

**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΑΡΑΚΑ
ΘΗΡΑΣ (*Lathyrus sativus* L.) ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΒΥΜV**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΑΛΕΞΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ
ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑΚΗ ΓΑΡΥΦΑΛΙΑ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 1. Ο αρακάς Θήρας	6
<i>Lathyrus sativus</i> L.	6
Η φάβα Σαντορίνης	11
Κεφάλαιο 2. Ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της φασολιάς	14
2.1 Ταξινόμηση	14
2.2 Φυλές	14
2.3 Γεωγραφική κατανομή	14
2.4 Φυσιικοί ξενιστές & Συμπτωματολογία	14
2.5 Μετάδοση	18
2.6 Διάδοση	21
2.7 Εργαστηριακό εύρος ξενιστών	21
2.8 Μορφολογία ιοσωματίων	23
2.9 Σύνθεση ιοσωματίων	23
2.10 Οικονομική σημασία	24
2.11 Αντιμετώπιση	26
Κεφάλαιο 3. Πειραματικό Μέρος	28
Αξιολόγηση Καθαρών Σειρών Αρακά Θήρας	28
Υλικά & Μέθοδοι	28
Αποτελέσματα	31
Γενικά Συμπεράσματα	36
Βιβλιογραφία	37

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλλιέργεια του αρακά Θήρας είναι μια παραδοσιακή καλλιέργεια της νησιωτικής αιγαιοπελαγίτικης χώρας. Η παραγόμενη φάβα που καταναλώνεται ευρέως στη χώρα μας, στηρίζεται αποκλειστικά στην αξιοποίηση τοπικών σπορομερίδων που διατηρούν οι καλλιεργητές (ο αγρότης κρατεί μέρος της παραγωγής για την επόμενη σπορά). Γίνεται αντιληπτό ότι εύκολα μπορεί να γίνει συσσώρευση παθογόνων που μεταφέρονται αποκλειστικά με το σπόρο με αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή. Βέβαια για τις εκφυλιστικές ασθένειες που διαιωνίζονται με το μολυσμένο σπόρο, ο μοναδικός τρόπος αντιμετώπισης είναι η αναζήτηση και διατήρηση κάποιας μορφής ανθεκτικότητας.

Έχοντας στη διάθεσή μας ορισμένες σπορομερίδες καθαρών σειρών αρακά Θήρας, που δημιουργήθηκαν από σχετικά προγράμματα βελτίωσης (Εικόνα 1), θεωρήθηκε χρήσιμη η εκτέλεση μιας μελέτης που θα στόχευε στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς τους έναντι ενός πολύ διαδομένου σπορομεταδιδόμενου παθογόνου: ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της φασολιάς (*Bean yellow mosaic virus, BYMV*).

Η πτυχιακή μου εργασία παρουσιάζει τις κυριότερες δραστηριότητες και τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής.



Εικόνα 1. Μέρος πειραματικού αξιολόγησης καθαρών σειρών αρακά Θήρας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Lathyrus sativus L. (αρακάς Θήρας)

Ο αρακάς Θήρας είναι φυτό αγγειόσπερμο, δικοτυλήδονο της μεγάλης και σημαντικής οικογένειας των ψυχανθών (Fabaceae) (Καββαδάς 1956, Γεννάδιος 1959). Το βοτανικό του όνομα είναι *Lathyrus sativus* L. και προέρχεται από το αρχαίο ελληνικό όνομα Λάθυρος. Είναι το πιο ευρέως καλλιεργούμενο και σημαντικό οικονομικά είδος του γένους *Lathyrus*, γένος το οποίο περιλαμβάνει περίπου 150 αναγνωρισμένα είδη που απαντώνται παγκοσμίως.

Καλλιεργείται για ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά και ως κτηνοτροφικό, κυρίως στην Ασία και Ανατολική Αφρική. Όπως όλα τα ψυχανθή έτσι και αυτό χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της γονιμότητας των καλλιεργούμενων εδαφών, καθώς επίσης και βελτιωτικό βασικών οικονομικά καλλιεργειών, όπως για παράδειγμα στην Ασία που το χρησιμοποιούν πριν την καλλιέργεια ρυζιού ή εναλλάξ καλλιέργεια ρυζιού με *Lathyrus sativus*. Επίσης σε τοπικό επίπεδο χρησιμοποιείται σε ομοιοπαθητικά φάρμακα (Duke,1981).

Ορισμένα είδη όπως το γλυκομπίζελο (*Lathyrus odoratus*) χρησιμοποιούνται ως καλλωπιστικά. Ωστόσο μόνο το είδος *sativus* καλλιεργείται ευρέως ως τρόφιμο, ενώ τα υπόλοιπα είδη όπως το *Lathyrus cicera* κ.ά, κυρίως ως κτηνοτροφικά.

Το *Lathyrus sativus* είναι φυτό ετήσιο, χειμερινό, ποώδη, αναρριχώμενο με χαρακτηριστικά στενόμακρα φυλλάρια. Ο βλαστός και ο μίσχος των φύλλων έχουν πτερύγια. Το χρώμα του άνθους μπορεί να είναι μπλε, ροζ, κόκκινο, λευκό ή διαφόρων συνδυασμών αυτών των χρωμάτων. Οι λοβοί είναι επιμήκεις, μήκους 2,4-4,0 cm περίπου (Εικόνα 2). Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (Εικόνα 3).

Η καλλιέργεια μπορεί να αντέξει και να αναπτυχθεί κάτω από ιδιαίτερα αντίξοες και ακραίες κλιματολογικές συνθήκες. Αντέχει στη ξηρασία, στη ζέστη, αλλά και στη χαμηλή θερμοκρασία (μέχρι -12°C , την εποχή της άνθησης μέχρι -10°C). Το ότι αντέχει στην ξηρασία δεν σημαίνει ότι επηρεάζεται από έντονες βροχοπτώσεις, αντιθέτως μπορεί να καλλιεργηθεί εξίσου καλά και σε περιοχές που υπόκεινται σε πλημμύρες όπως π.χ. το Μπαγκλαντές. Έχει πολύ σκληρό και διεισδυτικό ριζικό σύστημα και ως εκ τούτου μπορεί να καλλιεργηθεί σε μεγάλη ποικιλία εδαφών, από πολύ φτωχά εδάφη έως πολύ βαριά αργιλώδη. Επίσης τα βακτήρια που συμβιώνουν στις ρίζες του (φυμάτια), δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, με αποτέλεσμα να συνθέτει τις απαραίτητες για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό του οργανικές αζωτούχες ενώσεις.

Όπως όλα τα όσπρια έτσι και αυτό έχει μεγάλη διατροφική θρεπτική αξία, αποτελεί πλούσια πηγή σύνθετων υδατανθράκων, αμινοξέων, φυτικών ινών, βιταμινών και ιχνοστοιχείων. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες



Εικόνα 2. Λοβοί του αρακά Θήρας



Εικόνα 3. Σπόροι του αρακά Θήρας

σχεδόν ίσης αξίας με αυτές του κρέατος και των ψαριών. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι πρωτεΐνες των οσπρίων σε συνδυασμό με άλλες πρωτεΐνες ζωικής ή φυτικής προέλευσης καλύπτουν τις ανάγκες του ανθρώπου σε απαραίτητα αμινοξέα. Έχει χαμηλή περιεκτικότητα λιπαρών ουσιών και υψηλή περιεκτικότητα φυτοχημικών ουσιών, οι οποίες πιθανόν συμβάλλουν στην πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων, διαβήτη και καρκίνου. Παράλληλα είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες, βοηθώντας στην αντιμετώπιση προβλημάτων δυσκοιλιότητας και στη μείωση της χοληστερόλης του αίματος και κατ' επέκταση στην προστασία της καρδιάς.

Μία κατά προσέγγιση ανάλυση των διατροφικών στοιχείων που περιέχει είναι η εξής: 30% ολικές πρωτεΐνες, 27.8% άμυλο, 22% φυτικές ίνες, λιγότερο από 1% λιπίδια, 3.3% w/w τεφρά ουσία. Επίσης περιέχει αρκετά σημαντικά ποσά σε φώσφορο, ασβέστιο, λυσίνη, μεθειονίνη, κυστεΐνη και θρεονίνη.

Παρά την οικονομική σημασία της καλλιέργειας, η κατανάλωση σπόρων *Lathyrus*, ως κύριο μέρος της διατροφής σε καθημερινή βάση και για μεγάλο χρονικό διάστημα (3-6 μήνες), μπορεί να προκαλέσει σε ανθρώπους και ζώα την ασθένεια του Λαθυρισμού “lathyrism” και πιο συγκεκριμένα του Νευρολαθυρισμού “neurolathyrism”. Η ασθένεια δρα στο νευρικό σύστημα, προκαλεί σκελετικές δυσμορφίες, παράλυση των κάτω άκρων ή ολοκληρωτική παράλυση και σε ακραίες περιπτώσεις

ακόμη και θάνατο. Τέτοια συμπτώματα έχουν παρατηρηθεί κυρίως σε τοπικούς πληθυσμούς της Αιθιοπίας, μιας και η κατανάλωση σπόρων *L. sativus* είναι αρκετά συχνή. Ο αντιδιατροφικός αυτός παράγοντας που ευθύνεται για την πρόκληση της ασθένειας του λαθουρισμού, είναι ένα μη-πρωτεϊνικό αμινοξύ που ονομάζεται 3-N-οξαλλυλ-L-διάμινο προπιονικό οξύ (ODAP). Ο βρασμός και η επεξεργασία με θερμότητα μειώνουν αισθητά τα επίπεδα του αντιδιατροφικού αυτού παράγοντα.

Είναι φυτό ιθαγενές, ημιαυτοφυές των Μεσογειακών χωρών και της Ν.Δ. Ασίας. Η καλλιέργεια είναι διαδεδομένη παγκοσμίως, την συναντάμε από τις εύκρατες περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου έως την Ανατολική Αφρική, την Ν. Αμερική και την Αυστραλία. Είναι ιδιαίτερα σημαντική καλλιέργεια σε υποανάπτυκτες χώρες καθώς αποτελεί σανίδα σωτηρίας για εκατομμύρια φτωχούς αγρότες της Αφρικής, της Ασίας και της Μέσης Ανατολής. Η καλλιέργεια είναι εκτενώς διαδεδομένη και στην Κεντρική, Νότια και Ανατολική Ευρώπη (νότια από τη Γερμανία προς την Πορτογαλία και την Ισπανία και ανατολικά προς τα Βαλκάνια και τη Ρωσία), επίσης στην Κύπρο, Τουρκία, Συρία, Λίβανο, Παλαιστίνη, Αίγυπτο, Αιθιοπία, Ιράκ, Αφγανιστάν, Πακιστάν, Μαρόκο και Αλγερία.

Στη χώρα μας καλλιεργείται από αρχαιότατων χρόνων στις νότιες περιοχές και κυρίως στις Κυκλάδες, την Κρήτη, τα Επτάνησα και τα Δωδεκάνησα. Εκτός από την Σαντορίνη (Εικόνα 4) καλλιέργειες Λαθουριού αναφέρονται επίσης στα νησιά Αμοργό, Σάμο, Τήνο, Ρόδο,

Λευκάδα και Κεφαλονιά. Στη Κρήτη η καλλιέργεια περιορίζεται κυρίως στο οροπέδιο Λασιθίου.



Εικόνα 4. Τοπική καλλιέργεια στη Σαντορίνη.

Η φάβα Σαντορίνης

Η φάβα Σαντορίνης προέρχεται από το φυτό *Lathyrus sativus* L. (Λάθυρος ο ήμερος, γνωστός και με το όνομα αρακάς ή μπιζέλι). Αλεσμένα τα σπέρματα του λαθουριού ή βρασμένα σε μορφή πηχτού χυλού, αποτελούν το μαγειρικό παρασκεύασμα, γνωστό ως φάβα.

Η φάβα Σαντορίνης είναι σήμερα μια από τις πιο γνωστές παραδοσιακές καλλιέργειες του νησιού (Εικόνα 4) και σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα στις ανασκαφές του Ακρωτηρίου, καλλιεργείται αποκλειστικά και ανελλιπώς στο νησί εδώ και 3.500 χρόνια. Είναι διάσημη για την μοναδικότητα που της δίνει το έδαφος της Σαντορίνης και ξεχωρίζει για τη γεύση της και το άρωμα της. Η μοναδική πρώτη ύλη, το έδαφος του νησιού και οι παραδοσιακές μέθοδοι επεξεργασίας χαρίζουν στη φάβα Σαντορίνης γευστική ιδιαιτερότητα.

Η σπορά στην ηφαιστειογενή και άνυδρη γη γίνεται με το χέρι, στα μέσα Νοεμβρίου και η συγκομιδή τον Μάιο. Ακολουθεί η φυσική επεξεργασία που περιλαμβάνει ωρίμανση καρπού σε υπόσκαφες αποθήκες για ένα περίπου χρόνο, ξήρανση στον ήλιο, καθαρισμός, αποφλοίωση και τεμαχισμός που γίνεται από τους ίδιους τους παραγωγούς. Στο άλεσμα χρησιμοποιούνται ακόμη οι παλιοί χειρόμυλοι. Η καλλιεργούμενη έκταση ανέρχεται σε 2.000 στρέμματα και η στρεμματική απόδοση δεν υπερβαίνει τα 200 κιλά. Σήμερα λόγω του τουρισμού η γεύση της γίνεται γνωστή ολόενα και περισσότερο και η παραγωγή δείχνει σημεία ανάκαμψης, μιας και εξαιτίας της ιδιαίτερης γεύσης, ξεχωρίζει σε σχέση με την φάβα άλλων περιοχών.

Η καλλιέργεια της φάβας στη Σαντορίνη έχει μεγάλη ιστορική, οικολογική, τουριστική, οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική αξία, που δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλες εναλλακτικές καλλιέργειες.

Μέσα στο πλαίσιο και στην προσπάθεια που γίνεται για τη διάσωση και αναβίωση της συγκεκριμένης καλλιέργειας, προτάθηκε η θεσμική κατοχύρωση της φάβας Σαντορίνης ως προϊόντος ονομαστικής προέλευσης (ΠΟΠ), πρόταση η οποία βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ο ΙΟΣ ΤΟΥ ΚΙΤΡΙΝΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΗΣ ΦΑΣΟΛΙΑΣ (*Bean yellow mosaic potyvirus, BYMV*)

Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στο φασόλι, στις Η.Π.Α. και στην Ολλανδία από τους Doolittle και Jones το 1925.

2.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της φασολιάς ανήκει στο γένος *Potyvirus* της οικογένειας *Potyviridae*.

2.2 ΦΥΛΕΣ

Ο ιός έχει πολλές φυλές οι οποίες προκαλούν χαρακτηριστικά συμπτώματα. Μερικές από τις κυριότερες φυλές του ιού είναι: Croatian clover potyvirus, Croatian clover mosaic virus (Taraku *et al.* 1977), dipladenia mosaic virus (Paludan *et al.*,1988), pea mosaic 1 virus, pea mosaic 2 virus, pea common mosaic virus, B-25 και Scott (οι οποίες είναι απομονώσεις από το *Gladiolus spp.*)

2.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Είναι διαδεδομένος παγκοσμίως. Υπάρχει παντού όπου καλλιεργούνται φασόλια και άλλα ψυχανθή.

2.4 ΦΥΣΙΚΟΙ ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Έχει ένα ιδιαίτερα μεγάλο φάσμα ξενιστών, το οποίο δεν περιορίζεται μόνο στα ψυχανθή. Έχει αναφερθεί ότι μολύνει περίπου 200 είδη από 14 διαφορετικές οικογένειες. Εκτός από τη φασολιά, τον αρακά, τα κουκιά,

τη φακή, το λούπινο, τη μηδική, τα ρεβίθια και πολλά άλλα ψυχανθή, προσβάλλει επίσης την αγκινάρα και φυτά της οικογένειας *Iridaceae*, όπως των γλαδίολο, την φρέζια, την *tritonía* κ.α.

Όπως στις περισσότερες ασθένειες που προκαλούνται από ιούς του γένους *Potyvirus*, τα συμπτώματα διαφοροποιούνται σημαντικά, ανάλογα με το γονότυπο του φυτού, την φυλή του ιού, το χρόνο προσβολής και τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες.

Τα συμπτώματα του ιού στο φασόλι και σε άλλα σημαντικά ψυχανθή είναι τα ακόλουθα:

- Στο φασόλι (*Phaseolus vulgaris*) το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα είναι το μωσαϊκό των φύλλων όπου παρατηρούνται έντονα κίτρινες θέσεις που εναλλάσσονται με θέσεις πράσινου χρώματος, τα νεύρα και τα αγγεία του φυτού φέρουν μια χαρακτηριστική διαύγεια-διαφάνεια. Παρατηρείται επίσης νέκρωση κορυφής.
- Τα συμπτώματα στον αρακά (*Pisum sativum*) είναι όμοια με το φασόλι: μωσαϊκό και νέκρωση κορυφής.
- Στη φάβα (*Lathyrus sativus*) παρατηρείται κίτρινο μωσαϊκό ήπιο και άλλες φορές εντονότερο. Άλλα χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι παραμόρφωση, συστροφή και κατσάρωμα των φύλλων καθώς επίσης και ποικιλοχλώρωση (Εικόνα 5). Νανισμός και

μειωμένη ανάπτυξη των κορυφαίων βλαστών μπορεί επίσης να προκύψει.

- Τα κουκιά (*Vicia faba*) εμφανίζουν μωσαϊκό και κιτρινωπά νεύρα, τα συμπτώματα είναι πιο συνηθισμένα στα νεαρά φυτά. (Εικόνα 6). Στους σπόρους τα συμπτώματα εκδηλώνονται με αντικανονική καφετιά απόχρωση ή σκουρόχρωμες κηλίδες.
- Στα ρεβίθια (*Cicer arietinum*) ο ιός εκδηλώνεται με νέκρωση κορυφής, κιτρίνισμα νεύρων, νανισμό και πρόωρη γήρανση του φυτού.
- Στη φακή (*Lens esculentum*) παρατηρείται ήπιο μωσαϊκό όπου χαρακτηρίζεται από κίτρινα ή ανοιχτά πράσινα φύλλα. Μείωση του μεγέθους των φύλλων και νανισμός μπορεί να προκύψει. Μολυσμένα φυτά παράγουν πολύ μικρό σπόρο-καρπό.
- Το λούπινο (*Lupinus luteus*) αρχικά εμφανίζει κιτρινωπά φύλλα όπου ακολουθούνται από νέκρωση και γενικά από ασταθή ανάπτυξη του φυτού. Εάν έχει προσβληθεί από νεκρωτικό στέλεχος του ιού τότε επέρχεται και ο θάνατος του φυτού.
- Στην αραχίδα (*Arachis hypogaea*) παρατηρείται ποικιλοχλόρωση στα φύλλα.



Εικόνα 5. Χαρακτηριστικά συμπτώματα μολυσμένου με τον ΒΥΜV φυτού αρακά Θήρας.



Εικόνα 6. Συμπτώματα του ΒΥΜV σε φυτό κουκιών.

- Όλα τα καλλιεργούμενα είδη τριφυλλιού (*Trifolium sp.*) εμφανίζουν βούλες-κηλίδες και παραμόρφωση των φύλλων καθώς και ένα ευδιάκριτο κιτρίνισμα μεταξύ των αγγείων. Αρκετά συχνά τα φυτά γίνονται νάνα.

Γενικότερα στα όσπρια παρατηρείται παραμόρφωση των λοβών, των οποίων η επιφάνεια εμφανίζεται ανώμαλη και γυαλιστερή. Τα φυτά γίνονται συχνά νάνα και θαμνώδους εμφανίσεως λόγω βραχυγονατώσεως του στελέχους και αναπτύξεως πυκνής πλάγιας βλαστήσεως των φυτών. Παρατηρείται επίσης, καθυστέρηση στην ωρίμανση και μειωμένη παραγωγή λοβών.

Εκτός από τα ψυχανθή ο ιός έχει φυσικούς ξενιστές και πολλά καλλωπιστικά φυτά, όπως το γλαδίολο και όλα τα είδη του, την φρέζια, τη ψευδοακακκία, την ρουμπίνια και πολλά άλλα. Τα συμπτώματα στα προαναφερθέντα φυτά είναι: ποικιλογλώρωση και δυσμορφία των φύλλων με αποτέλεσμα την μείωση της καλλωπιστικής τους αξίας. Ξενιστές που δεν περιλαμβάνονται στα ψυχανθή είναι επίσης τα φυτά *Nicotiana clevelandii* και *Nicotiana tabacum*.

2.5 ΜΕΤΑΔΟΣΗ

➤ Με αφίδες

Παρόμοια με τους περισσότερους ιούς του γένους *Potyvirus*, ο *BYMV* μεταδίδεται με μη έμμονο τρόπο, από αρκετά είδη αφίδων, αναφέρονται

πάνω από 20. Αποτελεσματικοί φορείς είναι τα είδη *Acyrtosiphon pisum*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Muzus persicae*, *Aphis fabae* (Εικόνα 7) και *A. gossypii* της οικογένειας *Aphididae*.

Αρκεί τροφική δραστηριότητα για 15 έως 60 δευτερόλεπτα για να προσλάβουν και ένα λεπτό για να μεταδώσουν τον ιό.



Εικόνα 7. Φυτό κουκιών με συμπτώματα του ΒΥΜV αποικημένο με τον φορέα του ιού, μαύρη αφίδα (*Aphis fabae*).

➤ Με το σπόρο

Η μεταφορά του ιού διαμέσου του σπόρου ανέρχεται στο 3 με 6% περίπου. Αναφέρεται μετάδοση του ιού με το σπόρο στα φυτά *Pisum sativum*, *Lathyrus sativus*, *Vicia faba* (Εικόνα 8), *Lens esculentum*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Lupinus albus* και *Lupinus luteus*.

Δεν μεταδίδεται με το σπόρο στο φασόλι ούτε σε άλλα είδη του γένους *Phaseolus*.

➤ **Μηχανικά**

Μεταδίδεται μηχανικά πολύ εύκολα, με τριβή - επάλειψη μολυσμένου χυμού.



Εικόνα 8. Σπορόφυτα κουκιών μολυσμένα από τον BYMV διαμέσου του σπόρου (δύο φυτάρια με βέλος).

2.6 ΔΙΑΔΟΣΗ

Αρχική πηγή μολύσματος στο χωράφι αποτελούν κυρίως οι μολυσμένοι με τον ιό σπόροι. Το ποσοστό προσβολής των φυτών είναι άμεσα συνδεδεμένο με το ποσοστό μόλυνσης των σπόρων. Το υψηλό ποσοστό μόλυνσης των σπόρων συνεπάγεται με έντονες εξάρσεις της ασθένειας.

Ο ιός εξαπλώνεται από τα μολυσμένα σπορόφυτα σε γειτονικά υγιή φυτά και σε ευαίσθητα ζιζάνια διαμέσου των αφίδων φορέων. Η ταχύτητα της διάδοσης σχετίζεται με τον αριθμό και την ενεργητικότητα των αφίδων. Έτσι η λεκάνη της Β. Μεσογείου είναι πολύ ευνοϊκή για επιδημίες λόγω του υψηλού πληθυσμού ενεργών φορέων.

Εάν το μέγεθος της καλλιέργειας είναι μικρό, ο ρόλος των παρακείμενων προσβεβλημένων καλλιεργειών ή ζιζάνιων μπορεί να είναι καθοριστικός για την επίπτωση της ίωσης.

2.7 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΕΥΡΟΣ ΞΕΝΙΣΤΩΝ

Αρκετές οικογένειες περιλαμβάνουν ευπαθή είδη, εκτός από την οικογένεια των ψυχανθών (Fabaceae) που ο ιός προσβάλλει σχεδόν όλα τα είδη της. Άλλες σημαντικές οικογένειες που περιλαμβάνουν ευπαθή είδη είναι:

- Amaranthaceae
- Cannaceae

- Caryophyllaceae
- Chenopodiaceae
- Compositae
- Cucurbitaceae
- Gentianaceae
- Cruciferae
- Iridaceae
- Papaveraceae
- Polemoniaceae
- Phytolaccaceae
- Solanaceae
- Tetragoniaceae

Σε πειραματικές μολύνσεις τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν κυρίως μωσαϊκό. Γενικά το μωσαϊκό εμφανίζεται συνήθως στα νεαρά στάδια ανάπτυξης των φύλλων.

Διαγνωστικά είδη-Συμπτωματολογία

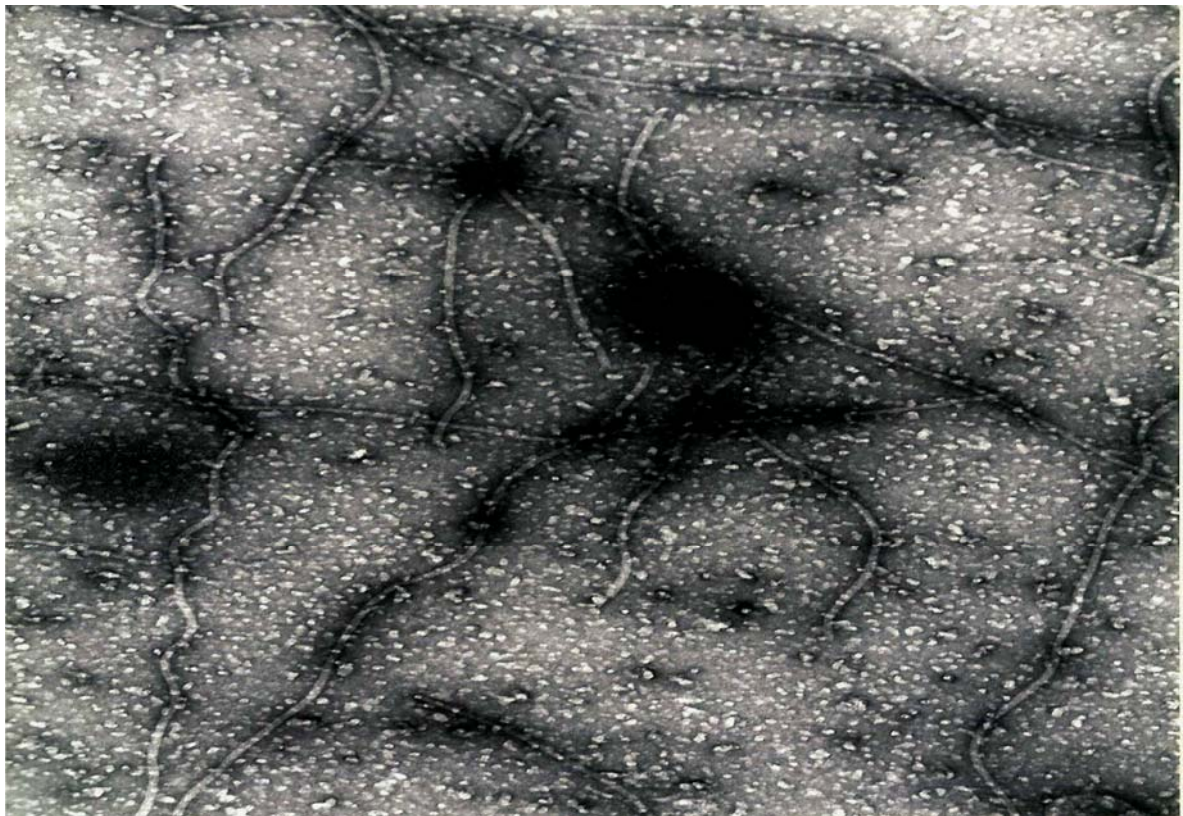
Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα ευπαθή φυτά-δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση του ιού.

- *Vicia faba*: ήπιο μωσαϊκό.
- *Phaseolus vulgaris*: νεκρωτικές ή χλωρωτικές τοπικές κηλίδες, μωσαϊκό.
- *Pisum sativum*: μωσαϊκό

- *Gomphrena globosa*: νεκρωτικές τοπικές κηλίδες
- *Chenopodium quinoa* και *C. amaranticolor*: φέρουν τοπικές νεκρωτικές και χλωρωτικές κηλίδες.

2.8 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΙΟΣΩΜΑΤΙΩΝ

Τα ιοσωμάτια είναι νηματοειδή με μήκος 750 nm και πλάτος 12-15 nm (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Ιοσωμάτια του BYMV

2.9 ΣΥΝΘΕΣΗ ΙΟΣΩΜΑΤΙΩΝ

Τα ιοσωμάτια περιέχουν 5% νουκλεϊκό οξύ και 95% πρωτεΐνη. Το γένωμα αποτελείται από μονόκλωνο RNA, μεγέθους 10.000 βάσεων.

2.10 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην Νοτιοανατολική Αυστραλία το 2000-2005, οι προσβολές των υπό εξέταση καλλιεργειών από τον ιό BYMV δεν ήταν συχνές, για την ακρίβεια λιγότερο από 1%. Ωστόσο ο ιός βρέθηκε σε κάποιες καλλιέργειες κουκιών και ενίοτε και σε καλλιέργειες αρακά, με ποσοστό που κυμαίνεται από 1-15%, συνήθως κοντά στο 7%. Μια μικρή έρευνα-αξιολόγηση που έγινε σε αγροτικές περιοχές γύρω από το Σίνδευ (Αυστραλίας), έδειξε ότι ο μέσος όρος των μολυσμένων καλλιεργειών ανέρχεται στο 26% με εμβέλεια-διακύμανση από 1-63%.

Επίσης σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν το 1998-1999 στην Δυτική Αυστραλία αυτή την φορά, έδειξαν ότι κάποιες καλλιέργειες αρακά και κουκιών είχαν μολυνθεί από τον BYMV σε ποσοστό που κυμαίνεται από 1-31% με συχνότητα 1-11%. Ακόμη στην ίδια περιοχή, σε αγροτεμάχια με λούπινα τα οποία είχαν μολυνθεί με νεκρωτικό στέλεχος του BYMV, η παραγωγή μειώθηκε σε αρκετά μεγάλο ποσοστό που αγγίζει το 95%.

Σε ότι αφορά τη μετάδοση του BYMV με το σπόρο, οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες σπορομερίδες στις ίδιες πάντα περιοχές (Αυστραλία), έδειξαν τα ακόλουθα ποσοστά. Στη φακή ήταν της τάξεως του 0,1-0,9%, στο κίτρινο και λευκό λούπινο αρκετά μεγάλο ποσοστό από 3-6%. Στον αρακά 0,3-0,8%, στα κουκιά 0,4%, στο βρώσιμο

λαθούρι (*Lathyrus sativus*) 0,1-0,2% και στο κτηνοτροφικό λαθούρι (*L. cicera*) 0,5%. Στα διάφορα είδη τριφυλλιού το ποσοστό κυμαίνεται από 0,5-0,9%. Πρέπει να σημειωθεί ότι η δυνατότητα μετάδοσης με το σπόρο αποτελεί ένα σημαντικό επιβαρυντικό επιδημιολογικό παράγοντα, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου η καλλιέργεια στηρίζεται στην τοπική σποροπαραγωγική διαδικασία (ο αγρότης κρατεί μέρος της παραγωγής για την επόμενη σπορά). Γίνεται αντιληπτό ότι εύκολα μπορεί να γίνει συσσώρευση του σπορομεταδιδόμενου BYMV με αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή.

Οι πιο σοβαρές προσβολές από τον BYMV προκύπτουν όταν η μόλυνση του φυτού γίνει πριν ή κατά την διάρκεια της άνθησης. Τέτοια παραδείγματα παρατηρήθηκαν στη Γερμανία και στην Αίγυπτο σε καλλιέργειες κουκιών, όπου το ποσοστό προσβολής ήταν πολύ ψηλό 77% και 67% αντιστοίχως. Επίσης στο Σουδάν αναφέρθηκαν μολύνσεις όπου το ποσοστό προσβολής άγγιξε το 100% όταν αυτές πραγματοποιήθηκαν την περίοδο της άνθησης.

Τέλος, έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί παγκοσμίως έχουν δείξει ότι οπουδήποτε καλλιεργείται ο Γλαδίολος, εάν προσβληθεί από τον ιό BYMV τότε μπορεί να υπάρξει μείωση της παραγωγής έως και 33%.

2.11 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Ο BYMV ως αφιδομεταδιδόμενος και σπορομεταδιδόμενος δεν επιτρέπει τη εφαρμογή κλασικών επεμβάσεων φυτοπροστασίας. Η χρήση εντομοκτόνων σκευασμάτων δεν έχει πρακτικό αποτέλεσμα (η δραστική ουσία έχει δράση στις αφίδες καθυστερημένα, μετά τη μετάδοση του ιού) και επιβαρύνει το κόστος παραγωγής και το περιβάλλον.

Η χρησιμοποίηση πιστοποιημένου σπόρου (αποτρέπει την εισαγωγή του BYMV με το μολυσμένο σπόρο στην καλλιέργεια) έχει ένα αποδεκτό θετικό αποτέλεσμα, αλλά δεν φαίνεται να είναι σε χρήση.

Η αναζήτηση ανθεκτικότητας έναντι του BYMV στα ψυχανθή δεν έχει δώσει τα προσδοκούμενα αποτελέσματα. Μέχρι σήμερα έχουν προσδιοριστεί δύο υποτελή γονίδια ανθεκτικότητας, το **mo** από το *Pisum sativum* cv Bonneville (Schroeder και Providenti 1971) και το **wlv** από το *P. sativum* PI 193835 (Providenti και Hampton 1993), τα οποία όμως δεν παρέχουν την απαιτούμενη πρακτική προστασία έναντι των διαφόρων φυλών του BYMV.

Κάποια μέτρα που μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση του ιού είναι : η απομόνωση της καλλιέργειας από βοσκότοπους και από άλλες καλλιέργειες ψυχανθών. Επίσης η εξάλειψη των φυσικών πηγών μόλυνσης, οι οποίες στην περίπτωση του αρακά Θήρας ταυτίζονται με την παρουσία αυτοφυών ειδών και ζιζανίων. Επομένως η ζιζανιοκτονία με καλλιεργητικά ή χημικά μέσα, μπορεί να

παίζει ουσιαστικό ρόλο στη μείωση της επίπτωσης της προσβολής από τον BYMV.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΑΡΑΚΑ ΘΗΡΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ BYMV

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Για να ελέγξουμε την αντίδραση καθαρών σειρών αρακά Θήρας στον BYMV χρησιμοποιήθηκαν 26 τοπικές σπορομερίδες. Εκατό περίπου σπόροι από κάθε σπορομερίδα σπάρθηκαν ξεχωριστά (σπόρος ανά πλαστικό γλαστράκι) σε απολυμασμένο μίγμα χώματος, τύρφης και άμμου και παρέμειναν σε χώρο εργαστηριακού θερμοκηπίου (Εικόνα 10), όπου καταγράφηκε ο αριθμός των σπόρων που βλάστησαν, των φυσιολογικών και μη φυσιολογικών φυτών (γενετικές ανωμαλίες και αλλοιώσεις).

Μετά από 10 με 15 ημέρες από τη βλάστηση ακολούθησε η μόλυνση των σποροφύτων με μηχανική μετάδοση του ιού (Astier et al. 2007). Τα σπορόφυτα μολύνθηκαν στο στάδιο του τρίτου με τέταρτου φύλλου (Εικόνα 11). Ως μολύσματα, χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα της κορυφής από μολυσμένα φυτά του φυτοδείκτη *Vicia faba*. Τα φύλλα ομογενοποιήθηκαν σε απολυμασμένο γουδί πορσελάνης παρουσία ρυθμιστικού διαλύματος φωσφορικών αλάτων ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$) 0,1M με pH 7,3.

Κατά την τεχνική της μηχανικής μετάδοσης, οι φυτοδείκτες σκονίστηκαν με γη διατόμων (celite) για τη δημιουργία μικροπληγών και στη συνέχεια έγινε η μόλυνση, με επάλειψη των τριών πρώτων φύλλων τους με το ομογενοποιημένο δείγμα, με τη βοήθεια βαμβακοφόρου. Ακολούθησε ξέπλυμα με άφθονο νερό, για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων του χυμού στα φύλλα, ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα δημιουργίας τοξικότητας λόγω οξείδωσης του χυμού.

Τα φυτά παρέμειναν υπό επιτήρηση για τουλάχιστον 30 ημέρες, όπου καθημερινά γινόταν μακροσκοπικός έλεγχος και καταγραφή των συμπτωμάτων τους. Σε περίπτωση αμφιβολίας για εκδήλωση συμπτωμάτων έγινε βιολογικός έλεγχος στο φυτοδείκτη *V. Faba*: βλαστικές κορυφές του υπό έλεγχο φυτού ομογενοποιήθηκαν και ο χυμός χρησιμοποιήθηκε για τη μόλυνση του φυτοδείκτη .

Φυτά που δεν έδειξαν συμπτώματα μόλυνσης του BYMV και ήταν αρνητικά στο βιολογικό έλεγχο επαναμολύνθηκαν στα νέα φύλλα και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία ελέγχου.



Εικόνα 10. Τμήμα του εργαστηριακού θερμοκηπίου όπου έγινε η αξιολόγηση των καθαρών σειρών αρακά Θήρας έναντι του BYMV



Εικόνα 11. Σπορόφυτα του αρακά Θήρας μολυσμένα μηχανικά με τον BYMV.



Εικόνα 12. Σπορόφυτα του αρακά Θήρας μολυσμένα από τον BYMV.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τους 2.590 σπόρους που σπάρθηκαν βλάστησαν οι 2.497 (ποσοστό βλάστησης 96,40%). Σχεδόν όλα τα σπορόφυτα μολύνθηκαν από τη μηχανική μετάδοση εμφανίζοντας τα τυπικά διασυστηματικά συμπτώματα του BYMV: περιορισμένη ανάπτυξη, φύλλα με ποικιλογλώρωση ή μωσαϊκό, παραμορφώσεις, μεταχρωματισμός και μικροφυλλία, (Εικόνες 12, 13, 14 και 15). Κανένα από τα σπορόφυτα δεν εκδήλωσε τοπικά νεκρωτικά συμπτώματα. Οι νεκρωτικές αντιδράσεις στα φύλλα που μολύνθηκαν μηχανικά θα αποτελούσαν ένδειξη παρουσίας αντίδρασης υπερευπάθειας, που συνήθως χαρακτηρίζουν κυρίαρχα γονίδια ανθεκτικότητας.

Από τα 2.497 σπορόφυτα που αξιολογήθηκαν τελικά μόνο δύο δεν εμφάνισαν συμπτώματα μόλυνσης και ούτε απομονώθηκε ο BYMV από τους νέους βλαστούς στο φυτοδείκτη *Vicia faba* (έλεγχος πιθανής λανθάνουσας μόλυνσης), μολονότι έγινε δύο φορές η μηχανική μετάδοση του ιού. Πιθανώς τα δύο σπορόφυτα να διαθέτουν κάποια μορφή ανθεκτικότητας που πλησιάζει εκείνη των ήδη γνωστών γονιδίων, **mo** και **wlv**.

Αναλυτικά τα αποτελέσματα από τον μακροσκοπικό και βιολογικό έλεγχο των 2.497 σποροφύτων αρακά Θήρας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.



Εικόνα 13. Μολυσμένα σπορόφυτα του αρακά Θήρας μετά από 20 ημέρες από τη μηχανική μετάδοση του BYMV



Εικόνα 14. Χαρακτηριστικά συμπτώματα του BYMV σε σπορόφυτο αρακά Θήρας μετά τη μηχανική μετάδοση του BYMV.

Πίνακας 1. Αντίδραση καθαρών σειρών αρακά Θήρας στη μηχανική μόλυνση με τον ΒΥΜV.

ΣΠΟΡΟΜΕΡΙΔΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ	ΑΝΘΕΚΤΙΚΑ
B1-5 2 ^η Σ Ν ^ο 68	100	100	0/100
B1-5 2 ^η Σ Ν ^ο 69	57	57	0/57
Δ1-6 3 ^η Σ Ν ^ο 70	100	100	0/100
Δ1-6 3 ^η Σ Ν ^ο 71	100	100	1/100
B1-5 1 ^η Σ Ν ^ο 72	100	100	0/100
B1-5 1 ^η Σ Ν ^ο 73	100	100	0/100
B1-5 1 ^η Σ Ν ^ο 74	100	100	0/100
B2-4 1 ^η Σ Ν ^ο 77	100	100	0/100
B2-4 2 ^η Σ Ν ^ο 79	100	100	0/100
B1-5 2 ^η Σ Ν ^ο 81	100	100	0/100
B1-5 2 ^η Σ Ν ^ο 82	100	100	0/100
B1-5 1 ^η Σ Ν ^ο 83	100	100	0/100
Δ1-6 3 ^η Σ Ν ^ο 87	100	100	0/100
Δ1-6 3 ^η Σ Ν ^ο 91	100	100	0/100
B3-4 2 ^η Σ Ν ^ο 37	94	89	1/89
B3-4 2 ^η Σ Ν ^ο 38	113	111	0/111
E1-5 1 ^η Σ Ν ^ο 41	110	75	0/75
B3-4 1 ^η Σ Ν ^ο 44	134	126	0/126

B3-1 2 ^η Σ N ^ο 85	156	153	0/153
B3-1 1 ^η Σ N ^ο 86	131	113	0/113
B3-4 1 ^η Σ N ^ο 89	203	201	0/201
B3-1 1 ^η Σ N ^ο 90	167	149	0/149
E1-5 2 ^η Σ N ^ο 93	59	58	0/58
E1-5 2 ^η Σ N ^ο 95	46	45	0/45
B2-4 1 ^η Σ N ^ο 77	10	10	0/10
B2-4 2 ^η Σ N ^ο 79	10	10	0/10
ΣΥΝΟΛΟ: 26	2.590	2.497	2/2.497



Εικόνα 15. Μολυσμένο με τον ΒΥΜV φυτό αρακά Θήρας.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η αξιολόγηση της συμπεριφοράς 26 τοπικών σπορομερίδων αρακά Θήρας, έναντι των μηχανικών μολύνσεων του BYMV έδειξε ότι δεν διαθέτουν ανθεκτικότητα στον ιό.
- Τα δύο σπορόφυτα που δεν μολύνθηκαν έχουν κάποια ανθεκτικότητα, που πιθανώς οφείλεται σε μηχανισμό που ελέγχεται από υπολειπόμενα γονίδια, παρόμοια με τα γνωστά **mo** και **wlv**.
- Για την επιβεβαίωση αυτής της υπόθεσης απαιτείται ο σχεδιασμός νέας μελέτης και βέβαια η αξιολόγηση και έναντι άλλων φυλών – απομονώσεων του ιού.
- Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο BYMV εκτός από σπορομεταδιδόμενος είναι και αφιδομεταδιδόμενος (επομένως αρκεί ένα μικρό ποσοστό μολυσμένων σπόρων για να δημιουργηθούν συνθήκες μαζικής προσβολής των φυτών στον αγρό), η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου παραμένει ο βασικός προληπτικός κανόνας περιορισμού των ζημιών της καλλιέργειας φάβας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Astier S., Albouy J., Maury Y., Robaglia C. and H. Lecoq, 2007. Principles of Plant Viruses. Science Publishers, p. 208-243.
- Barnett, O.W., Randles, J.W. and Burrows, P.M. (1987). Plant viruses – Bean yellow mosaic potyvirus. *Phytopathology* 77: 791.
- Γεννάδιος Π.Γ., 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν, Τόμος Β: 558.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York, p. 199-265.
- Hull, R. 1994. Resistance to plant viruses: Obtaining genes by non-conventional approaches. *Euphytica* 75: 195-205.
- Jackson, M.T. and A.G. Yunus. 1984. Variation in the grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and wild species. *Euphytica* 33: 549-559.
- Jones RAC (1992). Temperate Pulse Viruses: Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV). *Australian Journal of Agricultural Research* 43, 1229-1241.
- Καββαδάς Δ.Σ., 1956. Εικονογραφημένο Βοτανικό Φυτοπαθολογικόν Λεξικόν, Τόμος Ε:2252.
- McKirdy SJ, Jones RAC (1995). Temperate Pulse Viruses: Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV). *Australian Journal of Agricultural Research* 46, 135-152.