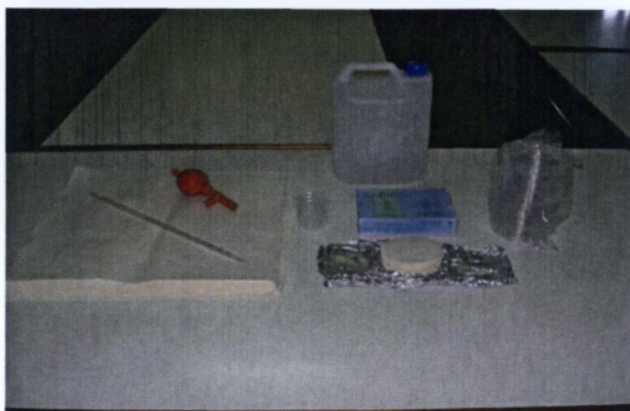
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. Πειραματική διαδικασία

α) Προετοιμασία σπόρων για προβλάστηση (preconditioning): Σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (22° C θερμοκρασία) για 2 ημέρες

Σκεύη-συσσκευές: αποστειρωμένη γάζα, συλλέκτης, τριβλία, πουάρ, αποστειρωμένο διηθητικός ηθμός, αποστειρωμένος διηθητικός ηθμός σε κύκλους, σουρωτήρι, αλουμινόχαρτο, κωνικές φιάλες (2:1000ml + 1:500ml), απολυμαντικό για απολύμανση σπόρων και απιονισμένο νερό (Εικόνα 11). Συσκευή αποστείρωσης (αυτόκαυστο).

Αρχικά τοποθετείται στις κωνικές φιάλες απιονισμένο νερό, σκεπάζεται με αλουμινόχαρτο και τοποθετείται για αποστείρωση διάρκειας 60' περίπου σε συσκευή αποστείρωσης. Εν τω μεταξύ στο εργαστήριο έχουν αριθμηθεί οι συλλέκτες (Εικόνα 14) και στο εσωτερικό τους τοποθετούνται οι πληθυσμοί της οροβάγχης που θα μελετηθούν, με απολυμαντικό υγρό για απολύμανση των σπόρων. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα ανακινούνται (η διαδικασία διαρκεί 1 ώρα περίπου). Στους πάγκους του εργαστηρίου τοποθετούνται σε 10 θέσεις διπλοί απορροφητικοί ηθμοί, έτοιμοι να δεχθούν τους σπόρους για στέγνωμα.

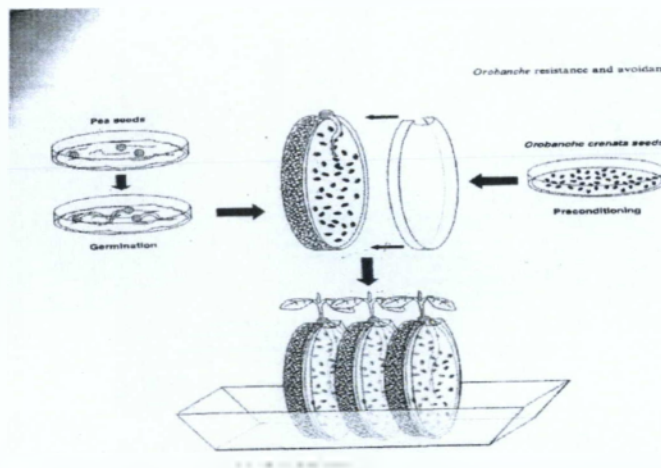


Εικόνα 11: σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για την προβλάστηση των σπόρων της οροβάγχης

Στο επάνω μέρος μιας ογκομετρικής φιάλης τοποθετείται το σουρωτήρι στο εσωτερικό του οποίου στρώνεται μια γάζα για να μην χαθούν οι σπόροι από τα ανοίγματα και από κάθε ένα συλλέκτη στραγγίζονται οι σπόροι ώστε να

στρωματωθούν στα τριβλία (Εικόνα 12). Κάθε γάζα στρίβεται πολύ καλά και τοποθετείται εκ νέου στο συλλέκτη με αποστειρωμένο νερό.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τους 10 πληθυσμούς της οροβάγλης. Με το τέλος αυτής της διαδικασίας σουρώνεται εκ νέου το περιεχόμενο κάθε συλλέκτη (νερό αποστειρωμένο και σπόρους μέσα σε γάζα), και ξεπλένεται με τον υδροβολέα (Εικόνα 15). Στραγγίζεται στρίβοντάς το καλά και απλώνονται όσο γίνεται πιο ανοιχτά όλα τα φύλλα της γάζας επάνω στα διηθητικά χαρτιά για στέγνωμα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για όλους τους συλλέκτες. Αφού στεγνώσουν οι σπόροι παίρνονται πάλι ένας-ένας ο κάθε πληθυσμός και τρίβονται (στεγνοί όπως είναι) στο εσωτερικό των τριβλίων τα οποία είναι επιστρωμένα με διπλά φύλλα διηθητικού ηθμού, κομμένα σε κυκλικό σχήμα. Κατανέμονται όσο γίνεται πιο ομοιόμορφα μέσα στα τριβλία και προσθέτεται αποστειρωμένο νερό με το πουάρ ποσότητας 2ml. Τρίβονται λίγο με το χέρι για να σπάσουν τα συσσωματώματα των σπόρων που τυχόν έχουν δημιουργηθεί και κλείνονται με παραφίλμ. Πέντε τριβλία για κάθε πληθυσμό στοιβάζονται σε αλουμινόχαρτο και τοποθετούνται σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών για 2 ημέρες σε πλήρες σκοτάδι.



Εικόνα 12: Διάγραμμα που απεικονίζει την προετοιμασία των τριβλίων Petri (πηγή: Perez de Luque A. κ.α. 2005)

β) Τοποθέτηση μολύσματος στα φυτά της τομάτας

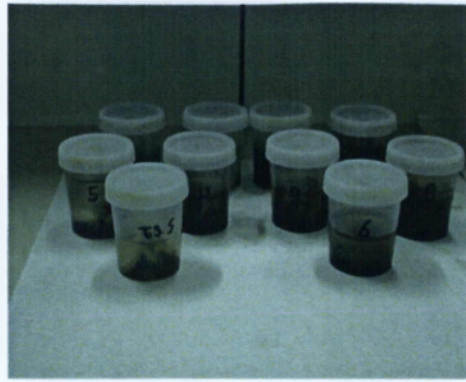
Υλικά και σκεύη: διηθητικός ηθμός αποστειρωμένο, αποστειρωμένο νερό, ππέτα, πουάρ, κωνική φιάλη, κλωστή, βελόνα, καλαμάκια, διαφάνειες, φακέλοι, μαρκαδόροι, σπόροι παρασίτου οροβάγχης, φυτά τομάτας.

Αρχικά γίνεται αποστείρωση νερού και των διηθητικών ηθμών για την εγκατάσταση του πειράματος. Πρώτα απ όλα ξεπλένονται κάτω από τη βρύση και με συνεχές τρεχούμενο νερό τα φυτά της τομάτας που θα χρησιμοποιηθούν (Εικόνα 13), προσπαθώντας να είναι απαλλαγμένα όσο γίνεται περισσότερο από οποιαδήποτε ξένη ύλη, χώμα ανάμεσα στα ριζικά τριχίδια, χωρίς τραυματισμούς και απώλεια ριζικού συστήματος. Είναι σημαντικό να μην μπερδευτούν οι ποικιλίες. Αφού ξεπλυθούν, τοποθετούνται σε αβαθές δοχείο με νερό ώστε το ριζικό τους σύστημα να επιπλέει. Η διαδικασία γίνεται 2 ώρες περίπου πριν. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα φυτά θα πρέπει να είναι υγιή και απαλλαγμένα από τυχόν ασθένειες. Οποιαδήποτε προσβεβλημένα φύλλα απομακρύνονται κατά τη πρώτη μεταχείριση. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω δύο ημέρες πριν την τεχνητή μόλυνση των φυτών της τομάτας, οι σπόροι της οροβάγχης τοποθετούνται σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (22° C) σε σταθερή θερμοκρασία μέσα σε τριβλία.

Εφόσον τα φυτά της τομάτας είναι έτοιμα, απομακρύνονται από το θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών μερικά τριβλία. Εν τω μεταξύ στο εργαστήριο έχει προετοιμαστεί ο χώρος με στρωμένους διηθητικούς ηθμούς, αριθμημένες διαφάνειες και φακέλους. Κάθε ένα φυτό τοποθετείται επάνω σε απορροφητικό ηθμό για στράγγιση και παίρνοντας δύο διηθητικούς ηθμούς – αποστειρωμένους (Εικόνα 17), κρατώντας τους σε ευθεία και παίρνοντας ένα φυτάριο τομάτας ράβεται επάνω στους ηθμούς, στο ύψος του βλαστού για καλύτερη στερέωση.



Εικόνα 13: Ξέπλυμα φυτών



Εικόνα 14: Οι πληθυσμοί οροβάγχης



Εικόνα 15: Στράγγιση σπόρων παρασίτου



Εικόνα 16: Σπόροι οροβάγχης



Εικόνα 17: Τοποθέτηση μολύσματος σε φυτά τομάτας



Εικόνα 18: Πότισμα

Αφού το φυτό στερεωθεί επάνω στο διηθητικό ηθμό, μολύνεται με σπόρους οροβάγχης, περνώντας επάνω από το ριζικό του σύστημα της τομάτας τον βρεγμένο διηθητικό ηθμό με το παράσιτο, ώστε να κολλήσουν αρκετοί σπόροι. Αφού γίνει αυτό, τοποθετείται το φυτάκι μέσα στην διαφάνεια μαζί με ένα καλαμάκι στη δεξιά πλευρά, το οποίο χρησιμεύει στο πότισμα του φυτού. Η διαφάνεια κλείνεται όσο γίνεται περισσότερο για να αποφευχθεί η εξάτμιση. Από το καλαμάκι με την βοήθεια της πιέτας και του πουάρ δίνονται 15ml νερό απονισμένο σε κάθε διαφάνεια (Εικόνα 18). Η διαφάνεια τοποθετείται σε κυρτή θέση ώστε το νερό να ανέβει στο διηθητικό χαρτί έως το ριζικό σύστημα (Εικόνα 19). Μετά από αυτό αφαιρείται το νερό που περισσεύει με

ελαφρύ γύρισμα της διαφάνειας στο πλάι. Το νερό θα πρέπει να είναι επαρκές στο κάτω μέρος της διαφάνειας όχι όμως να λιμνάζει.

Το επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή των διαφανειών σε φακέλους στο ίδιο ύψος με τις διαφάνειες, χωρίς να κλείσει ο φάκελος έτσι ώστε να εξέρχεται τι υπέργειο μέρος του φυτού της τομάτας. Οι φάκελοι με τα μολυσμένα φυτά τομάτας τοποθετούνται όρθια στο θάλαμο σε θερμοκρασία 22° C σταθερά (Εικόνα 20).



Εικόνα 19: Έτοιμη διαφάνεια



Εικόνα 20: Φυτά μέσα στο θάλαμο

Κάθε δύο ημέρες τα φυτά εφοδιάζονται με νερό, χρησιμοποιώντας πάντα απιονισμένο νερό και σε ποσότητα έως 5 ml με την χρήση του πουάρ. Τα φυτά ποτίζονται κρατώντας τα σε όρθια στάση έτσι ώστε το νερό να ανεβαίνει με αργό ρυθμό στο διηθητικό χαρτί και το φυτό να παίρνει την ποσότητα που χρειάζεται. Το πότισμα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά ώστε να μην λιμνάζει το νερό στο κάτω μέρος της διαφάνειας, δημιουργώντας εύφορο περιβάλλον για την ανάπτυξη μυκήτων. Επίσης τα φυτά κατά την διεξαγωγή του πειράματος δέχονται λίπανση, η οποία κρίνεται απαραίτητη για την ανάπτυξη εύρωστων φυτών. Η λίπανση των φυτών γίνεται χρησιμοποιώντας θρεπτικό διάλυμα MS (Murashige και Skoog basal medium)/4.4g/lit. Σε ποτήρι ζέσεως τοποθετούνται 400 ml νερό με μαγνήτη

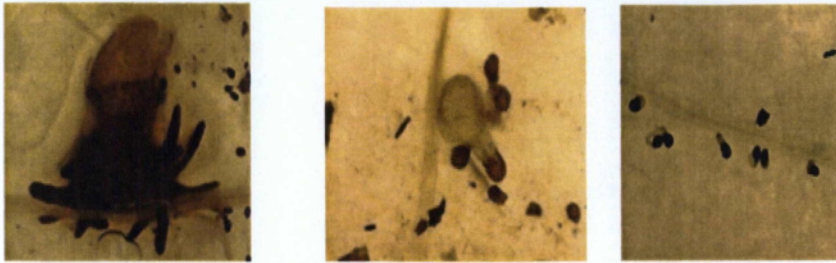
στο κάτω μέρος του σκεύους για γρήγορη ανάδευση. Ζυγίζονται 1,76g MS (λιπαντικής ουσίας σε μορφή σκόνης) και τοποθετούνται στο ποτήρι ζέσεως για ανάδευση, για περίπου μισή ώρα. Η λίπανση γίνεται όμοια με την τεχνική του ποτίσματος χρησιμοποιώντας πουάρ.

3.2. Στατιστική επεξεργασία.

Για να μελετηθεί η παραλλακτικότητα των πληθυσμών της οροβάγχης ως προς την ικανότητά παρασιτισμού στην τομάτα χρησιμοποιήθηκε η παραμετρική ανάλυση διασποράς σύμφωνα με τη δοκιμασία Kruskal – Wallis. Με την ανάλυση αυτή αξιολογήθηκε η παραλλακτικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή των ξενιστών, του είδους της οροβάγχης και των συλλεχθέντων πληθυσμών, ως προς το ποσοστό βλαστικότητας και τον αριθμό των φυματίων (εξαρτημένες μεταβλητές). Η δοκιμασία Kruskal – Wallis χρησιμοποιήθηκε επειδή η κατανομή των πληθυσμών που μελετήθηκαν, απέκλινε από την κανονική κατανομή ως προς τη βλαστικότητα των σπόρων, αλλά και ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων σε όλους τους ξενιστές. Γενικά, πριν την διεξαγωγή της ανάλυσης διασποράς, εξετάστηκε εάν τα δεδομένα ακολουθούσαν την κανονική κατανομή.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τρεις ποικιλίες τομάτας (θερμοκηπιακή, υπαίθρια, βιομηχανική) αξιολογήθηκαν ως προς την ανθεκτικότητά τους σε συγκεκριμένους πληθυσμούς του ολοπαρασιτικού είδους *O. ramosa*. Οι πληθυσμοί αυτοί μελετήθηκαν ως προς την ικανότητά τους να βλαστήσουν και να παρασιτήσουν τα νεαρά φυτά σε πειράματα *ex situ* με τη μέθοδο των πλαστικών διαφανειών. Στις εικόνες 21, 22 και 23 φαίνεται η επαγωγή της βλάστησης των σπόρων της οροβάγχης και ο σχηματισμός των φυματίων στη βιομηχανική, υπαίθρια και στη θερμοκηπιακή αντίστοιχα.



Εικόνα 21: Σπόροι που βλάστησαν και σχηματισμός φυματίων σε ριζικό σύστημα βιομηχανικής τομάτας.



Εικόνα 22: Σπόροι που βλάστησαν και σχηματισμός φυματίων σε ριζικό σύστημα υπαίθριας τομάτας.



Εικόνα 23: Σπόροι που βλάστησαν και σχηματισμός φυματίων σε ριζικό σύστημα θερμοκηπιακής τομάτας.

A. Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών τομάτας ως προς την βλαστικότητα των σπόρων

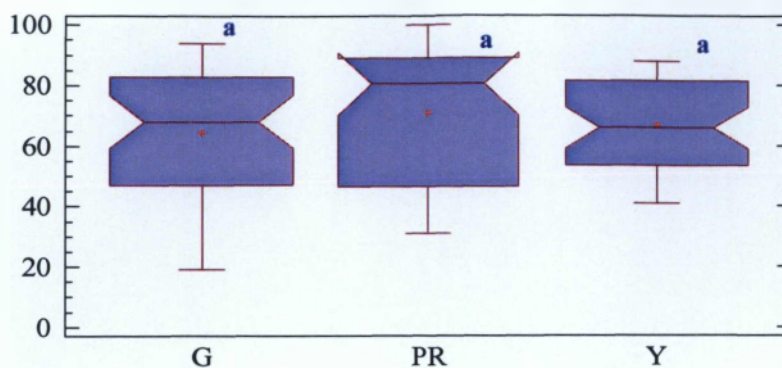
∞ Οι υποθέσεις που τίθενται στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των ποικιλιών δεν διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

H₁: Οι διάμεσοι των ειδών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

Η μη παραμετρική ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε, προκειμένου να συγκριθεί η βλαστικότητα των σπόρων του είδους *O. ramosa* κατά την εφαρμογή τριών ποικιλιών τομάτας, έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων ($K=2,10039$ $p=0,349869$) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι η υπόθεση H_0 γίνεται δεκτή και απορρίπτεται η H_1 . Τα επίπεδα σημαντικότητας που καθορίζονται από τη δοκιμασία Nemenyi για τους διαμέσους των ειδών οροβάγγης, είναι τα εξής: βιομηχανική (PR) ^{*}, υπαίθρια (Υ) ^{*} και θερμοκηπίου (G). Συγκεκριμένα από το γράφημα 1 παρατηρείται πως η βιομηχανική τομάτα (PR) προκάλεσε τη βλαστικότητα του 70% των σπόρων του είδους *O. Ramose*, ενώ με πέντε μονάδες διαφορά υπολείπονται η θερμοκηπιακή (G) και η υπαίθρια ποικιλία τομάτας (Υ). Η διασπορά των τιμών ήταν μεγαλύτερη στη θερμοκηπιακή τομάτα ενώ η μικρότερη σημειώθηκε στην υπαίθρια.

^{*} Το λατινικό γράμμα (a, b, c, d, e, ..., z) υποδηλώνει το επίπεδο σημαντικότητας μεταξύ των διαφόρων επιπέδων του παράγοντα που εξετάζουμε. Όσο διαφορετικά είναι τα γράμματα για κάθε επίπεδο τόσο περισσότερο διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους τα επίπεδα του παράγοντα που μελετούμε κάθε φορά.



Γράφημα 1: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας ως προς την επαγωγή της βλάστησης των σπόρων οροβάχης (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

B. Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών τομάτας ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων

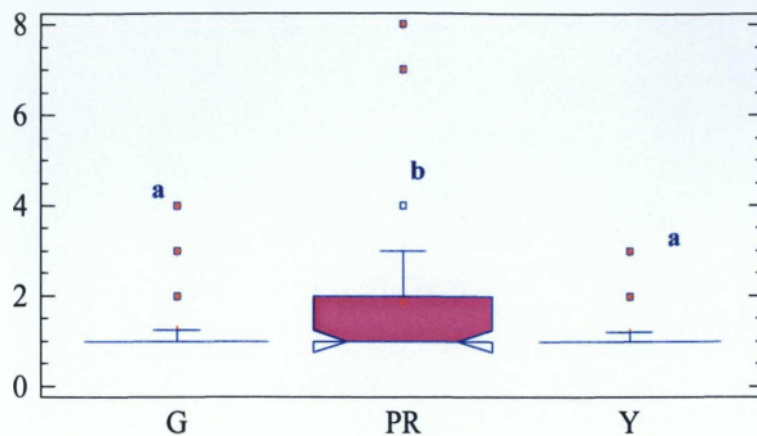
Στην παρούσα ανάλυση διαμορφώνονται οι κάτωθι υποθέσεις:

H_0 : Οι διάμεσοι των ειδών δεν διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων

H_1 : Οι διάμεσοι των ειδών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων

Η μη παραμετρική ανάλυση διασποράς με τη δοκιμασία Kruskal – Wallis, σχετικά με τον αριθμό των δημιουργηθέντων φυματίων του είδους *O. Ramose*, έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των διαμέσων των τριών ποικιλιών τομάτας ($K=11,5839$, $p=0,003$). Συνεπώς, η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται και επομένως οι διάμεσοι των ποικιλιών διαφέρουν στατιστικά ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων. Σύμφωνα με το **γράφημα 2**, σχηματίστηκε ένα μόνο φυμάτιο κατά μέσο όρο για τη θερμοκηπιακή και για την υπαίθρια ποικιλία τομάτας. Όσον αφορά τη βιομηχανική τομάτα ο αριθμός αυξάνεται κατά ένα. Γίνεται φανερό από το

διάγραμμα πως σε κάποιες περιπτώσεις έχουν προκύψει πολύ περισσότερα φυμάτια, όπως στη βιομηχανική όπου στο ριζικό σύστημα της ποικιλίας σχηματίστηκαν οκτώ περίπου όγκοι.



Γράφημα 2: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας όσον αφορά τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματιών από τους βλαστηθέντες σπόρους οροβάγχης *O. ramosa* (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

1. Παραλλακτικότητα των πληθυσμών οροβάγγης κατά τον παρασιτισμό της θερμοκηπιακής τομάτας ως προς την βλαστικότητα των σπόρων οροβάγγης και τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων.

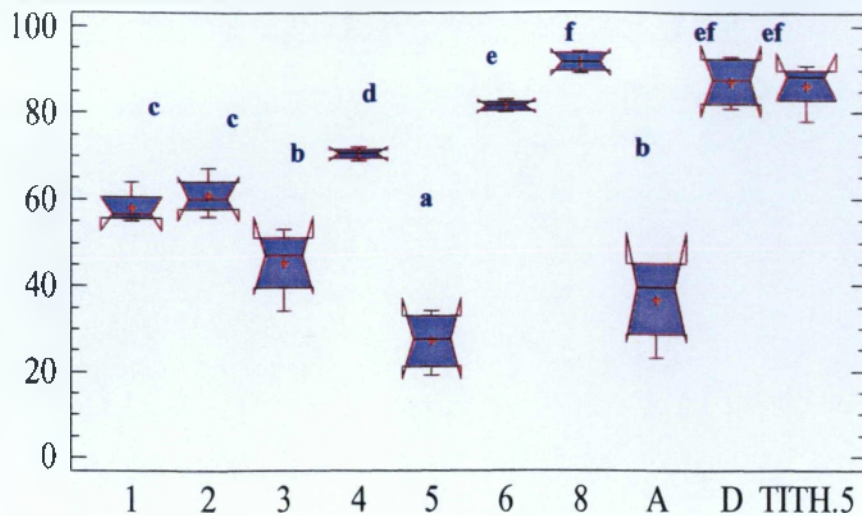
A. Σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών οροβάγγης ως προς την βλαστικότητα των σπόρων σε τομάτα θερμοκηπίου

Οι υποθέσεις που τίθενται στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι:

H_0 : Οι διάμεσοι των ποικιλιών δεν διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

H_1 : Οι διάμεσοι των ειδών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

Η μη παραμετρική ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε, προκειμένου να συγκριθεί η βλαστικότητα των σπόρων του είδους *O. ramosa* κατά την εφαρμογή τριών ποικιλιών τομάτας έδειξε ότι υπάρχει έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των διαμέσων ($K=36,867$ $p=0,000027$) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Γίνεται φανερό ότι η εναλλακτική υπόθεση H_1 γίνεται αποδεκτή και απορρίπτεται η μηδενική H_0 . Τα επίπεδα σημαντικότητας που καθορίζονται από τη δοκιμασία Neményi για τους διαμέσους των ειδών οροβάγγης, είναι δέκα (10) όσοι και οι διαφορετικοί πληθυσμοί οροβάγγης. Συγκεκριμένα από το γράφημα 3 παρατηρείται πως οι επτά από τους δέκα πληθυσμούς οροβάγγης (*Or. ramosa*) έχουν βλαστήσει στο ριζικό σύστημα της θερμοκηπιακής ποικιλίας τομάτας σε ποσοστό μεγαλύτερο από 60%. Ιδιαίτερα οι πληθυσμοί 6, 8, Δ και Τιθορέα 5 έχουν δώσει υψηλό ποσοστό βλαστικότητας, κατά μέσο όρο 85%. Οι πληθυσμοί 1 και 2 ακολουθούν με μέσο όρο 58% και έπονται οι πληθυσμοί 3, 2 και Α με ποσοστό βλαστικότητας 35%. Τέλος, ο πληθυσμός 5 παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό βλάστησης των σπόρων του, με μέσο όρο 25%. Τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών της οροβανγης, σε επίπεδο βλάστησης των σπόρων τους στο ριζικό σύστημα της θερμοκηπιακής ποικιλίας, είναι μεγάλη.



Γράφημα 3 : Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας σχετικά με την επαγωγή της βλάστησης των σπόρων οροβάγξης (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

B. Σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων σε τομάτα θερμοκηπίου

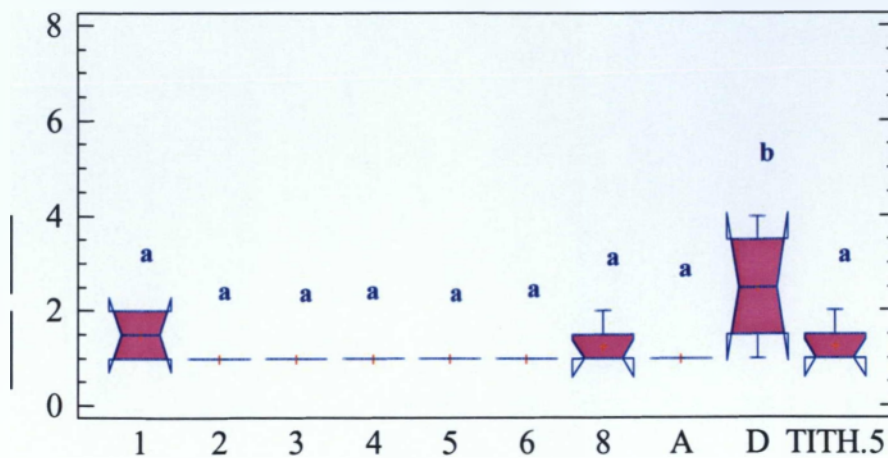
Στην παρούσα ανάλυση διατυπώνονται οι κάτωθι υποθέσεις:

H_0 : Οι διάμεσοι των πληθυσμών *δε διαφέρουν* μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων

H_1 : Οι διάμεσοι των πληθυσμών *διαφέρουν* μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων

Η μη παραμετρική ανάλυση των Kruskal – Wallis, όσον αφορά τον αριθμό των δημιουργηθέντων φυματίων των πληθυσμών του είδους *O. ramosa* έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των διαμέσων τους ($K=18,0174$, $p=0,03$). Επομένως η εναλλακτική υπόθεση H_1 γίνεται αποδεκτή. Από το **γράφημα 4** γίνεται φανερό πως οι πληθυσμοί *δε* διαφοροποιούνται σε σημαντικό βαθμό ως προς τα σχηματισθέντα φυμάτια,

δεδομένου ότι ο μέσος όρος τους κυμαίνεται στο ένα φυμάτιο. Ο πληθυσμός D κατάφερε να δημιουργήσει έως τέσσερα φυμάτια, ο πληθυσμός I έως δύο, ενώ οι πληθυσμοί 8 και TITH. 5 από ένα φυμάτιο ο καθένας.



Γράφημα 4: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας όσον αφορά τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων από τους βλαστήσαντες σπόρους οροβάγγης *O. ramosa* (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemeyi).

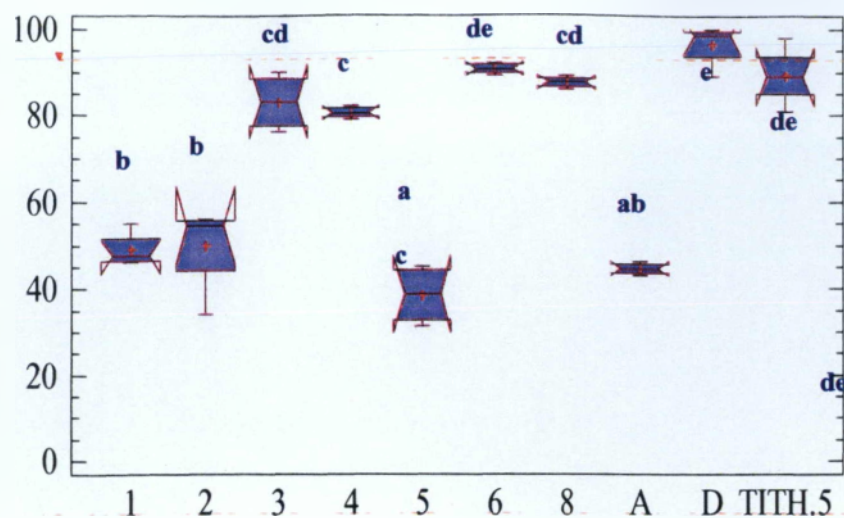
2. Παραλλακτικότητα των πληθυσμών οροβάγγης κατά τον παρασιτισμό της βιομηχανικής τομάτας ως προς την βλαστικότητα των σπόρων και τον αριθμό των σχηματιζομένων φυρατίων
- A. Σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών οροβάγγης ως προς τη βλαστικότητα των σπόρων στη βιομηχανική τομάτα

☞ Οι υποθέσεις που τίθενται στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των ποικιλιών δεν διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

H₁: Οι διάμεσοι των ειδών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

Η μη παραμετρική ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε, προκειμένου να συγκριθεί η βλαστικότητα των σπόρων του είδους *O. ramosa* κατά την εφαρμογή τριών ποικιλιών τομάτας έδειξε ότι υπάρχει έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των διαμέσων ($K=34,7744$ $p=0,000065$) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Γίνεται φανερό ότι η εναλλακτική υπόθεση H₁ γίνεται αποδεκτή και απορρίπτεται η μηδενική H₀ (ότι δηλαδή δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων των ειδών οροβάγγης ως προς τη βλαστικότητα των σπόρων). Τα επίπεδα σημαντικότητας, που καθορίζονται από τη δοκιμασία Nemeyi για τους διαμέσους των ειδών οροβάγγης, είναι δέκα(10),όσοι και οι διαφορετικοί πληθυσμοί οροβάγγης. Συγκεκριμένα από το γράφημα 5 παρατηρείται πως οι έξι από τους δέκα πληθυσμούς οροβάγγης (*Or. ramosa*) έχουν βλαστήσει στο ριζικό σύστημα της βιομηχανικής ποικιλίας τομάτας σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80%. Ιδιαίτερα οι πληθυσμοί 3, 4, 6, 8, Δ και Τιθορέα 5 έχουν δώσει υψηλό ποσοστό βλαστικότητας, κατά μέσο όρο 90%. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί (1, 2, 5 και A) ακολουθούν με ποσοστό κατά μέσο όρο 45%. Τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει έντονη παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών, σε επίπεδο βλάστησης των σπόρων τους στο ριζικό σύστημα βιομηχανικής ποικιλίας.



Γράφημα 5: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας σχετικά με την επαγωγή της βλάστησης των σπόρων οροβάγλης (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

B. Σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματιών σε οριζικό σύστημα βιομηχανικής τομάτας

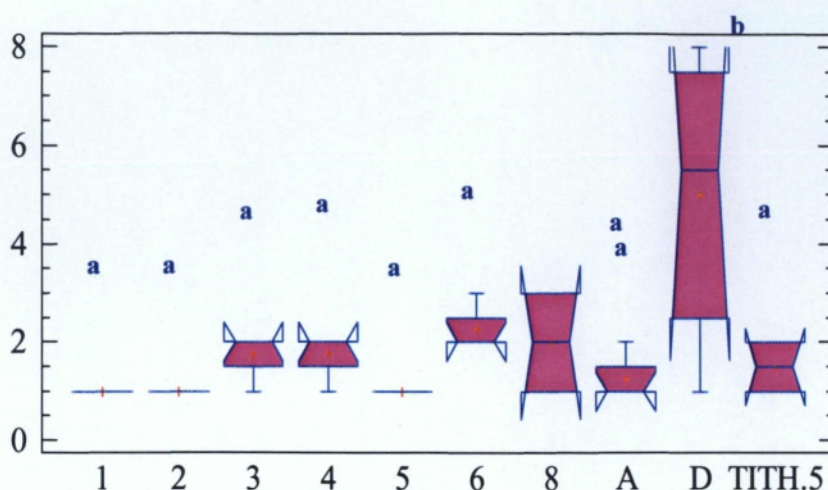
Στην παρούσα ανάλυση διαμορφώνονται οι κάτωθι υποθέσεις:

H_0 : Οι διάμεσοι των πληθυσμών *δε διαφέρουν* μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματιών

H_1 : Οι διάμεσοι των πληθυσμών *διαφέρουν* μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματιών

Η διεξαγωγή της μη παραμετρικής ανάλυσης διασποράς με τη δοκιμασία Kruskal – Wallis, σχετικά με τον αριθμό των δημιουργηθέντων φυματιών των πληθυσμών του είδους *O. ramosa* έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των διαμέσων τους ($K=19,4898, p=0,02$). Συνεπώς, γίνεται αποδεκτή η εναλλακτική υπόθεση H_1 , ότι δηλαδή οι διάμεσοι των πληθυσμών διαφέρουν στατιστικά ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματιών. Από το **γράφημα 6** γίνεται φανερό πως οι πληθυσμοί *δε διαφοροποιούνται* σε σημαντικό βαθμό ως προς τα δημιουργηθέντα φυμάτια, γιατί ο μέσος όρος

τους κυμαίνεται στα δύο φυμάτια. Ο πληθυσμός D κατάφερε να δημιουργήσει έως οκτώ φυμάτια, ενώ οι πληθυσμοί 1, 3 και 5 δημιούργησαν ένα φυμάτιο.



Γράφημα 6: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας όσον αφορά τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων από τους βλαστηθέντες σπόρους οροβάγχης *O. ramosa* (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

Παραλλακτικότητα πληθυσμών οροβάγχης κατά τον παρασιτισμό υπαίθριας τομάτας ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας και τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων.

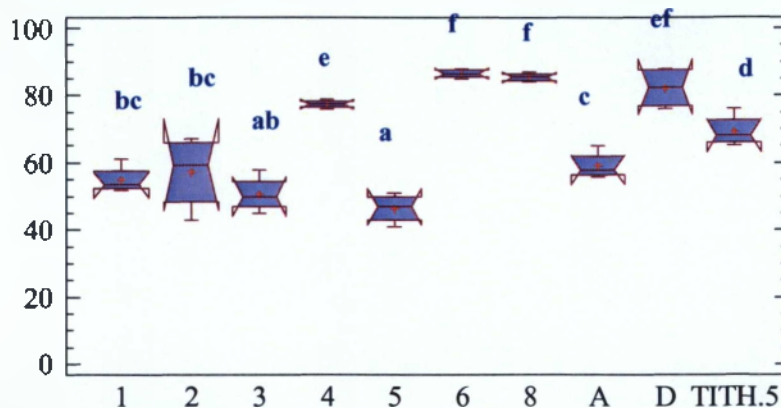
Οι υποθέσεις που τίθενται στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των ποικιλιών δε διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

H₁: Οι διάμεσοι των ειδών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την επαγωγή της βλαστικότητας των σπόρων

Η μη παραμετρική ανάλυση διασποράς που πραγματοποιήθηκε, προκειμένου να συγκριθεί η βλαστικότητα των σπόρων του είδους *O. ramosa* κατά την εφαρμογή τριών ποικιλιών τομάτας έδειξε ότι υπάρχει έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των διαμέσων ($K=34,5214$, $p=0,000072$) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Γίνεται φανερό ότι η εναλλακτική υπόθεση H₁ γίνεται αποδεκτή (ότι δηλαδή υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων των ειδών οροβάγχης ως προς τη βλαστικότητα των σπόρων). Τα

επίπεδα σημαντικότητας, που καθορίζονται από τη δοκιμασία Nemenyi για τους διαμέσους των ειδών οροβάγχης, είναι δέκα(10), όσοι και οι διαφορετικοί πληθυσμοί οροβάγχης. Συγκεκριμένα από το γράφημα 7 προκύπτει ότι οι μισοί από τους δέκα πειραματικούς πληθυσμούς έχουν βλαστήσει, κατά μέσο όρο, σε ποσοστό 80% ενώ οι υπόλοιποι πέντε σε ποσοστό 55%. Οι πληθυσμοί 6, 8 και Δ παρουσίασαν το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας στο ριζικό σύστημα υπαίθριας ποικιλίας τομάτας, που ήταν 85% περίπου. Τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η παραλλακτικότητα μεταξύ των πληθυσμών σε επίπεδο βλάστησης των σπόρων τους ήταν έντονη.



Γράφημα 7: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας σχετικά με την επαγωγή της βλάστησης των σπόρων οροβάγχης (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

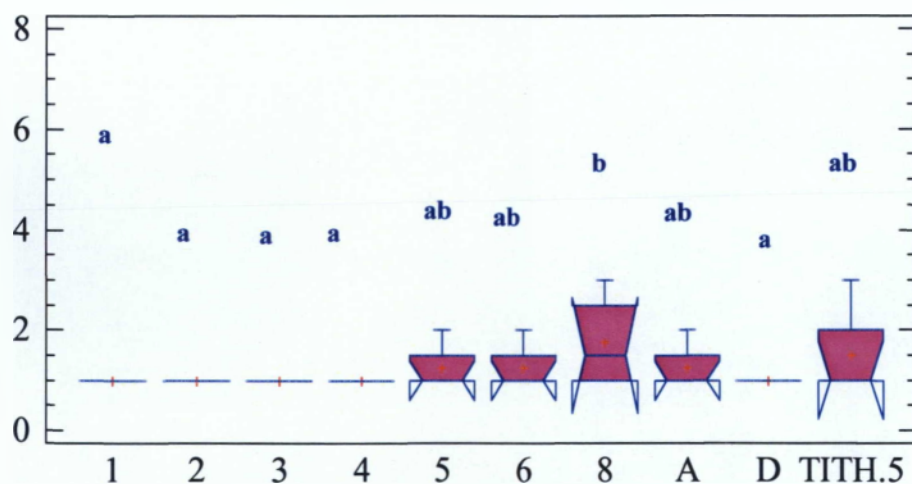
Σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων στο ριζικό σύστημα υπαίθριας ποικιλίας τομάτας

Στην παρούσα ανάλυση διαμορφώνονται οι κάτωθι υποθέσεις:

H_0 : Οι διάμεσοι των πληθυσμών δε διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων

H_1 : Οι διάμεσοι των πληθυσμών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων

Η μη παραμετρική ανάλυση διασποράς, με τη δοκιμασία Kruskal – Wallis, όσον αφορά τον αριθμό των δημιουργηθέντων φυματίων των πληθυσμών του είδους *O. Ramose*, έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των διαμέσεων τους ($K=8,59064$, $p=0,47$). Αυτό σημαίνει ότι η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται και επομένως οι διάμεσοι των πληθυσμών διαφέρουν στατιστικά ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων. Από το **γράφημα 8** προκύπτει ότι οι πληθυσμοί δε διαφοροποιούνται σε σημαντικό βαθμό ως προς τα δημιουργηθέντα φυμάτια (οι πληθυσμοί 1, 2, 3, 4, 5, 6, A και Δ έδωσαν ένα φυμάτιο κατά μέσο όρο). Αντίθετα, σαφή υπεροχή παρουσιάζουν οι πληθυσμοί 8 και Τιθορέα 5, οι οποίοι σχημάτισαν, κατά μέσο όρο, 3 και 2 φυμάτια στο ριζικό σύστημα υπαίθριας τομάτας, αντίστοιχα.



Γράφημα 8: Σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών τομάτας όσον αφορά τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων από τους βλαστηθέντες σπόρους οροβάγχης *O. ramosa* (Kruskal-Wallis, δοκιμασία Nemenyi).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε το επίπεδο ανθεκτικότητας τριών ποικιλιών τομάτας (θερμοκηπιακή, υπαίθρια, βιομηχανική) κατά τον παρασιτισμό τους από σπόρους πληθυσμών του φυτοπαρασιτικού είδους *O. ramosa*. Η παραλλακτικότητα των πληθυσμών του φυτοπαρασίτου ως προς το μέγεθος του παρασιτισμού των διαφόρων ποικιλιών τομάτας αποτέλεσε, επίσης, ένα επιπλέον αντικείμενο έρευνας. Οι παρατηρήσεις για τις οποίες ελήφθησαν σχετικές μετρήσεις ήταν το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων και ο αριθμός των σχηματιζομένων φυματίων.

Στην περίπτωση της θερμοκηπιακής τομάτας, σε επίπεδο βλαστικότητας σπόρων του παρασίτου, προκύπτει ότι οι 7 στους 10 πληθυσμούς οροβάγχης είχαν βλαστήσει σε ποσοστό πάνω από 60% και ιδιαίτερα οι πληθυσμοί 8, Δ και Τιθορέα 5 προσέγγισαν το 90%. Σε επίπεδο αριθμού φυματίων παρατηρήθηκε ο σχηματισμός ενός φυματίου κατά μέσο όρο όλων των πληθυσμών οροβάγχης και μόνο ο πληθυσμός Δ είχε σχηματίσει τέσσερα φυμάτια.

Όσον αφορά την ποικιλία της βιομηχανικής τομάτας τα ποσοστά βλαστικότητας κυμάνθηκαν από 40 έως και 100%, όπως και εκείνα της θερμοκηπιακής τομάτας. Το μέγιστο ποσοστό βλαστικότητας επιτεύχθηκε από τον πληθυσμό Δ. Ο αριθμός των φυματίων, όμως, που δημιουργήθηκε ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν της θερμοκηπιακής κατά ένα με δύο φυμάτια περίπου. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως ο πληθυσμός Δ έδωσε οκτώ συνολικά φυμάτια σε σχέση με τους άλλους πληθυσμούς.

Σχετικά με την υπαίθρια τομάτα παρατηρήθηκε ποσοστό βλαστικότητας από 55% έως 85% κατά μέσο όρο, που στατιστικά δε διέφερε με τα ποσοστά βλαστικότητας στις προαναφερθείσες ποικιλίες τομάτας. Ο αριθμός των φυματίων δε διέφερε σημαντικά από τη θερμοκηπιακή τομάτα.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό πως η βιομηχανική τομάτα σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες ήταν πιο ευαίσθητη κατά τον παρασιτισμό των πληθυσμών οροβάγχης, μιας και το ποσοστό βλαστικότητας και ο αριθμός φυματίων κυμάνθηκαν σε υψηλά επίπεδα. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην εκτεταμένη καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα, παρά την πτωτική πορεία που παρατηρείται κατά τα τελευταία χρόνια στην καλλιεργούμενη έκταση. Ιδιαίτερα η βιομηχανική τομάτα καλλιεργείται για

πολλά χρόνια στην περιοχή του Δομοκού από όπου προέρχονται οι εννέα πληθυσμοί οροβάγγης. Αυτό σημαίνει πως οι πληθυσμοί του φυτοпараσιτου έχουν εγκλιματιστεί στη συγκεκριμένη καλλιέργεια, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις σε κάποιες περιοχές στη συνέχεια καλλιεργήθηκε ο καπνός, ένας επιπλέον ξενιστής της οροβάγγης. Επομένως, η μεγαλύτερη ευπάθεια της βιομηχανικής τομάτας στο ολοπαράσιτο μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι ο εγκλιματισμός του ολοπαράσιτου είναι μεγαλύτερος σε σχέση με την υπαίθρια και τη θερμοκηπιακή ποικιλία, δεδομένου ότι και οι πληθυσμοί προέρχονται από την περιοχή του Δομοκού.

Όσον αφορά τη θερμοκηπιακή και την υπαίθρια ποικιλία τα ποσοστά βλαστικότητας δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από τα αντίστοιχα της βιομηχανικής τομάτας, εντούτοις ο αριθμός των φυματίων ήταν ιδιαίτερα χαμηλός. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μηχανισμούς ανθεκτικότητας που εμπλέκονται όχι στο πρώτο επίπεδο, δηλαδή αυτό που ρυθμίζει τη συγκέντρωση των διεγερτικών ουσιών που εκχέονται στο ριζικό περιβάλλον για την επαγωγή της βλάστησης των σπόρων της οροβάγγης, αλλά σε ένα δεύτερο επίπεδο αυτό της δομής και σύστασης των ριζών (εναπόθεση λιγνίνης, κυτταρίνης στα κυτταρικά τοιχώματα). Αυτό σημαίνει πως κατά την προσκόλληση του ριζιδίου τα στρώματα αυτά της λιγνίνης ή της κυτταρίνης εμποδίζουν την περαιτέρω διείσδυση του ολοπαράσιτου με αποτέλεσμα τη νέκρωσή του. Ακόμα και όταν αυτό αναπτυχθεί νεκρώνεται σε προχωρημένο στάδιο.

Από αντίστοιχες εργασίες των ερευνητών Qasem και Kasrawi (1995) και El-Halmouch κ. ά. (2005) προκύπτει ότι όλες οι ποικιλίες τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή, είχαν προσβληθεί από τα ολοπαράσιτα *O. ramosa* και *O. aegyptiaca* σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Επίσης, ο βαθμός ανταπόκρισης των ποικιλιών τομάτας στον παρασιτισμό διέφερε. Αν και στην πρώτη εργασία ο αριθμός των δημιουργηθέντων φυματίων κυμάνθηκε από 30 έως 121 φυμάτια ανά ποικιλία, ο αριθμός των εξερχομένων βλαστών οροβάγγης ήταν πολύ χαμηλός. Στη δεύτερη περίπτωση ο αριθμός των φυματίων ήταν μόλις τέσσερα με βλαστικότητα που δεν ξεπέρασε το 62%.

Ως προς τη διαφοροποίηση των πληθυσμών οροβάγγης γίνεται φανερό πως αυτή ήταν πιο έντονη όσον αφορά τη βλαστικότητα των σπόρων της οροβάγγης σε σχέση με τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων. Η παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε πιθανόν να οφείλεται στις διαφορετικές

εδαφοκλιματικές συνθήκες που έχουν επικρατήσει στις περιοχές συλλογής τους και έχουν επιδράσει στο δυναμικό των σπόρων και στις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Επίσης, μπορεί να οφείλεται στο περιβάλλον των σπόρων, που είναι σε μερικές περιπτώσεις σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό διαπερατό. Η παραλλακτικότητα ως προς το ποσοστό βλαστικότητας έχει αναφερθεί ότι χαρακτηρίζει το γένος *Orobancha* σε μεγάλο βαθμό ακόμα και όταν οι πληθυσμοί προέρχονται από το ίδιο είδος και έχουν συλλεχθεί από την ίδια περιοχή (Εconoμoυ κ. ά. 2007). Ως προς τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων η εικόνα είναι διαφορετική, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην παρεμπόδιση της ανάπτυξής τους από μηχανισμούς ανθεκτικότητας των υπό μελέτη ποικιλιών τομάτας, ιδιαίτερα της θερμοκηπιακής και της υπαίθριας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η βιομηχανική τομάτα φαίνεται ότι είναι πιο ευαίσθητη σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες κατά τον παρασιτισμό από πληθυσμούς του είδους *O. ramosa*.
2. Η υπαίθρια και η θερμοκηπιακή τομάτα αν και επέδρασαν χημικά σε ένα μεγάλο ποσοστό των σπόρων, εντούτοις δεν προσβλήθηκαν εκτεταμένα από την οροβάγχη.
3. Η διαφοροποίηση των πληθυσμών της οροβάγχης ήταν έντονη όσον αφορά τη βλαστικότητα των σπόρων, αλλά μικρή σχετικά με τον αριθμό των σχηματιζομένων φυματίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Antonova T. S., Biochemical aspects of the development of new virulent forms in the Moldavian population of *Orobanche cumana* Wallr. A gainst the backround of resistant sunflower cultivars. Proceedings of the International Workshop on *Orobanche* and Related Striga Research. 290-292.
- Economou G., Lyra D., Sotirakoglou K., Fasseas K. And Taradilis P. 2007. Stimulating *Orobanche ramosa* Seed Germination with an *Ascophyllum nodosum* extract. *Phytoparasitica* 35: 367-375
- Eizenberg H., Hershenborn J., Prakhine D., Kleifeld Y., Shtienberg D., Rubin B.,(2003). Effect of temperature on suscrtibility of sunflower varieties to sunflower broomrape (*O.cumana*) and Egyptian broomrape (*O. aegyptiaca*). *Weed Science*, 51:279-286.
- Eizenberg H., Plakgine D., Hershenhorn J., Kleifeld Y., Rubin B.,(2003). Resistance to broomrape (*Orobanche spp.*) in sunflower (*Heliantus annuus*) is temperature dependent. *Journal of Exreriment Botany*, Vol.54, 1305-1311,.
- Eizenberg H., Tanaami Z., Jacobsohn R., Rubin B.(2001). Effect of temperature on the relationship between *Orobanche spp.* and carrot (*Daucus carota*).*Crop protection* 20,415-420.
- El-Halmouch Y., Bouharrat H., Thalouarn P., (2005). Effect of root exudates from different tomato genotypes on broomrape (*O. aegyptiaca*) seed germination and tubercle development. *Crop protection*.
- Grenz J., Manschadi A., De Voil. P., Meinke H.,Sauerborn J.,(2005). Assessing strategies for *Orobanche sp.* Control using a combined seedbank and competition model. *Agronomy Journal*. Vol. 97, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 1551-1558.
- Jacobsohn R, Bohlinger E, Eldar E., Agrawal A. P., 1991.Crop host range of *Orobanche* species in an experimental field. Proseed-ings of the fifth international symposium of parasitic weeds, CIMMYT,Nairobi, Kenya, 176-179.
- Jacobsohn R, Kelman Y., Shaked R. και Klein L.,1998. Broomrape (*Orobanche spp.*) control with ethylene didromide and chloropicrin. *Weed Research* 28,151-157.

- Joel M. D., (2000) The long-term approach to parasitic weeds control: manipulation of specific developmental mechanisms of the parasite. *Crop protection*, vol.19, 753-758
- Kasasian L., 1973. Miscellaneous observation on the biology of *Orobanche crenata* and the *O. aegyptiaca*. The proceedings of the first EWRC symposium on Parasitic Weed, Wageningen, 68-75.
- Kebreab E, Murdoch A.J., 1999. A model of the effect of a wide range of constant and alternating temperature on seed germination of four *Orobanche* species. *Annals of botany* 84, 549-557.
- Linke K., Schnell H., Saxena M. C., 1991. Factors affecting the seed bank of *Orobanche crenata* in fields under lentil base cropping systems in Northern Syria. Proceedings of the fifth international symposium of parasitic Weeds, CIMMYT, Nairobi, Kenya, 321-327.
- Manschadi A., Sauerborn J., Stutzel H., (2001). Quantitative aspects of *Orobanche crenata* infestation in *Faba beans* as affected by abiotic factors and parasite soil seedbank. *European Weed Society Weed Research*, 41, 311-324.
- Official Orga of the International Parasitic Plant Society, (2004). *Haustorium Parasitic Plants newsletter*
- Orobanche* species: The broomrapes
- Parker C., Dixon N., 1983. The use of polyethylene bags in the culture study of striga spp. and other organisms on crop roots. *Annals of Applied Biology* 103, 485-488.
- Perez de Iyque A., Jorin J., Cubero J., Rubiales D., (2004). *Orobanche crenata* resistance and avoidance in Pea (*Pisum spp.*) operate at different developmental stages of the parasite. *European Weed Research Society Weed Research*. 45. 379-387
- Qasem S., Kasrawi M., (1994). Variation of resistance to broomrape (*Orobanche ramosa*) in tomatoes, *Euphytica* 81:109-114.
- Rubiales D., Alcantava C., Silveo J. (2004). Variation in resistance to *Orobanche crenata* in species of cicer. *Weed Research* 44: 27-32
- Sauerborn J., 1989. the influence of temperature on germination and attachment of the parasitic weed *Orobanche* spp. On the lentil and sunflower. *Angewandte Botan.* 63, 543-550.

- Vurro M., Boari A.,(2003).Evaluation of fusarium spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobancha ramosa*). Biological control 30,212-219.
- Wegman K., Musselman L.,1991.Progress in Orobancha research. Ebergard-Karls-Universitat.
- Saueborn J. Linke H., Sexena M. και Koch W., 1989. Solarization : a physical control method for weeds and parasitic plants (*Orobancha* spp.) in Mediterranean agriculture. Weed research 29, 391-397.
- Duafala T., Wilhelm S, Gold A., Sagen J., 1976.Rhizoctonia disease of broomrape, a possible biological control. Proseccings Am. Phytopanthol Society 3,272.
- Foy C. L., Jain R., Jacobsohn R., 1989. Recent approaches for chemical control of broomrape (*Orobancha* spp.). Rev. Weed Science 4, 123-152.
- Parker C., Riches C. R., 1993. Parasitic weed of the World: Biology and control. CAB international,,332.
- Perez de luque A., Galindo G.,Mcias A.,Jorin J.,2000. Sunflower sesquiterpene lactone models induce *Orobancha cumana* seed germination. Phytopathology 53,45-50.
- Stewart G. R., Press M.C.,1990. The physiology and biochemistry of parasitic angiosperms. Ann. Rev. plant physiology plant mol. Biol.41,127-151.
- Zahran M. K.,1982. Control of parasitic plants (broomrape and dodder) in different crops in Egypt. Agricultural research program. Final technical report PL 480. Agricultural research centre. 52.
- Γιαννοπολίτης Κ. Ν., Λυμπεροπούλου Μ. (2007). Η τομάτα και η καλλιέργειά της- Στατιστικά στοιχεία. Γεωργία και Κτηνοτροφία, τεύχος 10, σελ. 8-9.
- Ελευθεροχωρινός Η. Γ. (1998). Ζιζανιολογία 9έκδοση 2^η Εκδόσεις Αγρότουπος Α.Ε., Αθήνα.
- Λύρα Δ. Α. (2003). Επίδραση των οικολογικών παραμέτρων στην εξάπλωση της *Orobancha* spp. στην Ελλάδα. Διατριβή επί μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών 2002-2003, Αθήνα.

INTERNET

www.weedman.net

www.backyardgardener.com

www.aua.gr

www.google.gr

www.elsevier.com

www.agrotypos.gr

www.ceris.purdue.edu/napis/pests/sbr/sbr_clem.html

www.hal.usda.gov/cgi-bin/agricola-ind?bib/

www.inra.fr/Dijon/malherbo/hyppa/hyppa-a/oracr_ah.htm

www.science.siu.edu/parasiticplants/Scrophulariaceae/index.html