

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ  
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**



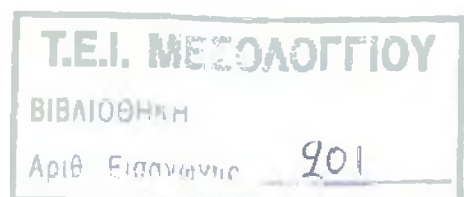
**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

***ΘΕΜΑ: Διερεύνηση της ικανότητας μετάδοσης των ιών CMV και WMV-2  
με διάφορα είδη αφίδων από φυτό κολοκυθίου μικτά μολυσμένα με τα δύο  
παθογόνα.***

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΚΡΙΔΑΣ Θ. ΦΩΤΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Π. ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2006



201

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **Α ΜΕΡΟΣ : ΟΙ ΙΟΙ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ**

1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	1
1.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	2
1.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	2
1.4. ΠΑΘΟΓΕΝΕΣΗ.....	3
1.5. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	4
1.6. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ.....	6
1.7. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΙΩΝ.....	7

### **Β ΜΕΡΟΣ: CMV ΚΑΙ WMV-2**

2.1.1. ΙΟΣ ΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΗΣ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ.....	9
2.1.2. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	9
2.1.3. ΑΙΤΙΟ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΕΩΣ.....	14
2.1.4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	17
2.1.5. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	17
2.2.1. ΜΩΣΑΪΚΟ ΤΗΣ ΚΑΡΠΟΥΖΙΑΣ .....	20
2.2.2. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	20
2.2.3. ΠΑΘΟΓΟΝΟ ΑΙΤΙΟ – ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ.....	21
2.2.4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	24
2.2.5. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	24

### **Γ ΜΕΡΟΣ: ΑΦΙΔΕΣ**

3.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	26
3.1.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΦΙΔΩΝ.....	26
3.1.3. ΒΙΟΛΟΓΙΑ.....	27
3.1.4. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΦΙΔΩΝ – ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ.....	28
3.1.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	29
3.2. ΕΙΔΗ ΑΦΙΔΩΝ.....	33
3.2.1. <i>Aulacorthum solani</i> .....	33
3.2.2. <i>Aphis nerii</i> .....	35
3.2.3. <i>Aphis citricola</i> .....	37
3.2.4. <i>Aphis craccivora</i> .....	40
3.2.5. <i>Aphis gossypii</i> .....	43

### **Δ ΜΕΡΟΣ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΙΩΝ CMV ΚΑΙ WMV-2 ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΑΦΙΔΩΝ ΑΠΟ ΦΥΤΑ ΚΟΛΟΚΥΘΙΟΥ ΜΙΚΤΑ ΜΟΛΥΣΜΕΝΑ ΜΕ ΤΑ ΔΥΟ ΠΑΘΟΓΟΝΑ.**

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	47
4.2. ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ.....	48

### **Ε ΜΕΡΟΣ:**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	56

## ΟΙ ΙΟΙ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΕΝΙΚΑ

### ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι ιολογικές ασθένειες ή ιώσεις των φυτών απασχόλησαν τους επιστήμονες μόλις προς το τέλος του 18ου αιώνα, όταν έγιναν οι πρώτες περιγραφές για το καρούλιασμα των φύλλων της πατάτας (leafroll) και το μωσαϊκό (mosaic) του καπνού. Γρήγορα όμως το ενδιαφέρον μεγάλωσε και το 1886 ο Γερμανός Adolf Mayer διαπίστωσε τη δυνατότητα μηχανικής μετάδοσης (με τριβή) των συμπτωμάτων του μωσαϊκού σε υγιή φυτά καπνού χρησιμοποιώντας ως μόλυσμα χυμό από συμπτωματικά φύλλα, ενώ ο Ρώσος Dimitri Ivanowski (1892) παρατήρησε ότι ο αιτιολογικός παράγοντας του μωσαϊκού διαπερνούσε τα φίλτρα πορσελάνης Chamberlant, τα οποία συγκρατούσαν τα βακτήρια. Λίγο αργότερα, το 1898, ο Ολλανδός Martinus Beijerinck απέδειξε ότι το αίτιο του μωσαϊκού πολλαπλασιάζεται στα φυτά και θεώρησε ότι είναι ένας καινούργιος τύπος παθογόνου οργανισμού. Αρκετά αργότερα (το 1921) το παθογόνο που προκαλεί μωσαϊκό στον καπνό, ονομάστηκε ιός (virus) και στη συνέχεια αποδείχτηκε ότι αποτελείται από πρωτεΐνη και νουκλεϊκό οξύ (Stanley, 1935. Bawdeen and Pirie, 1937), ενώ στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχει τη μορφή ραβδόμορφων σωματιδίων (Kausche et al., 1939). Στις δεκαετίες που ακολούθησαν μέχρι και το 1980 οι γνώσεις για τους φυτικούς ιούς επεκτάθηκαν και οι πληροφορίες για τη δομή και σύσταση τους, τη φύση των συστατικών τους, τις σχέσεις ιών-φυτών και ιών-φυσικών φορέων (έντομα, μύκητες, νηματώδεις), τις δυνατότητες εξυγίανσης μολυσμένων φυτών ή πολλαπλασιαστικού υλικού, πλήθυναν σε σημείο, αρκετά συχνά, να αποτελούν ουσιαστικό στήριγμα για την ανάπτυξη των άλλων βιολογικών επιστημονικών κλάδων όπως η Μοριακή Βιολογία, η Βιοτεχνολογία και η Γενετική. Τα τελευταία χρόνια περισσότεροι από 600 φυτικοί ιοί έχουν μελετηθεί διεθνώς και για ένα σημαντικό ποσοστό έχει αναφερθεί τεκμηριωμένα η ζημιογόνος επίπτωση τους στις καλλιέργειες. Ταυτόχρονα καρποφόρησαν οι μελέτες για την κατανόηση της ενδότατης φυσικοχημικής δομής και του μηχανισμού αναπαραγωγής των ιών, ενώ επιτεύχθηκε η ανάπτυξη μοριακών διαγνωστικών και η δημιουργία ανθεκτικών, γενετικά τροποποιημένων φυτών (διαγονιδιακών) με ενσωμάτωση γονιδίων που προέρχονται από τους ίδιους τους ιούς.

## 12 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η ταξινόμηση των φυτικών ιών πολύ πρόσφατα ακολούθησε την κλασική ιεραρχική κλίμακα οικογένεια-γένος-είδος (Αυγελής και Κατής, 1996), ένα σύστημα ταξινόμησης που είχε ήδη χρησιμοποιηθεί για άλλους οργανισμούς. Από το 1993 έχουν σχηματιστεί δέκα οικογένειες στις οποίες εντάχθηκαν 22 γένη ιών, ενώ άλλα 22 παραμένουν για μελλοντική κατάταξη. Κάθε ιός (είδος) έχει το δικό του όνομα αποτελούμενο από το κοινό αγγλικό όνομα του ξενιστή-από τον οποίο απομονώθηκε για πρώτη φορά-και από το κυριότερο είδος του συμπτώματος, π.χ. tobacco mosaic, όπου η τελευταία λέξη είναι η ονομασία του γένους. Στα ελληνικά έχει επικρατήσει η απλή μετάφραση της αγγλικής ονομασίας, π.χ. ο ιός του μωσαϊκού του καπνού, χωρίς να γίνεται αναφορά στο γένος. Για το λόγο αυτό πάντοτε η ελληνική απόδοση ακολουθείται από την αγγλική πλήρη ονομασία.

## 13 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι φυτικοί ιοί είναι οντότητες υπομικροσκοπικές και ενδοκυτταρικά υποχρεωτικά παράσιτα. Η χημική σύσταση τους είναι αρκετά απλή, αφού αποτελούνται από ένα είδος πρωτεΐνης (σπάνια από περισσότερες), από νουκλεϊκά οξέα (ριβονουκλεϊκό, RNA ή δεοξυριβονουκλεϊκό, DNA) και λιπίδια (σε περιορισμένο αριθμό ιών). Οι πρωτεΐνες συγκροτούν το περίβλημα-καψίδιο που περιβάλλει το γενετικό υλικό (RNA ή DNA) και χαρακτηρίζουν συγκεκριμένες ιδιότητες (αντιγονικές και αλληλοεξαρτήσεις με τους φορείς ή ξενιστές) των ιών. Το πρωτεϊνικό καψίδιο αποτελεί το κυρίαρχο τμήμα του ισοματίου: 56-95% του βάρους. Στους φυτικούς ιούς το νουκλεϊκό οξύ είναι πάντα ενός τύπου (RNA ή DNA) και με σταθερή περιεκτικότητα που κυμαίνεται στα διάφορα είδη ιών από 0,6 έως 44%. Η πλειοψηφία των φυτικών ιών (περίπου το 95%) έχει ssRNA (απλής έλικος), αλλά υπάρχουν και ιοί με dsRNA (διπλής έλικος), ssDNA και dsDNA. Τα λιπίδια συναντώνται σε λιγιστούς φυτικούς ιούς (π.χ. ο ιός του κηλιδωτού μαρασμού της ντομάτας) που διαθέτουν ένα λιπρωτεϊνικό φάκελο και ανήκουν στις οικογένειες Rhabdoviridae και Bunyaviridae. Οι ιοί των φυτών έχουν

διάφορες μορφές και διαστάσεις . Τα ισωμάτια (virion) έχουν για τους περισσότερους ιούς ως συνώνυμο τη λέξη νουκλεοκαψίδιο (γένωμα+καψίδιο). Σε λίγες περιπτώσεις ο όρος ισωμάτιο περιλαμβάνει το νουκλεοκαψίδιο και ένα πρόσθετο λιποπρωτεϊνικό φάκελο. Το καψίδιο των ιών αποτελείται από έναν αριθμό όμοιων πρωτεϊνικών μορίων (καψομερή) και συγκροτείται κατά τρόπον, ώστε να δημιουργηθεί μια κανονική και συμμετρική δομή, η οποία διαμορφώνεται είτε στην εικοσαεδρική (σφαιρικοί ιοί) είτε στην ελικοειδή (επιμήκεις ιοί) συμμετρία. Οι σφαιρικοί φυτικοί ιοί έχουν διάμετρο από 17 έως 85 nm. Οι επιμήκεις ιοί διακρίνονται σε ραβδόμορφους (100-300 x 13-23 nm) και νηματοειδείς (470-2000 x 10-13 nm). Εκτός των δύο κυρίαρχων αυτών συμμετρικών δομών υπάρχει και μια τρίτη που χαρακτηρίζεται από σύνθετη συμμετρία και περιλαμβάνει ιούς με ισωμάτια βακιλλόμορφα (36-150 x 45-95 nm), δίδυμα (geminate) (18 x 30 nm), παρασφαιρικά με φάκελο (85-100 nm) κ.ά.

## ΠΑΘΟΓΕΝΕΣΗ

Η πορεία μιας ιολογικής ασθένειας διακρίνεται σε τρεις διαδοχικές φάσεις: μόλυνση του κυττάρου (διείσδυση), "πολλαπλασιασμός" του ιού εντός του κυττάρου και διάδοση από το μολυσμένο σε άλλα κύτταρα.

Η είσοδος του ιού στο κύτταρο είναι πάντοτε μια παθητική διαδικασία και για την πραγμάτωση της απαιτείται η παρουσία μικρορωγμών στο κυτταρικό τοίχωμα. Τα μικροτραύματα επιτρέπουν στα ισωμάτια να έλθουν σε επαφή με το κυττόπλασμα, αλλά δε θα πρέπει να έχουν συνέπειες στη βιωσιμότητα του κυττάρου, θεωρητικά ένα ισωμάτιο θα ήταν αρκετό για την έναρξη της μόλυνσης, που μπορεί να παραμείνει περιορισμένη στις γύρω περιοχές του σημείου διείσδυσης (τοπική μόλυνση) ή να διαδοθεί σ' ολόκληρο το φυτό (διασυστηματική μόλυνση).

Το ισωμάτιο από τη στιγμή που έρχεται σε επαφή με το κυττόπλασμα αποσυναρμολογείται: το νουκλεϊκό οξύ απελευθερώνεται από το πρωτεϊνικό καψίδιο. Ο "πολλαπλασιασμός" του ιού, δηλαδή η αριθμητική αύξηση της συγκέντρωσης των νουκλεοπρωτεϊνών του ιού στο κύτταρο, πραγματοποιείται διαμέσου μιας διαδικασίας που δε διαφέρει από εκείνες οι οποίες χρησιμοποιούνται στις φυσιολογικές λειτουργίες βιοσύνθεσης των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών στα φυτικά κύτταρα. Το νουκλεϊκό οξύ του ιού

αναδιπλασιάζεται με τη βοήθεια ενζύμων πολυμεράση και σχηματισμό ενδιάμεσων μορφών αναδιπλασιασμού νουκλεϊκού οξέος, ενώ ταυτόχρονα ρυθμίζει και τη σύνθεση της καψιδιακής πρωτεΐνης, αξιοποιώντας τα αμινοξέα του πρωτοπλάσματος και τα οργανίδια σύνθεσης πρωτεϊνών του κυττάρου (ριβοσωμάτια). θεωρητικά η διαδικασία αναδιπλασιασμού των ισοσωματίων θα μπορούσε να συνεχιστεί επ' άπειρον στο ίδιο κύτταρο ξενιστή.

Μετά τον πολλαπλασιασμό ακολουθεί η διάδοση του ιού διαμέσου των πλασμοδεσμών σε άλλα γειτονικά κύτταρα, γύρω από το αρχικά μολυσμένο, όπου θα συνεχιστεί η ίδια διαδικασία αναδιπλασιασμού. Εάν τα γειτονικά κύτταρα εξαιτίας της αντίδρασης υπερευαισθησίας (μια μορφή ανθεκτικότητας των φυτών), νεκρωθούν, τότε η διάδοση περιορίζεται τοπικά. Σε αντίθετη περίπτωση, ο ιός μετακινείται και συνεχίζει να αναδιπλασιάζεται στους φυτικούς ιστούς του ξενιστή. Το φαινόμενο αυτό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που ρυθμίζουν τη ζωή του φυτού (θερμοκρασία, υγρασία, λιπάνσεις, φωτοπερίοδος) και η ταχύτητα διάδοσης είναι περίπου 8-10 cm/λεπτό. Βέβαια η παρουσία του ιού στο φυτό δεν είναι ομοιόμορφη και εξαρτάται από τη δυνατότητα διάδοσης των ισοσωματίων στους διάφορους φυτικούς ιστούς.

## **15 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ**

Η μόλυνση του ιού στο φυτό μπορεί να προκαλέσει εμφανείς αντιδράσεις που χαρακτηρίζονται από ειδικά συμπτώματα, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις όπου ο ιός είναι παρών στα κύτταρα, αλλά ο ξενιστής δεν εκδηλώνει εμφανή συμπτώματα (λανθάνουσα μόλυνση).

Δεδομένου ότι ο ιός ως παθογόνο είναι στον αγρό αόρατος, η παρουσία του μπορεί να εξακριβωθεί μόνο από την επίπτωση της (συμπτώματα) στον ξενιστή. Βέβαια η διάγνωση μιας ιολογικής ασθένειας στον αγρό με βάση τα συμπτώματα είναι επισφαλής και αποτελεί κυρίως ένα οδηγό για τις περαιτέρω εργαστηριακές εξετάσεις. Αυτό γίνεται κατανοητό, εάν λάβουμε υπόψη ότι παρόμοια συμπτώματα προκαλούνται από διαφορετικούς ιούς, από άλλα παθογόνα και συχνά από αβιοτικούς παράγοντες (τροφοπενίες, τοξικότητα ζιζανιοκτόνων ή άλλων χημικών), ότι ο ίδιος ιός προκαλεί διαφορετικά συμπτώματα στον ίδιο ξενιστή (εξαιτίας της επίδρασης του περιβάλλοντος και του γενότυπου του ξενιστή) και ότι η απουσία συμπτωμάτων δεν εγγυάται και την απουσία του ιού

(λανθάνουσα ή υποκρυπτόμενη -masked- μόλυνση). Σε γενικές γραμμές τα εξωτερικά συμπτώματα που προκαλούν οι ιώσεις διακρίνονται σε τοπικά και διασυστηματικά. Τα τοπικά συμπτώματα εμφανίζονται στην περιοχή των ιστών όπου άρχισε η μόλυνση και μπορεί να είναι χλωρωτικές ή νεκρωτικές κηλίδες ή δακτύλιοι. Περισσότερο συχνά είναι τα διασυστηματικά συμπτώματα που εμφανίζονται ευκρινώς στα νέα φύλλα, βλαστούς, άνθη και καρπούς. Αυτά είναι το αποτέλεσμα της διάδοσης και πολλαπλασιασμού του ιού στα συγκεκριμένα όργανα του φυτού. Συνήθως διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Ανωμαλίες στην ανάπτυξη του φυτού [νανισμός, μαρασμός, ολική νέκρωση, όψη θάμνου (rosetting) και σκούπα της μάγισσας].
- Ανωμαλίες στο χρώμα (αποχρωματισμοί: χλώρωση, κιτρίνισμα, λεύκανση, κοκκίνισμα, καστανώμα).
- Ανωμαλίες στο σχήμα (παραμορφώσεις, νημάτωση, επιναστία, σμί-κρυνση, διόγκωση, λοφιομορφες ομοιοπλασίες, ογκίδια).

Η γνώση του τρόπου με τον οποίο διαιώνονται οι ιοί στη φύση και μεταδίδονται από ένα φυτό σε άλλο έχει ουσιαστική σημασία για την αντιμετώπιση τους. Με δεδομένη την αδυναμία αυτόνομης κίνησης και διεύθυνσης στα κύτταρα του ξενιστή διαφαίνεται ότι η μετάδοση στηρίζεται κυρίως σε άλλους οργανισμούς (φορείς), οι οποίοι στη διάρκεια της τροφικής δραστηριότητάς τους σε βάρος των φυτών μπορούν να προσλαμβάνουν τα ισωμάτια από μολυσμένα φυτά, να τα μεταφέρουν και να τα μεταδώσουν σε υγιή. Αντίθετα η διαίونيση των ιών που δε διαθέτουν αποτελεσματικούς φυσικούς φορείς εξασφαλίζεται από τα όργανα αγενούς και εγγενούς πολλαπλασιασμού. Γενικά διακρίνονται δύο τρόποι μετάδοσης: η άμεση (με τμήματα ιστών του φυτού) και η έμμεση (με φορείς).

Στην άμεση μετάδοση εμπλέκονται όλα τα όργανα πολλαπλασιασμού των φυτών: σπόρος, γύρη (εγγενής πολλαπλασιασμός), μοσχεύματα, εμβόλια, κόνδυλοι, βολβοί, ριζώματα, λοβοί, παραφυάδες, στόλωνες κ.ά. (αγενής πολλαπλασιασμός). Περισσότεροι από 60 ιοί είναι σπορομεταδιδόμενοι και μερικοί μάλιστα σε σημαντικά ποσοστά (π.χ. μέχρι και 66% ο ιός του μωσαϊκού της σόγιας –soybean mosaic potyvirus).

Η έμμεση μετάδοση των φυτικών ιών στηρίζεται σε φυσικούς φορείς. Περίπου 190 είδη αφίδων (Homoptera, Aphididae) ευθύνονται για τη μετάδοση 160 διαφορετικών ιών, ενώ περίπου 52 είδη εντόμων (Homoptera, Auchenorrhyncha)



μεταδίδουν 45 ιούς. Επιπλέον 3 γένη κοκκοειδών (*Coccidae* & *Pseudococcidae*), 4 γένη κολεοπτέρων (*Phyllotreta*, *Phaedon*, *Acalymma*, *Diabrotica*), 3 γένη θριπών (*Thripidae*) και 2 γένη αλευρωδών (*Aleurodidae*) μεταδίδουν τουλάχιστον 4, 6, 1 και 17 ιούς, αντίστοιχα. Εκτός των εντόμων, 3 γένη ακάρεων (*Aceria*, *Brevipalpus*, *Eriophyes*), 3 γένη νηματωδών Longidoridae (*Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodoros*) και τέλος 3 γένη μυκήτων (*Olpidium*, *Polymyxa*, *Spongospora*) ευθύνονται για τη μετάδοση τουλάχιστον 7, 12 και 7 ιών αντίστοιχα.

Η μετάδοση των ιών με φορείς διακρίνεται σε έμμοιο, ημι-έμμοιο και μη-έμμοιο τρόπο ανάλογα με τη διάρκεια διατήρησης της μολυσματικής ικανότητας-μεταδοτικότητας του εντόμου. Οι φυσικοί φορείς με τη μεγαλύτερη σημασία ανήκουν στα έντομα και ιδιαίτερα σ' εκείνα που έχουν στοματικά μόρια νύσσοντος-μυζητικού τύπου. Ο πιο επικίνδυνος τρόπος μετάδοσης είναι ο μη-έμμοιος, καθόσον ο ιός προσλαμβάνεται στο ακραίο τμήμα των στοματικών μορίων (στιλέτο) και μολονότι ο χρόνος πρόσληψης και μετάδοσης είναι πολύ μικρός (λίγα δευτερόλεπτα μέχρι λίγα λεπτά), ο φορέας (στην περίπτωση αυτή οι αφίδες) επισκέπτεται ένα μεγάλο αριθμό ξενιστών με αποτέλεσμα να διασπείρεται αποτελεσματικά ο ιός.

Ο ημι-έμμοιος τρόπος μετάδοσης χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι τα ισσωμάτια προσροφόνται επιλεκτικά στην επιφάνεια του πρόσθιου εντέρου του φορέα, ενώ για την πρόσληψη και μετάδοση απαιτούνται αρκετά λεπτά μέχρι και λίγες ώρες. Τέλος, στον έμμοιο τρόπο μετάδοσης ο ιός μεταφέρεται στην αιμόλεμφο, στο πεπτικό σύστημα και στους σιελογόνους αδένες. Για την πρόσληψη και μετάδοση απαιτούνται ώρες, ενώ είναι απαραίτητη και μια λανθάνουσα περίοδος μερικών ημερών. Τα έντομα διατηρούν την ιοφόρο ικανότητα μέχρι το τέλος του βιολογικού τους κύκλου.

## **1.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ**

Η παρουσία των ιών στα καλλιεργούμενα φυτικά είδη προκαλεί πληθώρα παρενεργειών που αντικατοπτρίζονται στην εμφάνιση μειωμένης οικονομικότητας της καλλιέργειας. Αναλυτικότερα οι κύριες επιπτώσεις των ιών στα φυτά είναι (Αυγελής, 1994):

- Μειωμένη ανάπτυξη και σφρίγος (αποτυχία της καλλιέργειας, μειωμένη παραγωγή, ταχύτερη πτώση της παραγωγικότητας, μεγαλύτερη προδιάθεση στις

προσβολές άλλων παθογόνων και μειωμένη αντίσταση στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος).

- Χαμηλή ποιότητα της παραγωγής (ανωμαλίες στο σχήμα και στο χρώμα των καρπών, μειωμένες διαστάσεις, αλλοιώσεις των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, μερική ή ολική αδυναμία χρησιμοποίησης ως πολλαπλασιαστικό υλικό).

- Δαπάνες για την πρόληψη των προσβολών (προληπτικές εφαρμογές, καταπολέμηση φορέων, αγορά πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού, δαπάνες για την έκδοση πιστοποιητικών φυτοϋγείας για εξαγωγή).

## 1.7. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΙΩΝ

Ο έλεγχος των ιώσεων, με δεδομένη την αδυναμία μέσω θεραπείας ικανών να εξαλείψουν μια ιολογική προσβολή σε εξέλιξη, περιορίζεται στην εφαρμογή μέτρων πρόληψης της μόλυνσης. Το πρώτο μέτρο σε επίπεδο χώρας είναι η εφαρμογή του εθνικού κανονισμού φυτοϋγείας (προκειμένου να αποφευχθεί η είσοδος και διάδοση ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων των ιώσεων, στις καλλιέργειες. Το δεύτερο μέτρο στοχεύει στην παραγωγή και διάθεση πολλαπλασιαστικού υλικού ελεύθερου ιών (virus-free). Πράγματι, εξαιτίας της κάθετης μετάδοσης των φυτικών ιών το άμεσο επακόλουθο είναι οι μολυσμένοι απόγονοι. Επειδή, όπως προαναφέρθηκε, δεν υφίσταται η δυνατότητα θεραπευτικών επεμβάσεων στα μολυσμένα με ιούς φυτά στον αγρό, η εξάλειψη των ιών από τα μητρικά φυτά υλοποιείται με τις μεθοδολογίες της δημιουργίας υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, στις οποίες περιλαμβάνεται η θερμοθεραπεία, η χημειοθεραπεία, ο μικροεμβολιασμός *in vitro* και η ιστοκαλλιέργεια *in vitro* μεριστωματικών κορυφών (Αυγελής και Γραμματικάκη, 1994).

Το τρίτο προληπτικό μέτρο προκύπτει από το γεγονός ότι με τη χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού δεν αντιμετωπίζονται οι ιοί που στη φύση διαθέτουν αποτελεσματικούς φορείς. Στις περιπτώσεις αυτές ο έλεγχος κατευθύνεται προς τους φορείς. Ιοί που μεταδίδονται με έντομα με έμμονο τρόπο αντιμετωπίζονται συχνά σε ικανοποιητικό βαθμό με εφαρμογές εντομοκτόνων. Αντίθετα, δεν είναι δυνατή η αναστολή της μετάδοσης των μη-έμμονων ιών με εφαρμογή εντομοκτόνων, εξαιτίας της πρόσληψης και μετάδοσης των ιών αυτών μετά από βραχύχρονη τροφική δραστηριότητα. Η χρήση ελαίων

βελτιώνει μερικώς την κατάσταση (μειονέκτημα: η φυτοτοξικότητα) αλλά απαιτεί συνεχείς εφαρμογές που αυξάνουν το κόστος, ενώ η προστασία των φυτών με απωθητικά μέσα (ανταναικλόντα πλαστικά κάλυψης εδάφους και εντομοστεγή δίχτυα), μολονότι παρουσιάζει πρακτικό ενδιαφέρον (Raccah, 1986), η εφαρμογή τους περιορίζεται σε λίγες καλλιέργειες υψηλής προσόδου (όπως π.χ. καλλιέργειες προ-βασικού πολλαπλασιαστικού υλικού πατάτας). Όσον αφορά την αντιμετώπιση των φορέων που διαβιώνουν στο έδαφος (μύκητες, νηματώδεις) παρουσιάζονται επίσης ανυπέρβλητες δυσκολίες, επειδή η εξόντωση τους εξαρτάται από το βάθος διείσδυσης του σκευάσματος (νηματωδοκτόνου, μυκητοκτόνου, ατμός), το οποίο πολύ συχνά είναι μικρότερο από εκείνο της ζώνης διαιώνισης του φορέα. Ακόμη πρέπει να σημειωθεί ο άμεσος κίνδυνος επιμόλυνσης του εδάφους από ιοφόρους νηματώδεις ή μύκητες γειτονικών καλλιεργειών, καθώς και το υψηλό κόστος.

Το τέταρτο μέτρο στοχεύει στην εξάλειψη των φυσικών πηγών μόλυνσης, οι οποίες στην περίπτωση των φυτών μεγάλης καλλιέργειας ταυτίζονται με την παρουσία αυτοφυών ειδών. Πολυάριθμα κοινά ζιζάνια ξενίζουν σημαντικό αριθμό ιών, ενώ παράλληλα φιλοξενούν και τους φυσικούς φορείς (Duffus, 1971 Thresh, 1981). Επομένως η ζιζανιοκτονία με καλλιεργητικά ή χημικά μέσα, παίζει ουσιαστικό ρόλο στη μείωση της επίπτωσης των ιολογικών προσβολών.

Ως το πλέον αποτελεσματικό μέτρο για την ιδανική αντιμετώπιση των ιώσεων θεωρείται η αξιοποίηση των διάφορων μορφών ανθεκτικότητας, μια ιδιότητα που εκφράζεται από την ικανότητα του φυτού να προλαμβάνει ή να παρεμποδίζει τον αναδιπλασιασμό και διάδοση του ιού. Σε αρκετά καλλιεργούμενα φυτά που πολλαπλασιάζονται με σπόρο έχουν δημιουργηθεί ανθεκτικές έναντι ιών ποικιλίες και υβρίδια, χρησιμοποιώντας τις κλασικές διαδικασίες βελτίωσης (επιλογή και διασταύρωση) (Russel, 1978). Μια νέα μεθοδολογία, η γενετική μηχανική ή του ανασυνδυασμένου DNA, η οποία εμφανίστηκε την τελευταία δεκαετία υπόσχεται για το κοντινό μέλλον θεαματικές λύσεις στο πρόβλημα της αντιμετώπισης των ιών (Hull, 1994). Ήδη τα πρώτα γενετικά τροποποιημένα φυτά, στο γένωμα των οποίων ενσωματώθηκαν ξένα γονίδια (π.χ. το γονίδιο της καψιδιακής πρωτεΐνης του ιού) που εκφράζουν μη-συμβατική ανθεκτικότητα, αξιολογούνται σε πειράματα αγρού.

## CMV ΚΑΙ WMV-2

### 2.1.1 ΙΟΣ ΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ ΤΗΣ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ (Cucumber mosaic virus, CMV)

Η προκαλούμενη ασθένεια είναι γνωστή και ως νημάτωση. Είναι διαδεδομένη σ' ολόκληρο το κόσμο. Έχει ευρύτατο κύκλο ξενιστών. Προσβάλλει περισσότερα από 1000 είδη φυτών (καλλιεργούμενων και αυτοφυών), που ανήκουν σε 86 οικογένειες. Οι κυριότεροι ξενιστές μεταξύ των καλλιεργούμενων φυτών είναι: τομάτα, πιπεριά, πατάτα, μελιτζάνα, κολοκυνθοειδή, σταυρανθή, σπανάκι, καρότο, φασόλια, διάφορα καλλωπιστικά. Επίσης προσβάλλει πολλά ζιζάνια. Προκαλεί πολύ σοβαρές ζημιές σε καλλιέργειες υπαίθρου και θερμοκηπίου. Οι ζημιές αφορούν τη μείωση της ποσότητας και την υποβάθμιση της ποιότητας των παραγομένων προϊόντων, συχνά δε και στη καταστροφή της καλλιέργειας. Οι καλλιέργειες της τομάτας υφίστανται σοβαρές ζημιές από τον ιό αυτό, ιδιαίτερα οι υπαίθριες.

### 2.1.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

#### Συμπτώματα στα κολοκυνθοειδή

Ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς και οι ασθένειες που προκαλεί στα κολοκυνθοειδή μελετήθηκαν λεπτομερώς από τους Κυριακοπούλου και Μπεμ (1982). Τα μωσαϊκά της πεπονιάς που προκαλούν σοβαρές ασθένειες σε υπαίθριες καλλιέργειες πεπονιάς στην Κρήτη μελετήθηκαν από τον Αυγελή (1982) και διαπιστώθηκε ότι οφείλονται σε δύο στελέχη του CMV (κοινό μωσαϊκό και χλωρωτική κηλίδωση). Τα συμπτώματα ποικίλλουν ανάλογα με το προσβαλλόμενο είδος και την ποικιλία των κολοκυνθοειδών, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τη φυλή του ιού. Στα φύλλα και τους καρπούς παρατηρείται μωσαϊκό ή ποικιλοχλώρωση και παραμορφώσεις. Οι πρώιμες μολύνσεις (όταν τα φυτά είναι πολύ νεαρά), επιφέρουν έντονη καθήλωση της ανάπτυξης-νανισμό των φυτών ή ακόμα και την αποξήρανσή τους. Στα αναπτυγμένα φυτά εμφανίζονται τα τυπικά συμπτώματα μωσαϊκού. Στις ευπαθείς ποικιλίες της αγγουριάς παρατηρείται μωσαϊκό ή ποικιλοχλώρωση στα φύλλα, και μωσαϊκό και ρηχές βαθύνσεις (βοθρία) ή άλλες παραμορφώσεις στους καρπούς. Η κολοκυθιά αποτελεί το ευπαθέστερο από όλα τα

είδη των καλλιεργούμενων κολοκυνθοειδών στην προσβολή από τον ιό. Όλες ανεξαιρέτως οι κοινές ποικιλίες είναι ευπαθείς και εμφανίζουν χλωρωτικές κηλίδες, χλώρωση των νευρώσεων, γήρανση ή και νέκρωση των φύλλων και βοθρίωση, ακανόνιστες αυλακώσεις βαθύτερου πράσινου χρώματος και σμίκρυνση των καρπών.

#### Συμπτώματα στην τομάτα

Υπάρχουν διάφορες μορφές της ασθένειας. Η πλέον συνήθης είναι η προκαλούμενη από τις κοινές φυλές του ιού.

Τα συμπτώματα είναι μωσαϊκό και έντονη παραμόρφωση, ιδίως στένωση των φύλλων και βλαστών με αποτέλεσμα να σχηματίζονται νήματα ή κορδόνια. Επίσης, παρατηρείται σχηματισμός "φύλλων φτέρης" (αγγλικός όρος, fern leaf). Πολλά άνθη επίσης παραμένουν στείρα. Ένα από τα πρώτα συμπτώματα που εκδηλώνονται στα φυτά είναι χλώρωση των παλαιότερων φύλλων, η οποία αναπτύσσεται ιδιαίτερα κατά μήκος των νευρώσεων. Αυτά είναι τα πλέον συνήθη συμπτώματα της ασθένειας στην τομάτα.



Στη χώρα μας τα τελευταία έτη έχει δημιουργηθεί σοβαρό πρόβλημα με ευρύτερες επιδημικές διαστάσεις (Πελοπόννησος, Στερεά Ελλάδα, Θεσσαλία, Μακεδονία), κυρίως στη βιομηχανική τομάτα, από μια νέα μορφή της ασθένειας στην οποία δόθηκε το όνομα συρρίκνωση της τομάτας (tomato shrinkage). Στα προσβεβλημένα φυτά τα φύλλα χάνουν το λαμπερό πράσινο χρώμα, καρουλιάζουν προς τα άνω και οι νευρικές τους απολήξεις αποκτούν ιώδη μεταχρωματισμό. Προς τη βάση τους τα φύλλα μπορούν να κιτρινίσουν και να νεκρωθούν στη βάση των κεντρικών νεύρων. Οι μίσχοι και βλαστοί συστρέφονται με αποτέλεσμα το "μάζεμα"



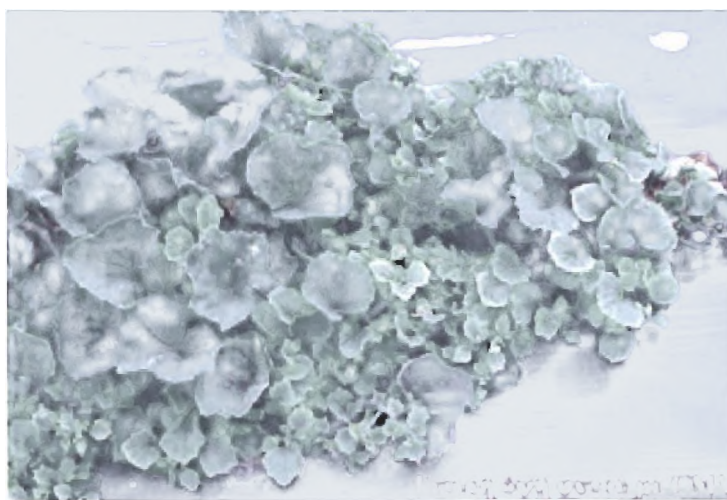
(συρρίκνωση) του φυτού. Τα φυτά παρουσιάζουν όχι μόνο ανάσχεση της αναπτύξεως αλλά και σμίκρυνση του όγκου τους λόγω της συστροφής του μίσχου και των βλαστών. Τα φυτά αποκτούν συμπαγή μορφή εκδηλώνοντας έντονο νανισμό. Οι καρποί είναι δυνατόν να εμφανίζουν συμπτώματα παρόμοια με τον εσωτερικό καστανό μεταχρωματισμό, που συχνά προκαλεί η προσβολή φυτών τομάτας από τον ιό του μωσαϊκού της ντομάτας.

Μια άλλη, νέα σοβαρή ασθένεια των καρπών της τομάτας που σχετίζεται με το μωσαϊκό της αγγουριάς είναι η σκλήρυνση των καρπών (tomato fruit toughness) που διαπιστώθηκε πρόσφατα σε επιτραπέζια τομάτα στη χώρα μας (Σκάλα Λακωνίας) (Κυριακοπούλου, Μπεμ & Βαρβέρη, 1991). Οι καρποί είναι αφυδατωμένοι, σκληροί κατά θέσεις και εμπορικά άχρηστοι. Σε μεγάλο μέρος της επιφανείας τους δεν αποκτούν το ερυθρό χρώμα των ωρίμων καρπών αλλά παραμένουν ωχροπράσινοι, ωχροί ή κίτρινοι ή φέρουν καφέ μεταχρωματισμό στο βάθος των αλλοιωμένων περιοχών. Στη περίπτωση αυτή μαζί με τον CMV βρέθηκε σε υψηλή συχνότητα και ο ιός Υ της πατάτας (PVY), αλλά σε μεταγενέστερα πειράματα (Κυριακοπούλου, 1992) βρέθηκε ότι τα συμπτώματα αυτά μπορεί να προκληθούν και μόνο από την παρουσία του μωσαϊκού της αγγουριάς στα προσβεβλημένα φυτά.



Επίσης, κατά τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μία θανατηφόρος μορφή της ασθένειας η οποία οφείλεται στην παρουσία του δορυφορικού, CARNA-5 μέσα στον CMV (Μπεμ, 1989, 1990). Η ασθένεια αυτή ονομάζεται νέκρωση της τομάτας (tomato necrosis). Διαπιστώθηκε πολύ πρόσφατα σε πολλές περιοχές της

Πελοποννήσου και χαρακτηρίζεται από το σχηματισμό νεκρωτικών περιοχών στα φύλλα, τους μίσχους και βλαστούς. Η θανατηφόρα αυτή ασθένεια παρουσιάστηκε για πρώτη φορά σε υπαίθριες καλλιέργειες το καλοκαίρι του 1987 στην Αργολίδα. Επίσης, εμφανίστηκε σε διάφορες περιοχές του Άργους και του Ναυπλίου κατά τα έτη 1988 και 1989 και προκάλεσε ολοκληρωτική καταστροφή των καλλιεργειών τομάτας. Φαίνεται ότι αποτελεί μια μελλοντική απειλή για την καλλιέργεια τομάτας στη χώρα μας. Τα φυτά εμφανίζουν αναστολή της αναπτύξεως, τραχύτητα των φύλλων, ελαφρό κατσάρωμα και επιναστία. Στο έλασμα των φύλλων σχηματίζονται ασαφείς χλωρωτικές κηλίδες που γρήγορα αποκτούν σκούρο χρώμα, γίνονται νεκρωτικές και συνεχόμενες καταλήγουν στην ξήρανση ολόκληρου του φύλλου. Επίσης παρατηρούνται νεκρώσεις στο στέλεχος και στους μίσχους και νέκρωση του στελέχους, η οποία εξελίσσεται από την κορυφή προς τη βάση των φυτών. Τα προσβεβλημένα φυτά τομάτας νεκρώνονται μέσα σε 1-2 εβδομάδες. Οι καρποί στην επιφάνειά τους εμφανίζουν λευκές ή μπεζ ή καστανές βυθισμένες νεκρώσεις με μορφή κηλίδων, δακτυλίων ή μεγαλύτερων περιοχών. Τα συμπτώματα αυτά δίνουν την εντύπωση τοξικότητας από καυστικές ουσίες. Τέλος, στους καρπούς παρατηρούνται παραμορφώσεις και εσωτερική αλλοίωση. Επειδή τα συμπτώματα προσβολής μοιάζουν με τα προκαλούμενα από άλλα αίτια (π.χ αδρομυκώσεις, αδροβακτηριώσεις, τοξικότητα φυτοφαρμάκων ή λιπασμάτων), η διάγνωση της ασθένειας πρέπει να γίνεται στο εργαστήριο.

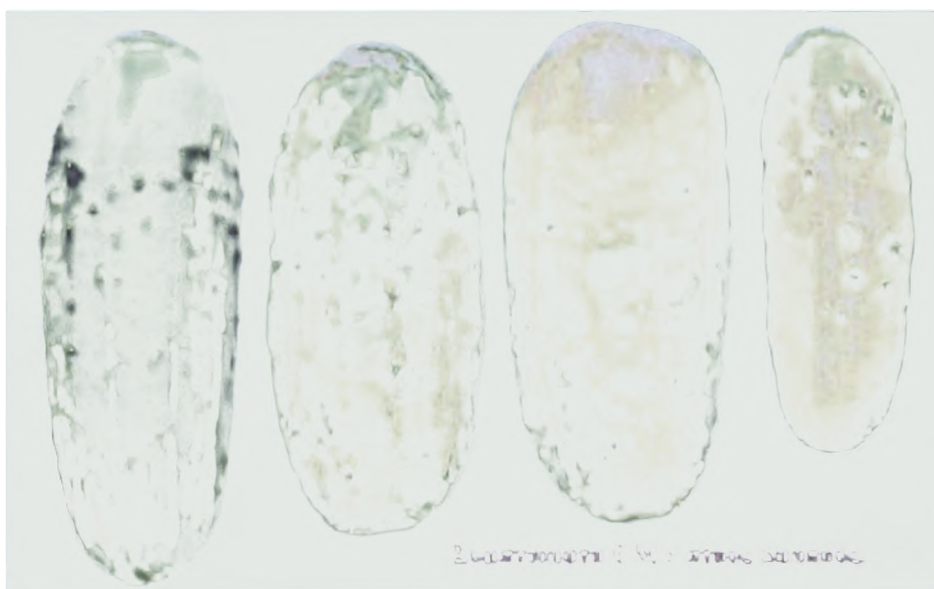


Σύμφωνα με τελευταίες παρατηρήσεις στην Ελλάδα, ο ιός CMV φαίνεται να συμμετέχει σε συμπτωματολογία καρπών τομάτας όμοια με εκείνη του εσωτερικού καστανού μεταχρωματισμού (Κατής & Αυγελής, 1991). Ο CMV προσβάλλει τη μελιτζάνα σε καλλιέργειες υπό κάλυψη στη Κρήτη, αλλά έχει σημειωθεί σε λίγες περιπτώσεις και σε άλλα διαμερίσματα της χώρας. Προκαλεί κίτρινο μωσαϊκό ή

μωσαϊκό, μείωση της αναπτύξεως των φυτών και μείωση της παραγωγής. Οι καρποί των προσβεβλημένων φυτών είναι μικρότεροι, μερικές φορές παραμορφωμένοι και φέρουν μεταχρωματισμούς (έχουν την όψη ραβδώσεων κιτρινόλευκου χρωματισμού). Ο ιός της μελιτζάνας θεωρείται ως φυλή του ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς (Αυγελής, 1981).

#### Συμπτώματα στο μαρούλι

Τα ασθενή φυτά εμφανίζουν μωσαϊκό, μικρή ανάπτυξη και συχνά αποτυγχάνουν να σχηματίσουν κεφαλές. Άλλα συμπτώματα που παρουσιάζονται είναι έντονος νανισμός, έντονη παραμόρφωση των φύλλων, στένωση-νημάτωση των φύλλων (εικόνα παραπλήσια με φυτοτοξικότητα που προκαλούν φυτοορμονικά ζιζανιοκτόνα).



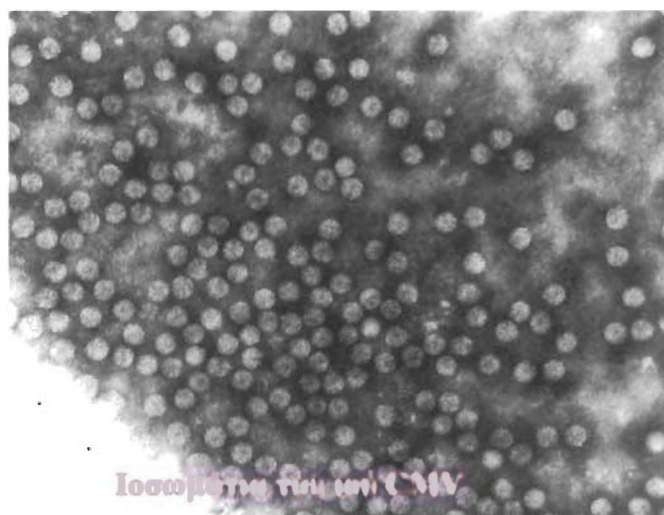
### **2.1.3. ΑΙΤΙΟ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΕΩΣ**

Η ασθένεια οφείλεται στον ιό του μωσαϊκού της αγγουριάς (Cucumber mosaic virus, CMV). Ο ιός έχει σωματίδια ισομετρικά (εικοσαεδρικά, σφαιρικός ιός), διαμέτρου 28-30 nm με διηρημένο γονιδίωμα, αποτελούμενο από τέσσερα μονονηματικά είδη RNA. Αυτά είναι το RNA-1 (1,27x10<sup>6</sup>d), το RNA-2 (1,13x10<sup>6</sup>d), RNA-3 (0,82x10<sup>6</sup>d) και το RNA-4 (0,35x10<sup>6</sup> d) (Francki et al, 1979). Τα τρία πρώτα είναι απαραίτητα για τη μολυσματικότητα του ιού και το τέταρτο περιέχει το γόνο του πρωτεϊνικού περιβλήματος. Τα RNA-1 και RNA-2 βρίσκονται σε χωριστά σωματίδια του ιού ενώ τα RNA-3 και RNA-4 βρίσκονται μαζί στο ίδιο σωματίδιο. Σε μερικές περιπτώσεις ο ιός περιέχει και ένα πέμπτο RNA το οποίο ονομάζεται δορυφορικό RNA του CMV (CMV satellite RNA) ή CMV RNA-5 ή CARNA-5, μοριακού βάρους περίπου 1x10<sup>5</sup>. Το CARNA-5 επηρεάζει την παθογένεια του ιού στην τομάτα



προς το οξύτερο ή ηπιότερο και συχνά τον καθιστά θανατηφόρο. Ο ιός ανήκει στην ομάδα Cucumovirus της οποίας αποτελεί το τυπικό είδος. Το όριο της θερμικής αδρανοποίησης του ιού είναι 70 °C σε 10' λεπτά, και το όριο αντοχής του στην αραίωση εντός φυτικού χυμού είναι 10<sup>-5</sup>. Ο ιός έχει μεγάλη ευχέρεια γενετικών αλλαγών λόγω του διηρημένου γονιδιώματος που διαθέτει. Υπάρχουν πολλές φυλές του ιού.

Το εύρος των ξενιστών του ιού είναι πολύ μεγάλο και περιλαμβάνει περισσότερα από 1000 τα οποία ανήκουν σε περισσότερες από 86 βοτανικές οικογένειες, όπως προαναφέρθηκε. Πηγές του ιού αποτελούν μολυσμένα φυτά διαφόρων καλλιεργούμενων φυτικών ειδών (αγγουριά, κολοκυθιά, πιπεριά, τομάτα) και κοινών ζιζανίων, όπως τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*), καψέλλα (*Capsella-bursa pastoris*), λουβουδιά (*Chenopodium album*), τάτουλας (*Datura stramonium*), μαρτιάκος (*Senecio vulgaris*) και στελάρια (*Stellaria media*). Η διαίωσιση του ιού στηρίζεται συνήθως σε πολυετή ζιζάνια, ενώ αξιόλογες πηγές μόλυνσης αποτελούν τα καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά που προέρχονται από μολυσμένους σπόρους. Μετάδοση του ιού με σπόρο αναφέρθηκε σε περισσότερα από 20 είδη. Ο ιός μεταδίδεται με το σπόρο κολοκυθιάς (ποσοστό 7%), φασολιάς (έως 30%) και ορισμένων ζιζανίων (*Cerastium* sp., *Lamium purpureum*, *Spergula* sp., *Stellaria* sp., *Echinocystis* sp.), αλλά όχι με το σπόρο του καπνού. Ο ιός δεν επιβιώνει πολύ στα υπολείμματα των καλλιεργειών.



Ο κυριότερος τρόπος μεταδόσεως του ιού στις καλλιέργειες είναι μέσω των αφίδων-φορέων του. Μεταδίδεται με τουλάχιστον 100 είδη αφίδων με μη έμμονο τρόπο (άμεση πρόσληψη και μετάδοση σε υγιή φυτά με την πραγματοποίηση δοκιμαστικών νυγμάτων και απουσία λανθάνουσας περιόδου των εντόμων-

φορέων). Μεταδίδεται απ' όλα τα οντογενετικά στάδια των αφίδων-φορέων, αλλά στον αγρό κυρίαρχο επιδημιολογικό ρόλο διαδραματίζουν τα ενήλικα πτερωτά άτομα, ενώ ο ρυθμός εξάπλωσης του CMV συσχετίζεται άμεσα με την πληθυσμιακή διακύμανση των πτερωτών αφίδων-φορέων. Ο χρόνος βοσκήσεως προσλήψεως είναι 5-10 δευτερόλεπτα. Η μολυσματική ικανότητα του εντόμου-φορέα μειώνεται μετά περίπου 2 λεπτά και συνήθως χάνεται μετά διάστημα περίπου 2-4 ωρών, ιδιαίτερα όταν το ιοφόρο έντομο πραγματοποιεί συχνά δοκιμαστικά νύγματα, αξιολογώντας διαφορετικούς δυνητικούς ξενιστές.. Η αποτελεσματικότητα μετάδοσης του ιού από τα διάφορα είδη αφίδων διαφέρει. Τα είδη *Myzus persicae* και *Aphis gossypii*, θεωρούνται ως οι πλέον αποτελεσματικοί φορείς. Ο ιός μεταδίδεται επίσης και μηχανικά με το χυμό, καθώς και με τα χέρια, εργαλεία, ρούχα των εργαζομένων, χωρίς να θεωρείται αυτός ο τρόπος μετάδοσης σημαντικός για την επιδημιολογία του.

Η διάδοση του CMV εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη βιολογία των αφίδων-φορέων, η οποία επηρεάζεται άμεσα από τις θερμοκρασίες του χειμώνα: όταν είναι χαμηλές, επιφέρουν σημαντική μείωση των πληθυσμών των διαχειμαζόντων παρθενογενετικών ατόμων, με αποτέλεσμα την επόμενη καλλιεργητική περίοδο η συχνότητα εμφάνισης του ιού να είναι χαμηλή. Αντίθετα, ο ήπιος χειμώνας επιτρέπει τη διαχείμαση υψηλού πληθυσμού αφίδων, με επακόλουθο την πρόωμη εμφάνιση τόσο των αφίδων όσο και του ιού, καθώς και την ταχεία περαιτέρω διάδοσή τους στις καλλιέργειες των ανθοκηπευτικών, αλλά και των φυτών μεγάλης καλλιέργειας (καπνός).

Τα πρώτα μολύσματα για τις αρχικές μολύνσεις της καλλιέργειας αποτελούν κυρίως τα μολυσμένα ζιζάνια, οι μολυσμένες καλλιέργειες άλλων φυτικών ειδών και σε μικρότερο βαθμό τα υπολείμματα της καλλιέργειας. Ο ιός δεν επιβιώνει για μεγάλο διάστημα στα φυτικά υπολείμματα της καλλιέργειας.

Ο χρόνος επώσεως στην τομάτα είναι περίπου 10 ημέρες στα νεαρά φυτά. Τα πλέον τυπικά συμπτώματα (φύλλα φτέρης) εκδηλώνονται σε θερμοκρασίες 18-22 °C.

## 2.14 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Για την διάγνωση του CMV χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι:

α) Μηχανική μόλυνση φυτοδεικτών. Για τη βιολογική διάγνωσή του χρησιμοποιούνται συνήθως τα είδη:

*Cucumis sativus*, *C. melo*: εμφανίζουν μωσαϊκό

*Nicotiana tabacum*, *N. glutinosa*, *N. clevelandii*: συνήθως δεν εμφανίζουν χαρακτηριστικά τοπικά συμπτώματα σε αντίθεση με τα διασυστηματικά συμπτώματα, που είναι μωσαϊκό, δακτυλιώσεις και έντονες παραμορφώσεις.

*Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quinoa*: τοπικές χλωρωτικές ή νεκρωτικές κηλίδες, δεν προκαλεί διασυστηματική μόλυνση

*Vigna sinensis*, *Vigna unguiculata*, *Phaseolus aureus*: τοπικές καστανωπές κηλίδες 2-3 ημέρες μετά τη μόλυνση.

β) Με ορολογικές δοκιμές, όπως η ανοσοδιάχυση σε πηκτή αγαρόζης και η ανοσοενζυμική ή ανοσοχημική δοκιμή ELISA, η οποία επιτρέπει την ταχεία εξέταση μεγάλου αριθμού δειγμάτων, ενώ παρέχει τη δυνατότητα ανίχνευσης του ιού ακόμα και σε ιοφόρες αφίδες όπως αυτές του είδους *Aphis gossypii* (Gera et al., 1978). Η ELISA μπορεί να γίνει με πολυκλωνικά ή μονοκλωνικά αντισώματα (Haase et al., 1989). Η εξειδίκευση των τελευταίων επιτρέπει την ορολογική διαφοροποίηση των οροτύπων του ιού.

γ) Αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (PCR). Η PCR δίνει τη δυνατότητα ταξινόμηση των απομονώσεων του CMV σε δύο υποομάδες, ενώ η αυξημένη ευαισθησία της επιτρέπει την ανίχνευση ελάχιστων ποσοτήτων του ιού (Rizos et al., 1992).

## 2.15 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Η αντιμετώπιση του CMV, σε σύγκριση με άλλους ιούς που μεταδίδονται με αφίδες, είναι αρκετά δύσκολη. Αυτό οφείλεται: (1) Στο μεγάλο εύρος ξενιστών που έχει ως αποτέλεσμα αρκετά καλλιεργούμενα είδη και ζιζάνια να αποτελούν πηγές του ιού. (2) Στο μεγάλο αριθμό των ειδών των αφίδων που οφείλεται στο χαμηλό βαθμό εξειδίκευσης με τις αφίδες-φορείς. Οι αφίδες προσλαμβάνουν και μεταδίδουν τον ιό σε φυτικά είδη που "επισκέπτονται" και εκτελούν νύγματα δοκιμασίας κατά την αναζήτηση του κατάλληλου ξενιστή. Αυτό μειώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων. (3) Η ανθεκτικότητα ορισμένων ποικιλιών στον ιό περιορίζεται σε ελάχιστα είδη συνεπώς ελάχιστα μπορεί να προσφέρει στην αντιμετώπιση του ιού.

Από τους τρόπους διατήρησης, μετάδοσης και επέκτασης του μωσαϊκού του αγγουριού που αναφέρθηκαν παραπάνω συστήνονται τα παρακάτω μέτρα:

Χρησιμοποίηση σπόρου που είναι απαλλαγμένος από τον ιό. Αν όλα τα φυτά

μιας ποικιλίας είναι μολυσμένα με τον ιό, τότε μπορούν να εξυγιανθούν, με την μέθοδο της θερμοθεραπείας. Αυτή η μέθοδος εφαρμόστηκε με επιτυχία στο (αγγούρι, στο *Datura stramonium* και την βεγόνια. Τα μολυσμένα φυτά διατηρήθηκαν στους 36 °C για 21-32 ημέρες. Στην περίπτωση όμως της βεγόνιας, για την απελευθέρωση από τον ιό χρειάστηκαν 2 μήνες θερμοθεραπείας στους 38 °C. Πάντως, στους περισσότερους πληθυσμούς μιας ποικιλίας, υπάρχουν συνήθως άτομα ελεύθερα από τον ιό, τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Με αυτό τον τρόπο έγινε επιλογή πολλών ποικιλιών χρυσάνθεμου και άλλων καλλωπιστικών φυτών.

Με την προϋπόθεση πως ο σπόρος που χρησιμοποιήθηκε είναι υγιής, πρέπει να λαμβάνονται ορισμένα πρόσθετα μέτρα για την αποφυγή "εισβολής" του ιού από γειτονικούς αγρούς. Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο ιός προσβάλλει πολλά ζιζάνια και μεταδίδεται από πολλά είδη αφίδων. Επεμβάσεις που θα έχουν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των ζιζανίων και τον περιορισμό των αφίδων θα συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση της ζημιάς από τον ιό.

Πρόσφατα, ερευνητικές εργασίες έδειξαν ότι καταστροφή των ζιζανίων σε απόσταση 69 μέτρων από καλλιέργεια αγγουριού και σέλινου είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της προσβολής από τον ιό. Η αποτελεσματικότητα όμως αυτού του μέτρου αμφισβητήθηκε από άλλους ερευνητές.

Το μωσαϊκό της αγγουριάς, αλλά και πολλοί άλλοι μη έμμονοι ιοί εξαπλώνονται γρηγορότερα σε μικρά αγροτεμάχια (αστικοί λαχανόκηποι) γιατί περιβάλλονται από πολλά (σε σχέση με το μέγεθος τους) ζιζάνια-ξενιστές του ιού. Έτσι, στην Φλόριδα της Αμερικής, μειώθηκε σημαντικά η προσβολή από το μωσαϊκό του αγγουριού, όταν αυξήθηκε το μέγεθος των αγροτεμαχίων (Adlerz, 1981).

Η συστηματική καταπολέμηση των αφίδων, αν και δεν καταστέλλει την εξέλιξη του ιού, είναι επιβεβλημένη.

Επίσης, εδαφοκάλυψη με διάφορα υλικά όπως αλουμινόχαρτο ή φύλλο πλαστικού απωθεί τις αφίδες από την καλλιέργεια και μειώνει μ' αυτό τον τρόπο την προσβολή από τον ιό. Η προστασία ισχύει εφ' όσον αυτή η αντανακλαστική επιφάνεια διατηρείται καθαρή και δεν καλύπτεται από την καλλιέργεια. Στην Ουγγαρία, εδαφοκάλυψη μεταξύ των γραμμών, με διαφανές ή μπλε χρώματος πλαστικό, είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της ζημιάς καλλιέργειας αγγουριών από τους ιούς του μωσαϊκού της αγγουριάς και του μωσαϊκού της καρπουζιάς κατά 70% (Basky, 1984). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν και σε πειράματα

στο Ισραήλ, όπου κάλυψη του εδάφους με πολυαιθυλένιο γκρίζου χρώματος μείωσε τον αριθμό των αφίδων στην καλλιέργεια κατά 80% και την εξάπλωση του ιού Υ της πατάτας και του μωσαϊκού της αγγουριάς περισσότερο από 90% (Loebenstein κ. ά., 1975). Στο Ισραήλ επίσης, η επέκταση του ιού σε καλλιέργεια πιπεριάς, μειώθηκε σημαντικά, όταν γύρω από τους αγρούς τοποθετήθηκαν κίτρινα φύλλα πολυαιθυλενίου.

Ψεκασμοί με λάδια μείωσαν κατά 90% την ζημιά από τον ιό, σε καλλιέργεια αγγουριού, στο Ισραήλ. Όμως σ' άλλες χώρες τα αποτελέσματα δεν ήταν τόσο θεαματικά. Ένα μειονέκτημα των λαδιών είναι η φυτοτοξικότητά τους. Πρόσφατα δοκιμάστηκε ο ψεκασμός μίγματος λαδιού και πυρεθρίνης και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, διότι επιτρέπει τη μείωση της συγκέντρωσης του λαδιού σε χαμηλά επίπεδα και συνεπώς αποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις της φυτοτοξικότητας.

Για την μείωση της προσβολής από τον ιό σε καλλιέργειες αγγουριάς και πιπεριάς χρησιμοποιήθηκε επίσης η μέθοδος των "φρακτών" (barriers) γύρω από την ευαίσθητη στον ιό καλλιέργεια. Σαν "φράκτες" χρησιμοποιούνται λωρίδες καλλιέργειας καλαμποκιού και σόργου, δηλαδή φυτών άνοσων (immune) στον ιό. Πάντως, ο αποτελεσματικότερος και οικονομικότερος τρόπος για την αντιμετώπιση και του μωσαϊκού της αγγουριάς είναι η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών. Όμως ανθεκτικότητα στον ιό έχει εντοπισθεί σε λίγα μόνο είδη. Ανθεκτικές στον ιό ποικιλίες αγγουριού, σπανακιού και πεπονιού έχουν ήδη απελευθερωθεί στο εμπόριο. Διαφορές, όσο αφορά την ανθεκτικότητα στον ιό, βρέθηκαν και σε ποικιλίες γλαδίου, τόσο σε πειράματα στον αγρό, όσο και στο εργαστήριο (Aly et al., 1986). Οι ποικιλίες Eurovision και Trader Hrn είναι αρκετά ανθεκτικές, ενώ η Commado και η Peters Pecus είναι αρκετά ευαίσθητες. Πρόσφατα ερευνήθηκε επίσης η δυνατότητα χρησιμοποίησης ποικιλιών πεπονιού, που είναι ανθεκτικές στην μετάδοση του ιού με τον φορέα *Aphis gossypii* (Lecoq κ. ά., 1979). Αυτές οι ποικιλίες φαίνεται να υπόσχονται πολλά εκεί, όπου κύριος φορέας της ίωσης είναι το παραπάνω είδος. Στο Ισραήλ, δύο ποικιλίες πιπεριάς βρέθηκαν ανθεκτικές στην μόλυνση από τον ιό με τις αφίδες *M. persicae* και *Aphis craccinora* (Cohen, 1982). Η χρήση δορυφορικού RNA, είτε ως μόλυσμα για τον 'προεμβολιασμό' των φυτών στον αγρό ή εκφραζόμενο σε γενετικός τροποποιημένα φυτά, υπόσχεται αρκετά για την αντιμετώπιση του ιού. Τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκαν επίσης διαγονιδιακά φυτά αγγουριάς στα οποία εκφράζεται το με αντιϊκή δράση έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο.

Ουσίες με αντιϊκή δράση έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο. Τέτοιες

ουσίες, όπως το sodium lauryl sulfate, crystal violet ή thioracil, όταν αναμίχθηκαν με τον ιό μείωσαν αισθητά την μολυσματικότητα του (όταν οι μολύνσεις έγιναν μηχανικά). Αντίθετα, όταν η μετάδοση έγινε με αφίδες οι παραπάνω ουσίες δεν επέφεραν μείωση της μετάδοσης. Προς το παρόν αντικές ουσίες δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των ιών. Πάντως, παραπέρα έρευνα για να εντοπισθεί ο μηχανισμός δράσης των ουσιών αυτών θα βοηθήσει στην αξιοποίηση τους.

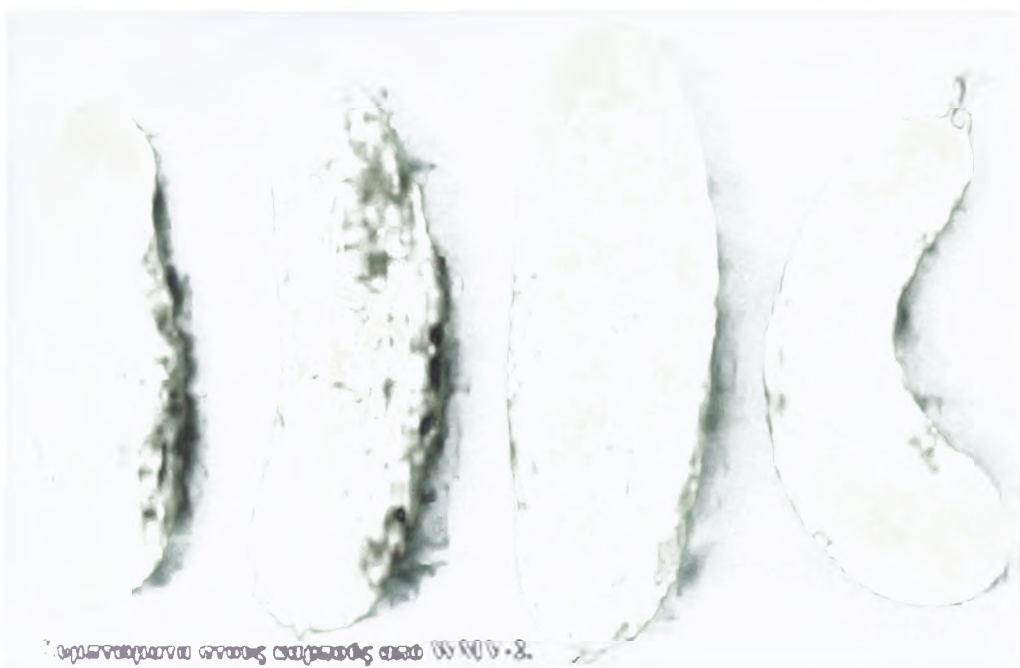
## **2.2.1 ΜΩΣΑΪΚΟ ΤΗΣ ΚΑΡΠΟΥΖΙΑΣ (Watermelon mosaic virus- 2)**

Αναφέρθηκε σε πολλές χώρες, όπως η Αυστραλία, η Τσεχοσλοβακία, η Χιλή, η Ουγγαρία, το Ισραήλ, η Ιταλία, η Ιαπωνία, η Νέα Ζηλανδία, η Αμερική και η Γιουγκοσλαβία. Στη χώρα μας, βρέθηκε αρχικά στην Κρήτη το 1983 (Avgelis, 1985) σε καλλιέργειες αγγουριάς, πεπονιάς, καρπουζιάς και κολοκυθιάς. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι είναι διαδεδομένη σε ολόκληρη τη χώρα.

## **2.2.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ**

Η συμπτωματολογία του ιού επηρεάζεται από τη φυλή του ιού και το γενότυπο του ξενιστή.

Στα κολοκυνθοειδή, ο ιός προκαλεί χλώρωση, ποικιλόχρωση και παραμόρφωση των φύλλων, καθώς και αναστολή της αύξησης του φυτού. Ειδικότερα, στο καρπούζι παρατηρείται μωσαϊκό και παραμόρφωση των φύλλων, ενώ τα νεύρα τους φέρνουν, ενώ εκατέρωθεν των νεύρων υπάρχει μια στενή λωρίδα σκούρου πράσινου παρεγχύματος. Στο κολοκύθι, παρατηρείται μωσαϊκό, μεσονεύρια χλώρωση, καθώς επίσης σοβαρή παραμόρφωση του ελάσματος των φύλλων, το οποίο μπορεί να παρουσιάζει και ανυψωμένες πράσινες φλύκταινες.



## 2.2.3 ΠΑΘΟΓΟΝΟ ΑΙΤΙΟ – ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ

Την ασθένεια προκαλεί ο ιός WMV ο οποίος είναι μέλος της ομάδας Potyvirus και έχει νηματόμορφα σωματίδια μήκους 750-780 nm. Το σημείο θερμικής αδρανοποίησης του ιού είναι 65 °C. Μερικές απομονώσεις του ιού χάνουν τη μολυσματικότητα τους μετά από 10-20 ημέρες στους 18-24 °C, ενώ άλλες τη διατήρησαν 50 ημέρες. Όλες οι απομονώσεις του ιού ήταν μολυσματικές στην αραιώση  $10^{-2}$ , μερικές την διατήρησαν και στην αραιώση  $10^4$  όμως όλες ήταν μη-μολυσματικές στην αραιώση  $5 \times 10^{-4}$ .

Πηγές του ιού αποτελούν εκτός από τους καλλιεργούμενους ξενιστές και διάφορα ζιζάνια όπως το *Malva parviflora* (μολόχα).

Στη φύση, ο ιός μεταδίδεται από τουλάχιστον 39 είδη αφίδων που ανήκουν σε 19 γένη (Alderz, 1987; Castle., et al., 1992; Webb and Kok-Yokomi, 1993). Οι κυριότεροι φορείς είναι τα είδη *Aphis citricola*, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* και *Toxoptera citricidus*. Πρόσφατα, αναφέρθηκε επίσης μετάδοση δύο απομονώσεων του ιού με τον υπονομευτή ή φυλλορύκτη (*Liriomyza sativae*). Όμως, η αποτελεσματικότητα μετάδοσης ήταν χαμηλή και συνεπώς δε φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην επιδημιολογία του ιού. Δεν παρατηρήθηκε μετάδοση του ιού με τον σπόρο αγγουριού,

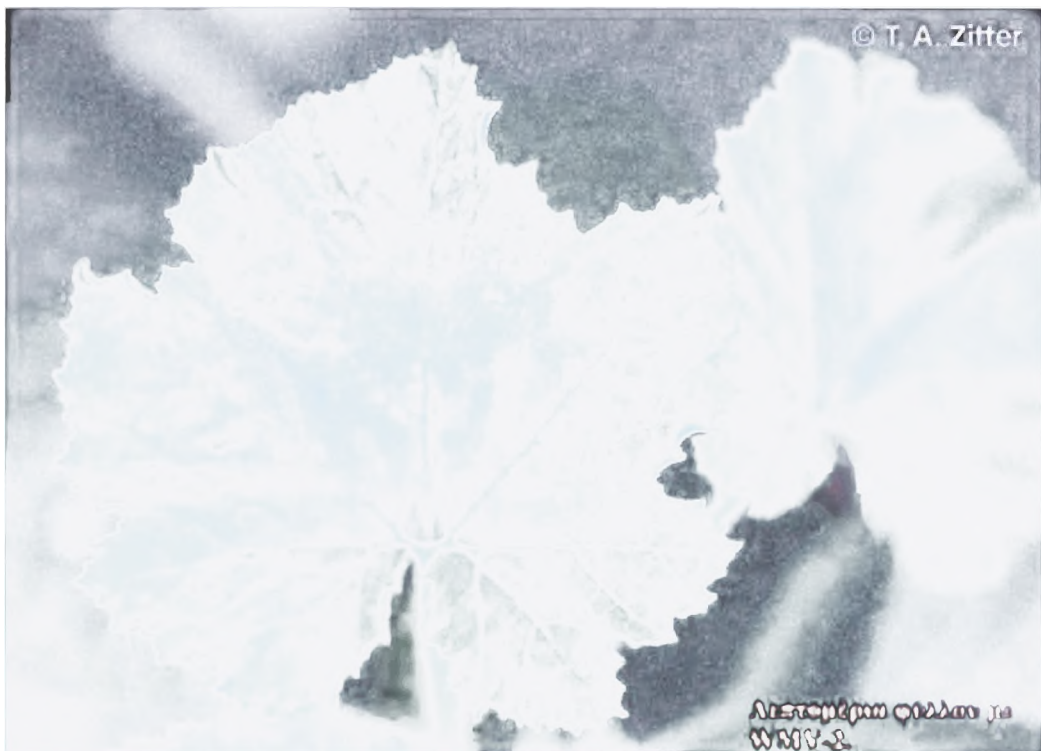


αρακά, κολοκυθίου και καρπουζιού (βλέπε πίνακα 1).

**Πίνακας 1.** Είδη αφίδων, καταγεγραμμένων φορέων του ιού του μωσαϊκού της καρπουζιάς, WMV 2 (από: Perring et al. 1992)

<i>Acyrtosiphon kondoi</i> Shinji	<i>Cavariella aegopodii</i> (Scopoli)
<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris)	<i>Cryptomyzus ribis</i> (L.)
<i>Aphis craccivora</i> Koch	<i>Dysaphis crataegi</i> (Kaltenbach)
<i>Aphis fabae</i> Scopoli	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy)
<i>Aphis gossypii</i> Glover	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)
<i>Aphis glycines</i> Matsumura	<i>Macrosiphoniella sanborni</i> (Gillette)
<i>Aphis illinoisensis</i> Shimer	<i>Myzus cerasi</i> (F.)
<i>Aphis middletonii</i> (Thomas)	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)
<i>Aphis nerii</i> Fonscolombe	<i>Phorodon humuli</i> (Schrank)
<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach	<i>Phorodon humuli japonensis</i> Takahashi
<i>Aphis sambuci</i> L.	<i>Rhodobium porosum</i> (Sanderson)
<i>Aphis spiraeicola (citricola)</i> Patch	<i>Rhopalosiphum padi</i> (L.)
<i>Aulacorthum circumflexum</i> (Buckton)	<i>Rhopalosiphum maidis</i>
<i>Aulacorthum magnoliae</i> (Essig & Kuwana)	<i>Semiaphis dauci</i> (F.)
<i>Aulacorthum nipponicum</i> (Essig & Kuwana)	<i>Toxoptera citricidus</i> (Kirkaldy)
<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach)	<i>Uroleucon formosanus</i> (Takahashi)
<i>Brachycaudus cardui</i> (L.)	<i>Uroleucon (Uromelan) gobonis</i> (Matsuma)
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach)	

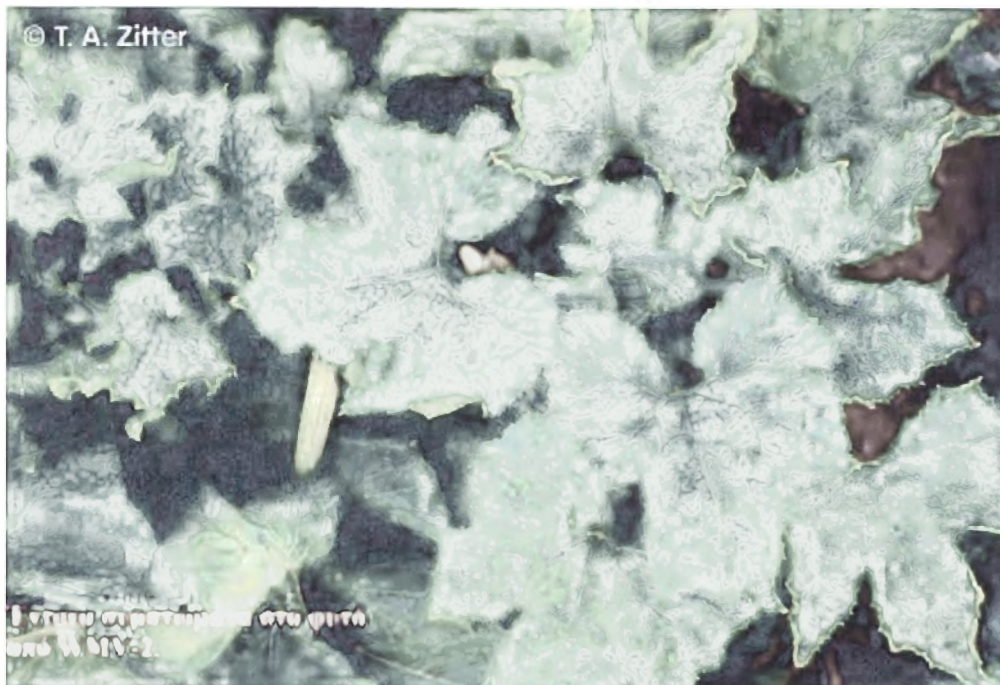




## 2.2.4 ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Για την αξιόπιστη διάγνωση του ιού χρησιμοποιείται η ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA.

Επίσης χρησιμοποιούνται τα φυτά-δείκτες *Nicotiana benthamiana*, *Pisum sativum* ποικιλία Alaska ή Ranger, *Citrus lanatus* και *Luffa acutangula*.



## 2.2.5 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Για την καταπολέμηση του μωσαϊκού της καρπουζιάς συστήνονται τα παρακάτω μέτρα:

(α) Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ή ανεκτικών ποικιλιών. Πρόσφατα, βρέθηκε μια σειρά πεπονιού, ανθεκτική στην μετάδοση του μωσαϊκού του καρπουζιάς και του ιού της δακτυλιωτής κηλίδωσης του *Carica papaya*, με την αφίδα *A. gossypii* (Lecoeq et al., 1980). Σε εργασία που έγινε πρόσφατα από τα accessions του είδους *Citrullus* 10 του είδους *Citrullus lanatus* 5 του είδους *Citrullus colocynthis* βρέθηκαν ανθεκτικά στον ιό (Gillaspie and Wright, 1993). Ανθεκτικότητα αναφέρθηκε επίσης στο αγγούρι, τα φασόλια και τον αρακά.

(β) Στην Καλιφόρνια της Αμερικής μειώθηκε η προσβολή του ιού σε καλλιέργεια κολοκυθιάς, όταν έγινε εδαφοκάλυψη με αλουμινόχαρτο ή λευκό πλαστικό (Wyman et al., 1979).

(γ) Καλλιέργεια σιταριού μέσα και περιμετρικά σε αγρό κολοκυθιάς μειώνει την προσβολή από τον ιό. Πειράματα στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. έδειξαν ότι σε αγρούς

που περιβάλλονταν από σιτάρι μόνο 4% των φυτών ήταν προσβεβλημένα σε σύγκριση με 82% στους αγρούς χωρίς σιτάρι.

## ΑΦΙΔΕΣ

### 3.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι αφίδες συναντώνται συχνά σε πολλές καλλιέργειες ανθοκομικών και κηπευτικών καλλιεργειών. Οι προσβολές τους εντοπίζονται σε όλα τα φυτικά όργανα. Ορισμένα είδη μπορούν να προσβάλλουν ακόμα και το ριζικό σύστημα των φυτών-ξενιστών τους. Η προσβολή τους μειώνει την αισθητική αξία ενός φυτού.

Οι αφίδες τρέφονται βυθίζοντας τα στοματικά τους μόρια που έχουν διαμορφωθεί σε στυλέτο διαμέσου του φυτικού ιστού απευθείας στους ηθμούς του φυτού, απομυζώντας τον φυτικό χυμό. Η τροφική τους δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσει νανισμό και παραμορφώσεις-δυσπλασίες των προσβεβλημένων φυτών. Υψηλοί πληθυσμοί αφίδων μπορούν να απομακρύνουν ικανή ποσότητα θρεπτικών στοιχείων από ένα φυτό, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται δυσμενώς η ευρωστία του. Τα αποχωρήματά τους επικαλύπτουν τα φύλλα με μια κολλώδη ουσία [που ονομάζεται μελιτώδες έκκριμα, το οποίο ευνοεί την εγκατάσταση-ανάπτυξη σαπροφυτικών μυκήτων καπνιάς. Οι αφίδες μπορεί να μειώσουν την αγοραστική αξία ενός ανθοκομικού είδους με τη συσσώρευση λευκών εκδυμάτων που παραμένουν επί των φυτών μετά την ολοκλήρωση της έκδυσής τους.

Ο συνδυασμός της παρουσίας των μελιτωδών αποχωρημάτων και των νεκρών σωματιδίων που προκύπτουν επί των φυτών συνέπεια της προσβολής τους από τις αφίδες, είναι ιδιαίτερα δυσμενής και ανεπιθύμητη. Η έμμεση ζημιά των αφίδων είναι σημαντικότερη, καθώς τα ημίπτερα αυτά μεταδίδουν περίπου το 60% όλων των φυτικών ιών που προσβάλλουν τις γεωργικές καλλιέργειες παγκοσμίως.

### 3.1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΦΙΔΩΝ

Πολλά διαφορετικά είδη αφίδων μπορεί να προσβάλλουν καλλιέργειες υπό κάλυψη, τα οποία διαφέρουν σε μέγεθος, χρωματισμό, θέση που εκδηλώνουν την προσβολή τους επί των φυτών και τροφικής προτίμησης επί των διαφορετικών φυτών-ξενιστών. Όλα τα είδη είναι γενικά έντομα μικρού μεγέθους, όχι ευκίνητα, με μαλακό, απιοειδές σώμα, χωρίς την παρουσία στο κεφάλι, το θώρακα και την κοιλιά. Τα πόδια και οι κεραίες είναι τυπικά μακριά και λεπτά. Τα προνυμφικά στάδια των αφίδων

Τα ενήλικα άτομα μπορεί να είναι πτερωτά ή άπτερα. Οι άπτερες μορφές είναι συνηθέστερες στα φυτά που αναπτύσσονται στα θερμοκήπια, συγκρινόμενες με τις πτερωτές μορφές, αν και η παρουσία των πτερωτών ατόμων διαπιστώνεται επί κίτρινων (χρωματικών) κολλητικών παγίδων. Οι αφίδες διαθέτουν ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, την παρουσία ενός ζεύγους ‘κατασκευών’ που ονομάζονται σιφώνια, κοντά στο άκρο της κοιλίας τους.

### 3.1.3 ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Υπό τις συνθήκες που επικρατούν στις καλλιέργειες υπό κάλυψη οι αφίδες αναπαράγονται παρθενογενετικά. Όλα τα άτομα που συνιστούν τις αποικίες είναι θηλυκά και κάθε ένα γεννά θηλυκά άτομα τα οποία προκύπτουν χωρίς να μεσολαβεί σύζευξη με αρσενικά άτομα. Στο θερμοκήπιο οι αφίδες είναι ζωοτόκες και δεν γεννούν (εναποθέτουν) αυγά. Στην πραγματικότητα, σε ορισμένα είδη μια αγέννητη αφίδα περιέχει ήδη στο γενετικό σύστημα των αναπτυσσόμενων νυμφών στο σώμα της, ένα φαινόμενο γνωστό ως παιδογένεση (paedogenesis). Εκτός των θερμοκηπίων το είδος *Myzus persicae* παράγει αυγά μόνο όταν η διάρκεια της φωτοπεριόδου μειώνεται κάτω από τις 10 ώρες και η εναπόθεση των χειμερινών αυγών πραγματοποιείται το φθινόπωρο στη διάρκεια βραχυήμερων ημερών.

Η ικανότητα των αφίδων να αναπαράγονται χωρίς την ανάγκη διασταύρωσης έμφυλων ατόμων και την παραγωγή-εναπόθεση αυγών στο μεγαλύτερο διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου, προκαλεί τις τεράστιες πληθυσμιακές εκρήξεις, ιδιαίτερα γιατί τα άτομα μπορούν να ωριμάσουν αναπαραγωγικά και να δώσουν απογόνους πάρα πολύ γρήγορα. Καθώς μια αποικία αφίδων αυξάνεται ηλικιακά και σε μέγεθος επί μεμονωμένων φυτών που υπέστησαν προσβολή, μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός των πτερωτών ατόμων που ‘προκύπτουν’ από την αυξημένη μηχανική αλληλεπίδραση και την υποβάθμιση του φυτού-ξενιστή. Οι αφίδες παρουσιάζουν διαφορετικές τροφικές προτιμήσεις αναφορικά με τα φυτά-ξενιστές τους. Για παράδειγμα, παρά το ότι η πράσινη αφίδα της ροδακινιάς προσβάλλει τα χρυσάνθεμα, οι αφίδες του βάμβακος μπορεί να δημιουργήσουν σημαντικά υψηλότερους πληθυσμούς στα καλλιεργούμενα φυτά. Επίσης, οι αφίδες συχνά προτιμούν συγκεκριμένες ποικιλίες, σε σύγκριση με κάποιες άλλες. Η προσεκτική καταγραφή των προσβολών που πραγματοποιούν οι αφίδες στις καλλιεργούμενες ποικιλίες μπορεί να επιτρέψει τη διαπίστωση αυτών των διαφορών (τροφικών προτιμήσεων) και να διευκολύνει τους παραγωγούς στην



επιλογή της ποικιλίας που θα καλλιεργήσουν.

Οι αφίδες διαθέτουν μια καταγεγραμμένη ικανότητα να αναπτύσσουν ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα. Οι βιότυποι ορισμένων ειδών έχουν αναπτύξει επιβεβαιωμένη ανθεκτικότητα σε οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά και πυρεθροειδή εντομοκτόνα. Στην πράσινη αφίδα της ροδακινιάς η ανθεκτικότητα μπορεί να προέλθει από την αυξημένη παραγωγή ενός ενζύμου (εστεράσης) που επιτρέπει τον μεταβολισμό (αποτοξικοποίηση) των δραστικών ουσιών, παρέχοντας ανοσία σε εντομοκτόνα που ανήκουν σε διάφορες χημικές ομάδες.

## **3.1.4 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΦΙΔΩΝ –**

### **ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ**

Είναι απαραίτητο να παρακολουθείται το εσωτερικό του θερμοκηπίου για τον εντοπισμό πηγών-αποικιών αφίδων πριν την εγκατάσταση μιας νέας καλλιέργειας. Πρέπει το φυτικό υλικό που μεταφέρεται στις θέσεις καλλιέργειας να υποστεί προσεκτικό έλεγχο. Αν είναι εφικτό, συνιστάται η απομόνωση των πρόσφατα αφιχθέντων φυτών και ο προσεκτικός-εξονυχιστικός έλεγχός τους πριν τη μετακίνηση (προώθησή τους) στα σημεία παραγωγής. Είναι προτιμότερο να αποφεύγεται η φύτευση ποικιλιών ευπαθών στην προσβολή από αφίδες κοντά στα ανοίγματα του θερμοκηπίου, σημεία που μπορεί να υποστούν προσβολή από μια εξωτερική πηγή, με την εισβολή πτερωτών ατόμων.

Η αντιμετώπιση των αφίδων είναι πολύ πιο επιτυχημένη όταν η προσβολή ανιχνεύεται και ελέγχεται στα αρχικά στάδια του παραγωγικού κύκλου της καλλιέργειας. Είναι σημαντικό να εκπαιδευτούν οι εργαζόμενοι ώστε να αναγνωρίζουν τα ίχνη της παρουσίας μιας προσβολής από αφίδες και οι παρατηρήσεις που λαμβάνουν να ενσωματωθούν στη συνήθη διαδικασία παρακολούθησης της παρουσίας των επιβλαβών αυτών ειδών στα καλλιεργούμενα φυτά.

Θα πρέπει σε κάθε φυτό να εξετάζονται οι βλαστοί και οι κάτω επιφάνειες του ελάσματος των φύλλων, διαφορετικών ηλικιών. Η παρουσία άσπρων εκδυμάτων ή μελιτώδους εκκρίματος στα φύλλα μπορεί να αποτελέσει ένδειξη ότι μια αποικία αφίδων ‘κατοικεί’ σε ένα φυτό. Τα μυρμήγκια προσελκύονται από το μελίτωμα και μπορούν επίσης να επιτρέψουν τον εντοπισμό μιας προσβολής. Ιδιαίτερη προσοχή οφείλει να αποδίδεται στις ποικιλίες των φυτών στις οποίες συχνότερα δημιουργούν τις αποικίες τους οι αφίδες. Η συγκέντρωση των ευπαθών στις αφίδες φυτών ή

ποικιλιών σε ομάδες, επιτρέπει τον εντατικό έλεγχο και την εφαρμογή αποτελεσματικότερων μέτρων αντιμετώπισης, καθώς επίσης διασφαλίζει την ελαχιστοποίηση της διασποράς των αφίδων σε όλη την έκταση της καλλιέργειας. Οι αφίδες μπορεί να μεταφερθούν σε νέες θέσεις με τα ρούχα των εργαζομένων, κατά συνέπεια πρέπει να εξετάζονται φυτά τοποθετημένα κοντά στους διαδρόμους και τις πόρτες ενός θερμοκηπίου.

Οι κίτρινες κολλητικές παγίδες μπορεί να προσφέρουν μια έγκαιρη ένδειξη της μετανάστευσης των αφίδων εντός του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Οι πτερωτές αφίδες που είναι δραστήριες εντός των θερμοκηπίων στη διάρκεια αυτών των περιόδων, μπορεί να εισβάλλουν και να εγκατασταθούν στα αναπτυσσόμενα φυτά εντός των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων. Οι κίτρινες κολλητικές παγίδες μπορεί να 'ανιχνεύσουν' την παρουσία τους. Όμως, είναι σημαντικότερο να ελέγχεται το φύλλωμα των φυτών, τουλάχιστον σε εβδομαδιαία βάση για την επίτευξη της έγκαιρης ανίχνευσης και την παρακολούθηση των προσβολών των φυτών από τις αφίδες.

Για να εξυπηρετηθεί ο στόχος της αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων με εντομοκτόνα, αρκετά φυτά προσβεβλημένα με αφίδες μπορούν να σημανθούν και να σημειωθεί μια εκτίμηση του αριθμού των αφίδων που αναπτύσσονται επί αυτών. Λίγες ημέρες μετά την εφαρμογή των εντομοκτόνων, πρέπει να καταμετρηθεί και να καταγραφεί ο αριθμός των ατόμων που παραμένουν ζωντανά. Τα φυτά πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά για να καθοριστεί αν είναι αναγκαία η πραγματοποίηση επαναλαμβανόμενων επεμβάσεων.

### **3.15 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ**

Οι αφίδες έχουν πολλούς φυσικούς εχθρούς στους οποίους ανήκουν αρπακτικά κολεόπτερα, νευρόπτερα, παρασιτικά υμενόπτερα (*Aphidius colemani*), αρπακτικά δίπτερα (*Aphidoletes aphidimyza*) και αρκετοί εντομοπαθογόνοι μύκητες (*Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*). Ένας αριθμός εξ' αυτών πλέον διατίθεται εμπορικά για τη διαχείριση των πληθυσμών τους στις καλλιέργειες υπό κάλυψη (Gill and Sanderson, 1998).

#### ***Αρπακτικά κολεόπτερα (οικ. Coccinellidae).***

Αρκετά είδη της οικογένειας Coccinellidae να βρεθούν επί φυτών που αναπτύσσονται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Τα ενήλικα άτομα είναι μικρά,

κυκλικού ή οβάλ σχήματος, χρώματος συνήθως έντονα κόκκινου, πορτοκαλί ή κίτρινου, με παρουσία χαρακτηριστικών μαύρων κηλίδων επί των ελύτρων τους. Τα προνυμφικά στάδια έχουν χρώμα μαλακό, σκοτεινού χρώματος, μακρύ και αρκετά λεπτό και διαθέτουν τρία ζεύγη ποδιών. Το είδος που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εμπορική διάθεση (αξιοποίηση) για την καταπολέμηση των αφίδων στις καλλιέργειες υπό κάλυψη είναι το *Hippodamia convergens*.

### **Πράσινος χρύσωπας, *Chrysoperla (Chrysopa) carnea*.**

Τα ενήλικα άτομα του πράσινου χρύσωπα τρέφονται μόνο με νέκταρ ή μελιτώδη εκκρίματα, αλλά τα προνυμφικά στάδια αποτελούν αδηφάγα αρπακτικά. Στη λεία των προνυμφών σταδίων συγκαταλέγεται ένα ευρύ φάσμα εντόμων, μεταξύ αυτών και οι αφίδες. Τα αυγά τους εναποτίθενται στο άκρο μακρίων, εύθραυστων νημάτων, τα οποία τοποθετούνται κάθετα επί των φυτικών επιφανειών. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται είναι μικροσκοπικού μεγέθους (1 έως 2 mm), με επίμηκες σώμα, ερυθρωπού-γκριζοκάστανου χρώματος, διαθέτουν καλά αναπτυγμένα πόδια και πολύ ισχυρά στοματικά μόρια, διαμορφωμένα σε άγκιστρα. Μετακινούνται γρήγορα επί των φύλλων, αναζητώντας αρθρώποδα τα οποία προσβάλλουν συλλαμβάνοντάς τα με τα στοματικά τους μόρια, απομυζώντας το σωματικό τους περιεχόμενο με τις γνάθους τους. Οι προνύμφες τελευταίου σταδίου (πλήρους ανάπτυξης) αποκτούν μήκος 8 έως 10 mm (Gill and Sanderson, 1998).

### **Αρπακτικό δίπτερο *A. aphidimyza*.**

Αυτό το εμπορικά διαθέσιμο είδος προσβάλλει αποκλειστικά αφίδες. Τα ενήλικα είναι μικρά, εύθραυστα δίπτερα, δεν επιτίθενται σε αφίδες, αλλά εναποθέτουν τα αυγά τους κοντά στις αποικίες των αφίδων. Οι εκκολαπτόμενες προνύμφες είναι μικρά, πορτοκαλόχρωμα έως κοκκινωπά, άποδα σκουλήκια, τα οποία έρπουν εντός των αποικιών που δημιουργούν οι αφίδες επί των προσβεβλημένων φυτών. Προσβάλλουν τη λεία τους βυθίζοντας τα στοματικά τους μόρια στο σώμα των φυτοφάγων ειδών, προκαλώντας την παράλυσή τους πριν απομακρύνουν (μυζήσουν) όλο το σωματικό τους περιεχόμενο, αφήνοντας μόνο το συρρικνωμένο περίβλημα του νεκρού σώματος των αφίδων. Οι προνύμφες διέρχονται τρεις εκδύσεις και αποκτούν μέγεθος παραπλήσιο ή και ελαφρώς μεγαλύτερο από τις αφίδες που αποτελούν τη λεία τους. Το *A. aphidimyza* μπορεί να προσβάλλει αποτελεσματικά περισσότερα από 60 διαφορετικά είδη αφίδων, αναπαράγεται εύκολα στο εργαστήριο, παρουσιάζει μεγάλη



ικανότητα πτήσης και μεγάλη ευχέρεια αναζήτησης των φυσικών του εχθρών, διαθέτει δε την ικανότητα να πολλαπλασιάζεται εντός του θερμοκηπίου, δημιουργώντας έτσι σταθερούς πληθυσμούς που δρουν κατασταλτικά επί των αποικιών των αφίδων.

### **Παρασιτικά υμενόπτερα (οικ. Aphidiidae, *Aphidius colemani*).**

Αρκετά είδη αυτών των παρασιτικών υμενόπτερον είναι πλέον εμπορικά διαθέσιμα. Ορισμένα από αυτά προσβάλλουν μόνο αφίδες. Τα ενήλικα άτομα έχουν σώμα μακρύ, λεπτό, γυαλιστερό, ελαφρά μεγαλύτερο από ότι τα σώματα των αφίδων-ξενιστών τους. Η παρουσία των ανηλίκων δεν αποτελεί τη συνηθέστερη ένδειξη της ενεργούς παρουσίας αυτών των υμενοπτέρων. Οι αφίδες που υποκύπτουν στον παρασιτισμό συνήθως μετατρέπονται σε 'μούμιες', εμφανίζοντας υπερβολικά διογκωμένο-σφαιρικό σώμα και αποκτούν αχυρώδη χρωματισμό. Η προσβολή ορισμένων ειδών παρασίτων προσδίδει στις αφίδες-ξενιστές τους μαύρο χρώμα, αλλά αυτό δεν είναι ιδιαίτερα σύνηθες. Όταν ένα ενήλικο αναδύεται από τη νεκρή, μουμιοποιημένη αφίδα, δημιουργεί μια κυκλική οπή (άνοιγμα) στην κοιλία της αφίδας και πλέον επαναλαμβάνει την ίδια διαδικασία αναζήτησης και παρασιτισμού του επόμενου ατόμου του είδους-ξενιστή του (Gill and Sanderson, 1998).

### **Εντομοπαθογόνοι μύκητες.**

Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες που διαθέτουν την ικανότητα προσβολής αφίδων έχουν υποστεί εμπορική αξιοποίηση. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται διάφορα στελέχη των παθογόνων *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Raecilomyces fumosoroseus* και *M. anisopliae*. Οι αφίδες που προσβάλλονται από τους μύκητες αυτούς συνήθως αλλάζουν χρώμα και όταν επικρατήσουν συνθήκες πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας, καλύπτονται από τις άφθονες καρποφορίες-εξανθήσεις των παθογόνων.

### **Φυτοπροστατευτικά προϊόντα.**

Οι παραγωγοί καλλιεργειών υπό κάλυψη οφείλουν να χρησιμοποιήσουν τους φυσικούς εχθρούς των φυτοφάγων ειδών ως πρώτη απόπειρα διαχείρισης της προσβολής τους, διατηρώντας τη δυνατότητα καταφυγής στη χρήση εντομοκτόνων ουσιών. Όταν τα εντομοκτόνα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να αντιμετωπίσουν φυτοφάγα-επιζήμια είδη εντόμων υπάρχουν αρκετοί τρόποι ώστε να περιοριστούν οι

δυναμικά ανεπιθύμητες επιπτώσεις τους στους ωφέλιμους οργανισμούς (βιολογικούς παράγοντες).

Πρώτον, επιλέγεται κάποια νέα δραστική ουσία που έχει πρόσφατα λάβει έγκριση για χρήση για την προστασία των καλλιεργειών υπό κάλυψη, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη δυνατή επίπτωση επί των ωφελίμων ειδών (εκλεκτικότητα).

Δεύτερο, η επέμβαση κατευθύνεται μόνο επί των φυτών ή τμημάτων των φυτών που απαιτούν μεταχείριση και αποφεύγεται η εφαρμογή γενικευμένων επεμβάσεων σε ολόκληρη την έκταση του θερμοκηπίου. Τρίτον, είναι απαραίτητη η εφαρμογή χημικών των οποίων η χρήση θα είχε τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα σε βάρος των φυτοφάγων ειδών. Για παράδειγμα, δεν συνιστάται ο ψεκασμός ενός φυτοφάγου είδους όταν η πλειονότητα του πληθυσμού βρίσκεται στο στάδιο του αυγού ή της νύμφης, βιολογικά στάδια τα οποία επηρεάζονται ελάχιστα από την έκθεσή τους σε χημικές ουσίες. Σε πολλά είδη επιζήμιων εντόμων υφίστανται περίοδοι στη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου που εμφανίζουν σχετική ανοσία στην εφαρμογή εντομοκτόνων ουσιών. Οι επεμβάσεις με εντομοκτόνα θα πρέπει να αποφεύγονται στη διάρκεια των περιόδων αυτών. Τέταρτο, πρέπει να επιλέγονται δραστικές ουσίες που εκδηλώνουν τη μικρότερη δυνατή επίδραση στα ωφέλιμα είδη που ενδεχόμενα έχουν απελευθερωθεί στο θερμοκήπιο. Πέμπτο, με την επιλογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων μικρής υπολειμματικής διάρκειας μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των πληθυσμών των φυτοφάγων εντόμων και να επιτραπεί η εκ νέου απελευθέρωση φυσικών εχθρών τους μετά την παρέλευση σύντομου χρονικού διαστήματος. Έκτο, οι ωφέλιμοι βιολογικοί παράγοντες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μεγαλύτερη διάρκεια της καλλιέργειας, επιτρέποντας την τελική 'εκκαθάριση' των επιβλαβών ειδών αν παραστεί ανάγκη με εντομοκτόνα που θα κληθούν να ελέγξουν τις εξάρσεις των πληθυσμών των αφίδων, όταν αυτές εκδηλώνονται.

Η εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης (IPM) με την αξιοποίηση βιολογικών παραγόντων, τη χρησιμοποίηση της ανθεκτικότητας των φυτικών ειδών, την παρακολούθηση των επιπέδων προσβολής, τον καθορισμό ορίων ανεκτής πυκνότητας προσβολής, επέτυχε μείωση του αριθμού των επεμβάσεων κατά 50% σε σχέση με τη συμβατική καταπολέμηση των φυτοφάγων ειδών στα θερμοκήπια, η οποία στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά στην εφαρμογή χημικών εντομοκτόνων.

## 3.2. ΕΙΔΗ ΑΦΙΔΩΝ

**3.2.1. *Aulacorthum solani*** (Kaltenbach) κν. αφίδα της πατάτας και των θερμοκηπίων:

**Εμφάνιση.** Το χρώμα των άπτερων σταδίων ποικίλει. Κυμαίνεται από αρκετά γυαλιστερό, λευκωπό-πράσινο ή κίτρινο και στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει μια ευδιάκριτη λαμπερή πράσινη κηλίδα ή μια κηλίδα με απόχρωση σκουριάς στη βάση του κάθε σιφωνίου. Τα άπτερα άτομα μπορούν να εμφανίζονται ως ομοιόμορφα θαμπό πράσινου χρώματος ή πρασινοκάστανα. Τα άκρα τους είναι κυρίως ωχρά εκτός των ακραίων σημείων των εντόμων, των σιφωνίων και των άρθρων των κεραίων τα οποία είναι σκούρου καστανού χρώματος. Τα πτερωτά είναι αρκετά διαφορετικά, διαθέτουν σκοτεινού καστανού χρώματος κεφαλή και θώρακα, κεραίες πόδια και σιφώνια σκοτεινότερου χρωματισμού, καθώς και ένα 'σχέδιο' (pattern) διαμήκων σκοτεινών λωρίδων στο ραχιαίο τμήμα της κοιλίας, το οποίο παρουσιάζει ποικιλομορφία στον τρόπο διαμόρφωσής του. Άπτερα και πτερωτά άτομα έχουν μήκος που κυμαίνεται μεταξύ 1,8 και 3,0 mm.



Ενήλικο άπτερο άτομο *Aulacorthum solani*

**Φυτά-ξενιστές.** Το *Aulacorthum solani* συνιστά ένα εξαιρετικά πολυφάγο είδος και αποικίζει είδη που ανήκουν σε πολλές διαφορετικές βοτανικές οικογένειες, τόσο μονοκοτυλήδων όσο και δικοτυλήδων φυτών (τα αγρωστώδη δεν αποτελούν ξενιστές του). Στα βολβώδη φυτά (ιδιαίτερα τις τουλίπες) συχνά οικοδομούνται υψηλοί πληθυσμοί του *Aulacorthum solani*. Το είδος αποτελεί σημαντικό και συνήθη

εχθρό των φυτών σε καλλιέργειες υπό κάλυψη καθώς και των γλαστρικών φυτών. Οι πατάτες υφίστανται συχνά προσβολές του *A. solani*. Από τα καλλωπιστικά φυτά το *A. solani* προσβάλλει την ανεμώνη, καλκεολάρια, γαρύφαλλο, σινεράρια, ντάλια, γεράνιο, γλοξίνια, ναστούρτιο, αλλά και το μαρούλι.

Συνήθως προσβάλλει τα παλαιότερα φύλλα σε ποώδη φυτά που αναπτύσσονται σε δροσερά και συχνά υγρά και σκιασμένα περιβάλλοντα, καθώς και την επάκρια, τρυφερή βλάστηση σε θαμνώδη είδη. Προφανώς, απαιτεί υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας για την ανάπτυξή του.

**Γεωγραφική εξάπλωση-κατανομή.** Είναι ευρωπαϊκής προέλευσης, όμως πλέον αποτελεί κοσμοπολίτικο είδος. Το *A. solani* παρουσιάζει ευρύτατη εξάπλωση και μόνο στα θερμότερα και ξηρότερα περιβάλλοντα δεν διαπιστώνεται η παρουσία του.

**Βιολογία.** Η βιολογία του *A. solani* είναι περίπλοκη, όπως συμβαίνει με τα περισσότερα σημαντικά είδη αφίδων, συνέπεια της παρουσίας/ύπαρξης αναρίθμητων φυλών ή υποειδών, τα οποία παρουσιάζουν εξειδικευμένες σχέσεις με τα φυτά-ξενιστές τους. (Muller, 1970, 1976). Υφίστανται πολυφάγες μορφές του *A. solani*, οι οποίες εκδηλώνουν τόσο ολοκυκλική όσο και ανολοκυκλική αναπαραγωγή. Οι βιότυποι του είδους που εμφανίζουν ολοκυκλική αναπαραγωγή, παρουσιάζουν είτε άπτερα (ή συνηθέστερα) πτερωτά αρσενικά άτομα και εμφανίζουν την ασυνήθιστη ικανότητα να επιβιώνουν της χειμερινής περιόδου ως αυγά που εναποτίθενται επί πολλών διαφορετικών φυτών-ξενιστών. Ως πρωτογενείς ξενιστές του είδους αξιοποιούνται είδη του γένους *Hieracium* καθώς και το *Digitalis purpurea*. Σε πολλές περιοχές το είδος διαχειμάζει κυρίως ως ζωοτόκα παρθενογενετικά θηλυκά που επιβιώνουν εντός θερμοκηπίων σε καλλιέργειες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό τους, ενώ αλλού διατηρείται ως άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά τόσο επί των πρωτογενών όσο και επί δευτερογενών ξενιστών του.

Το είδος *A. solani* παράγει τοξίνες κατά την εκτέλεση της τροφικής του δραστηριότητας και μπορεί να προκαλέσει παραμορφώσεις, μεταχρωματισμούς και έντονη συστροφή του ελάσματος των φύλλων. Στην πατάτα μικρότεροι πληθυσμοί του επιφέρουν μεγαλύτερες οικονομικές απώλειες, συγκρινόμενοι με άλλα κοινά είδη που προσβάλλουν την καλλιέργεια.



Αποικία του είδους *Aulacorthum solani*

**Μετάδοση φυτικών ιών.** Το *A. solani* αποτελεί φορέα 40 περίπου φυτικών ιών. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται τόσο έμμονοι όσο και μη-έμμονοι ιοί της πατάτας (PVY) και των ζαχαροτεύτλων.

### 3.2.2 *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe (κν. κίτρινη αφίδα της πικροδάφνης)

**Ενήλικο.** Το άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό έχει σώμα κίτρινο ή ανοιχτό πορτοκαλί, μήκους 1,8-2,6 mm, με σιφώνια και ουρίτσα μαύρα και πόδια και κεραίες κατά το πλείστο μαύρα. Τα σιφώνια έχουν μήκος 0,2-0,3 του μήκους του σώματος και η ουρίτσα το 0,3-0,5 του μήκους των σιφωνίων. Το περωτό παρθενογενετικό θηλυκό έχει το νώτο της κεφαλής και μέρη του θώρακα (νώτο και μέρος πλευρών) σκοτεινοκάστανα, την κοιλία κίτρινη ή ανοικτοπράσινη και μήκος 1,6-2,3 mm (χωρίς τις πτέρυγες). Τα σιφώνια και η ουρίτσα είναι μαύρα και μέρος των κεραιών και των ποδιών σκοτεινό.

**Φυτά-ξενιστές.** Το *A. nerii* προσβάλλει είδη των οικογενειών Asclepiadiaceae (*Asclepias*, *Gomphocarpus*, *Calotropis*) και Apocyanaceae (*Nerium oleander*, *Vinca*), ενώ περιστασιακά αποικίζει φυτά και άλλων οικογενειών (Euphorbiaceae, Compositae, Convolvulaceae). Έχει αναφερθεί να προσβάλλει την τρυφερή βλάστηση της νερατζιάς, αλλά το φυτό-ξενιστής που αποικίζει συνήθως το είδος είναι η

πικροδάφνη.

**Γεωγραφική κατανομή.** Το *A. nerii* παρουσιάζει ευρύτατη κατανομή στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές του παλαιού και του νέου κόσμου. Έχει αναφερθεί στη Νότια Ευρώπη, Μέση Ανατολή, Νότια Αμερική, Φορμόζα, Ιάβα, Νέα Ζηλανδία, Βόρειο Αφρική.



**Βιολογία.** Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα (Μέση Ανατολή) αναπαράγεται αποκλειστικά παρθενογενετικά και διαχειμάζει στην πικροδάφνη ως άπτερο άτομο, ενώ δεν καταγράφηκε η παρουσία έμφυλων μορφών του είδους. Την άνοιξη και στις αρχές του θέρους καταγράφεται το μέγιστο των πληθυσμών του είδους. Την άνοιξη η παρουσία του μειώνεται αρκετά, ενώ στα τέλη του καλοκαιριού και το χειμώνα η παρουσία του μειώνεται αισθητά. Όταν οι συνθήκες που επικρατούν στη διάρκεια του καλοκαιριού είναι ευνοϊκές (δροσερός καιρός, υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, τρυφερή βλάστηση των φυτών-ξενιστών, έλλειψη φυσικών εχθρών) μπορεί να αναπτύξει υψηλούς πληθυσμούς σε τοπικές συνθήκες. Η προσβολή και η ανάπτυξη υψηλών πληθυσμών του είδους εξασθενίζει τα φυτά και προκαλεί την παραγωγή άφθονων μελιτωδών αποχωρημάτων τα οποία ρυπαίνουν τα φυτά, μειώνουν την αφομοιωτική τους ικανότητα καθώς πάνω τους αναπτύσσονται μύκητες καπνιάς, ενώ ταυτόχρονα προσελκύουν μυρμήγκια και άλλα έντομα.



**Μετάδοση φυτικών ιών.** Το είδος *A. nerii* αποτελεί φορέα των ιών: μωσαϊκό του ζαχαροκάλαμου, μωσαϊκό της παπάγιας καθώς και σημαντικών ιολογικών παθογόνων των κηπευτικών καλλιεργειών, όπως το μωσαϊκό της αγγουριάς, το μωσαϊκό της καρπουζιάς, ο ιός Υ της πατάτας κ.ά.

### 3.2.3 *Aphis citricola* van der Goot (Homoptera: Aphididae)

(*Aphis spiraecola* Patch, *Aphis pirifoliae* Shihjii), κν. πράσινη αφίδα των εσπεριδοειδών

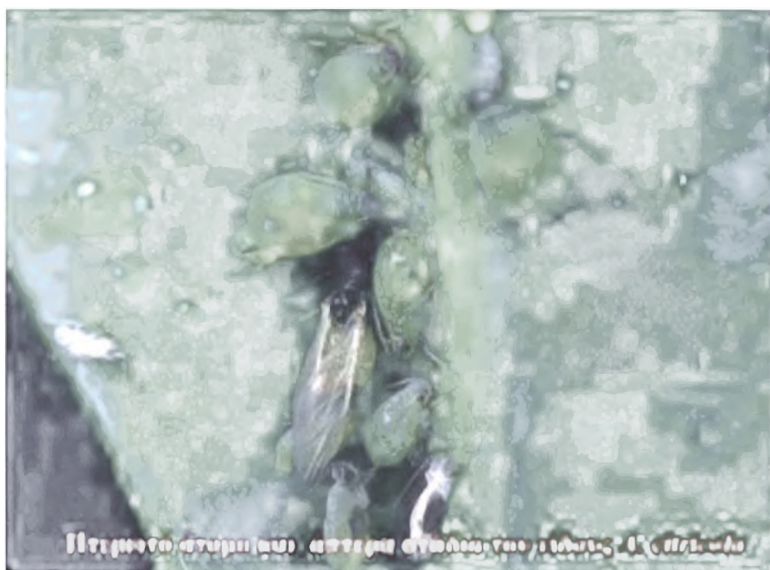
**Μορφολογία. Ενήλικο.** Το ενήλικο παρθενογενετικό είναι μικρού μεγέθους, με μήκος 1,2-2,2 mm. Το χρώμα του σώματός του κυμαίνεται από το πρασινοκίτρινο ή κιτρινοπράσινο έως το πράσινο, με εξαίρεση το κεφάλι του που είναι καστανό. Τα πόδια και οι κεραίες είναι ανοιχτής απόχρωσης. Οι κεραίες είναι βραχείες, μήκους λίγο μεγαλύτερο από το μισό του σώματός τους. Τα σιφώνια και η ουρά είναι σκούρου καστανού ή μαύρου χρώματος. Η ουρά είναι λίγο βραχύτερη από τα σιφώνια και φέρει 6-12 τρίχες. Στο μηρό υπάρχουν τρίχες, από τις οποίες ορισμένες είναι λεπτές και έχουν μήκος μεγαλύτερο από το πλάτος που έχει η βάση του (Stroyan,



1984).

Το ενήλικο παρθενογενετικό πτερωτό έχει σχεδόν το ίδιο μήκος με το άπτερο. Επίσης, τα σιφώνια και η ουρά είναι του ίδιου χρώματος και μεγέθους με αυτά του άπτερου. Ο θώρακας και το κεφάλι έχουν χρώμα σκούρο καστανό, ενώ η κοιλιά είναι κιτρινοπράσινη. Στα πλάγια κάθε κοιλιακού τμήματος (τεργίτη) διακρίνεται μια σκούρα κηλίδα.

Το *A. citricola* μοιάζει πολύ με το συγγενές του είδος *A. pomi* de Geer. Η διάκριση μεταξύ τους είναι αρκετά δύσκολη, υπήρξαν δε περιπτώσεις κατά το παρελθόν όπου, το *A. citricola* θεωρήθηκε ως *A. pomi* ή ακόμη και περιγράφηκε ως νέο είδος. Πάντως για τα εσπεριδοειδή δεν υφίσταται πρόβλημα διάκρισης μεταξύ των δύο ειδών, καθώς αυτά δεν αποτελούν ξενιστές του *A. pomi*.



**Φυτά-ξενιστές.** Είναι αρκετά πολυφάγο είδος και έχει σημειωθεί σε πολλά φυτά-ξενιστές που ανήκουν σε περισσότερες από 20 βοτανικές οικογένειες. Οι σημαντικότερες οικογένειες που αποτελούν ξενιστές του είδους είναι οι: Rutaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Caprifoliaceae, Compositae, αλλά και Boraginaceae, Cucurbitaceae, Umbelliferae (Blackman and Eastop, 1984). Οι Zehavi and Rosen (1987) στο Ισραήλ αναφέρουν αρκετούς ξενιστές του *A. citricola*, που εκτός των ανωτέρω οικογενειών ανήκουν στις οικογένειες: Apocyanaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Malvaceae, Moraceae κ.α. Τα εσπεριδοειδή, ιδιαίτερα η μανταρινιά (*Citrus reticulata* Planco) και η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis* L.) θεωρούνται οι σπουδαιότεροι ξενιστές του είδους.



**Γεωγραφική εξάπλωση-κατανομή.** Το είδος κατάγεται πιθανώς από την Άπω Ανατολή, ενώ η παρουσία του έχει διαπιστωθεί στη Βόρεια Αμερική από το 1907, ενώ στην Μεσογειακή λεκάνη εισήχθη περί το 1939 (Blackman and Eastop, 1984).



**Βιολογία-ζημιές.** Το *A. citricola* πολλαπλασιάζεται με κυκλική παρθενογένεση στη Νότια Αμερική, τη Βραζιλία και άλλες περιοχές του κόσμου, όπου ο κύριος ξενιστής αποτελεί είδος που ανήκει στο γένος *Spirea*. Στην Ιαπωνία, εκτός από το γένος *Spirea* καταγράφηκε και το γένος *Citrus* ως κύριος (πρωτογενής) ξενιστής, επί του οποίου εναποτέθηκαν χειμερινά αυγά του *A. citricola* (Komazaki et al. 1979). Συνήθως όμως, το είδος αυτό, πολλαπλασιάζεται με μη κυκλική παρθενογένεση στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου.

Στο Ισραήλ δεν βρέθηκαν έμφυλα άτομα ή αυγά του είδους επί εσπεριδοειδών, ακόμα και στο βορειότερο τμήμα της χώρας, αλλά ούτε και επί σπειραΐας σε ορεινή περιοχή, επίσης στα βόρεια της χώρας (Zehavi and Rosen, 1987).

Νωρίς την άνοιξη, κατά τα μέσα-τέλη Μαρτίου ή στις αρχές Απριλίου και ανάλογα με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής, εμφανίζονται τα παρθενογενετικά άτομα, τα οποία εγκαθίστανται όπως και το είδος *Toxoptera aurantii* στη νέα βλάστηση και κυρίως στην κάτω επιφάνεια των νεαρών φύλλων και αρχίζουν να μυζούν φυτικούς χυμούς. Η συμπτωματολογία των προσβολών είναι σχεδόν ταυτόσημη με αυτή που προκαλείται από το είδος *T. aurantii*, οι ζημιές όμως που προκαλούνται είναι συνήθως αρκετά μεγαλύτερες. Το *A. citricola* θεωρείται ως το πλέον επιζήμιο είδος αφίδας για τις πορτοκαλιές και τις μανταρινιές και ειδικότερα για τις κλημεντίνες στην Ιταλία, αλλά και σε άλλες χώρες της Μεσογειακής λεκάνης, ενώ οι λεμονιές δεν προσβάλλονται σχεδόν ποτέ από την

πράσινη αφίδα των εσπεριδοειδών.

Είναι δυνατό, να σημειωθεί μεγάλη αύξηση των πληθυσμών στη διάρκεια των επομένων εαρινών μηνών και να υπάρξει μετά την περίοδο του καλοκαιριού, μια επαναπροσβολή των φυτών-ξενιστών κατά το φθινόπωρο, όταν μειώνονται κάπως οι έντονες θερμοκρασίες που επικράτησαν τους θερινούς μήνες. Οι πληθυσμοί του είδους κατά την επανεμφάνισή τους το φθινόπωρο είναι αρκετά μικρότεροι εκείνων της άνοιξης.

Το *A. citricola* παρουσιάζει μέγιστο ενδογενή ρυθμό αύξησης  $m$  σε θερμοκρασία 27 °C. Σύμφωνα με τους Zehavi και Rosen, η αναπαραγωγική ικανότητά του ανέρχεται ανά θηλυκό σε 61,2 9,1 νύμφες κατά τη διάρκεια των 12-16 ημερών στην οποία εκτείνεται η αναπαραγωγική του περίοδος, πάνω σε φύλλα πορτοκαλιάς ποικιλίας Valencia, όταν εκτίθεται σε σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος  $25 \pm 1$  °C. Κατά τους ίδιους ερευνητές, η μέση ημερήσια γονιμότητα βρέθηκε να είναι  $5,1 \pm 2,4$  άτομα, το δε μέγιστο των γεννήσεων το οποίο ανέρχονταν σε 6-8 νύμφες, παρατηρήθηκε κατά την 5<sup>η</sup>, 6<sup>η</sup> και 7<sup>η</sup> ημέρα.

**Μετάδοση φυτικών ιών.** Το είδος *A. citricola* αποτελεί φορέα των ιών: τριστέσσα των εσπεριδοειδών (δεν θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματικός φορέας του), μωσαϊκό της αγγουριάς, παραμόρφωση της παπάγιας, ευλογία των πυρηνοκάρπων (σάρκα), ιό Υ της πατάτας, καθώς και τη φυλή του μωσαϊκού της μηδικής που προσβάλλει το βιβούρνο (Eastop, 1983).

### **3.2.4 *Aphis craccivora* Koch**

**Ενήλικο.** Είναι αφίδα μικρού μεγέθους. Το άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό έχει μήκος 1,5-2,5 mm και γενικό χρώμα μαύρο γυαλιστερό, εκτός από τους ταρσούς και τα δύο πρώτα άρθρα των κεραιών που είναι ανοιχτόχρωμα. Τα σιφώνια έχουν μήκος 0,35-0,40 mm και οι κεραιές έχουν μήκος όσο τα 2/3 του σώματος. Τα ανήλικα στάδια φέρουν ελαφρά επικάλυψη με κηρώδη ουσία. Τα πτερωτά άτομα έχουν μήκος 1,4-12,9 mm. Η νεαρή νύμφη είναι σκοτεινού καστανού χρώματος. Καθώς διέρχεται τα διάφορα προνυμφικά στάδια αποκτά σκοτεινότερο χρώμα και τελικά καταλήγει μαύρη.

**Φυτά-ξενιστές.** Το *Aphis craccivora* είναι πολυφάγο είδος. Παρουσιάζει μια ιδιαίτερη

τροφική προτίμηση για φυτά της οικογένειας των ψυχανθών, προσβάλλοντας είδη φυτών που ανήκουν στα γένη *Vicia*, *Trifolium*, *Melilotus*, *Wisteria*, *Robinia*, *Colutea*, *Vigna*, *Arachis*. Αποτελεί πολύ σημαντικό εχθρό της αραχίδας, της βίνιας και των φασολιών στις θερμότερες περιοχές του κόσμου.

Ταυτόχρονα, συχνά δημιουργεί μικρές αποικίες και επί φυτών που ανήκουν σε άλλες βοτανικές οικογένειες (*Polygonaceae*, *Verbenaceae*, *Amaranthaceae*, *Rutaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Scrophulariaceae*, *Chenopodiaceae* κλπ.). Έχει παρατηρηθεί να προσβάλλει το βαμβάκι, τα κολοκυνθοειδή (κολοκύθι, πεπόνι) και στην Κύπρο τα εσπεριδοειδή. Επίσης, προσβάλλει την χαρουπιά, τα καρότα, αγγελική, γαρύφαλλο. Στην Αίγυπτο και το Ισραήλ συναντάται σε μηδική, τριφύλλι, βίκο, ρεβύθια και φασόλια (Rivnay, 1962).



**Γεωγραφική κατανομή.** Το είδος *Aphis craccivora* θεωρείται ότι κατάγεται από τις θερμές περιοχές της παλαιοαρκτικής ζώνης. Πλέον, παρουσιάζει παγκόσμια εξάπλωση, ενώ εμφανίζει έντονη παρουσία στην περιοχή των τροπικών. Αποτελεί κοινό είδος στην Ευρώπη καθώς και τις χώρες της Μεσογειακής λεκάνης.

**Βιολογία.** Οι νεαρές αποικίες του είδους αναπτύσσονται στις βλαστικές κορυφές των φυτών-ξενιστών του. Όπως τα περισσότερα είδη αφίδων, απομυζά τους χυμούς των φυτών που προσβάλλει. Στα ψυχανθή παρουσιάζει την τάση να προσβάλλει τα καρποφόρα όργανα (άνθη και καρπούς). Η τροφική προτίμηση που εκδηλώνει το είδος καθιστά σημαντικότερες τις επιπτώσεις της προσβολής του σε είδη φυτών στα οποία το εμπορεύσιμο μέρος είναι οι λοβοί ή οι σπόροι. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται τα χορτοδοτικά φυτά που προορίζονται (καλλιεργούνται) για

σποροπαραγωγή.

Κατά τον Rivnay (1962), δεν έχει διαπιστωθεί η παρουσία έμφυλων ατόμων του είδους στις χώρες της Μεσογειακής λεκάνης. Στις περιοχές αυτές, τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται αγενώς στη διάρκεια ολοκλήρου του έτους, όταν οι θερμοκρασίες είναι τέτοιες που να επιτρέψουν τον ανολοκυκλικό τρόπο αναπαραγωγής. Εντούτοις, η παρουσία έμφυλων μορφών έχει αναφερθεί στη Γερμανία και στην Ινδία (Blackman και Eastop, 1985). Τα αρσενικά άτομα είναι περωτά. Το ζει κυρίως επί των ψυχανθών, όταν όμως επικρατούν συνθήκες ξηρασίας, αποικίζει αρδευόμενες καλλιέργειες ή εύχυμα μέλη/είδη άλλων βοτανικών οικογενειών.



**Μετάδοση φυτικών ιών.** Μεταδίδει περισσότερους από τριάντα μη έμμοτους φυτικούς ιούς σε σημαντικά καλλιεργούμενα είδη (φασόλια, κάρδαμο, μπιζέλια, τεύτλα, κολοκυνθοειδή, σταυρανθή). Μεταδίδει επίσης τους έμμοτους ιούς του υπόγειου νανισμού του τριφυλλιού (subterranean clover stunt), της ποικιλόχρωσης της αραχίδας (groundnut mottle), και της ασθένειας του ρόδακα της αραχίδας (groundnut rosette). Το είδος μεταδίδει και σημαντικό αριθμό μη-έμμοτων ιών όπως το μωσαϊκό των κουκιών (BBMV), το κοινό μωσαϊκό της φασολιάς (BCMV), το μωσαϊκό των τεύτλων (BMV), ο ιός της μαύρης δακτυλιωτής κηλίδας του λάχανου (CBSV), το μωσαϊκό της αγγουριάς (CMV), το μωσαϊκό της μηδικής (AMV), το μωσαϊκό της καρπουζιάς (WMV 2).



### 3.2.5. *Aphis gossypii* Glover

**Ενήλικο.** Το άπτερο ζωοτόκο παρθενογενετικό θηλυκό έχει διαστάσεις 1,2-2x0,9 mm και χρώμα συνήθως πράσινο. Δεν είναι όμως σπάνιες οι περιπτώσεις που το χρώμα του είναι πρασινοκίτρινο, πρασινότεφρο, πράσινο βαθύ ή ακόμα και πρασινόμαυρο. Οι οφθαλμοί είναι σκοτεινοκάστανοι. Οι κεραίες είναι πιο κοντές από το σώμα και δεν φτάνουν στη βάση των σιφώνιων. Τα σιφώνια είναι μαύρα και έχουν μήκος 0,14-0,23 του μήκους του σώματος. Το παρθενογενετικό πτερωτό είναι κάπως μικρότερο (1,35x 0,65 mm) και έχει άνοιγμα πτερύγων 5,1 mm.



**Φυτά-ξενιστές.** Είναι εξαιρετικά πολυφάγο είδος. Προσβάλλει φυτά που ανήκουν σε 32 τουλάχιστον βοτανικές οικογένειες. Από τα καλλιεργούμενα φυτά εκτός του βαμβακιού και της πεπονιάς, προσβάλλει την καρπουζιά, αγγουριά, μπάμια, μελιτζάνα, πατάτα, σουσάμι, σπαράγγι, καφέ, κακάο, αραβόσιτο, σκόρδο, μαρούλι, αμυγδαλιά, εσπεριδοειδή, ροδιά. Επίσης, προσβάλλει πολλά καλλωπιστικά είδη, συμπεριλαμβανομένων των ιβίσκου, χρυσάνθεμου κλπ. Θεωρείται ως ένας από τους σπουδαιότερους εχθρούς του βαμβακιού και των κολοκυνθοειδών, όπου και δημιουργεί πολύ μεγάλους πληθυσμούς στα προσβεβλημένα φυτά.

**Γεωγραφική κατανομή.** Παρουσιάζει παγκόσμια εξάπλωση. Συναντάται σε όλες τις χώρες που παρουσιάζουν ηπειρωτικό ή υποτροπικό κλίμα. Στις ψυχρότερες περιοχές της γης, η παρουσία του είδους περιορίζεται σε καλλιέργειες υπό κάλυψη (όπου και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς). Παρουσιάζει υψηλούς

πληθυσμούς και ευρύτατη κατανομή-εξάπλωση στις τροπικές περιοχές, καθώς και σε πολλά νησιά του Ειρηνικού.

**Βιολογία-ζημιές.** Η συστηματική ταξινόμηση του είδους παρουσιάζει δυσκολίες, με αποτέλεσμα να καθιστά προβληματική την ερμηνεία των πληροφοριών που σχετίζονται με τη βιολογία του. Αν και παρουσιάζει ανολοκυκλική αναπαραγωγή στην Ευρώπη, το *A. gossypii* συνδέεται στενά με το Ευρωπαϊκό είδος *Aphis* της ομάδας *frangulae* το οποίο αξιοποιεί το είδος *Frangula alnus* ως πρωτογενή ξενιστή (Thomas, 1968). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την παλαιοαρκτική καταγωγή του είδους. Παρόλα αυτά, ο Krings (1959) κατέδειξε την διαχείμαση του είδους κατά τον ολοκυκλικό τρόπο έμφυλης αναπαραγωγής στο Κονέκτικατ των Η.Π.Α., με τα είδη *Catalpa bignonioides* και *Hibiscus syriacus* να λειτουργούν ως πρωτογενείς ξενιστές του είδους.

Σε παγκόσμιο επίπεδο το *A. gossypii* συνιστά/αποτελείται από μια απροσδιόριστη σειρά φυλών μερικές από τις οποίες μπορεί να εκδηλώνουν εξειδικευμένες σχέσεις με τα φυτά-ξενιστές που προσβάλλουν. Για παράδειγμα, το *A. gossypii* προσβάλλει τις καλλιέργειες χρυσάνθεμου και αγγουριάς υπό κάλυψη στη Μ. Βρετανία, όμως οι αφίδες που προέρχονται από τα χρυσάνθεμα δεν μπορούν να αποικίσουν τα κολοκυνθοειδή, αλλά και το αντίστροφο. Εντούτοις, και οι δύο πληθυσμοί του είδους μπορούν να προσβάλλουν και να αναπαραχθούν επί φυτών βάμβακος. Η μορφή που προσβάλλει τα χρυσάνθεμα έχει αποκτήσει ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα, ενώ η μορφή που προέρχεται από τα κολοκυνθοειδή όχι, τουλάχιστον επί του παρόντος. Το παράδειγμα αυτό υποδηλώνει ότι υπό ορισμένες προϋποθέσεις ίσως να είναι σκόπιμο να αξιολογούμε ξεχωριστούς πληθυσμούς του είδους *A. gossypii* ως ξεχωριστές ταξινομικές οντότητες.



Αναφορικά με το βιολογικό του κύκλο το *A. gossypii* μπορεί να παρουσιάζει πολλές γενεές ανά έτος. (μέχρι και εξήντα) Είναι σχετικά ανθεκτικό στο θερμό και ξηρό καλοκαίρι, σε αντίθεση με πολλά άλλα είδη αφίδων, των οποίων οι πληθυσμοί μειώνονται δραματικά με την επικράτηση ξηροθερμικών συνθηκών. Προσβάλλει το βαμβάκι ιδίως όταν είναι νεαρό και λιγότερο το φθινόπωρο. Οι πληθυσμοί του είναι πυκνοί στο βαμβάκι τον Απρίλιο και το Μάιο, ενώ στην πεπονια και τα υπόλοιπα κολοκυνθοειδή τους μήνες Μάιο και Ιούνιο. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες (22-25°C), ο βιολογικός του κύκλος συμπληρώνεται σε 6 ημέρες, ενώ στους 20 °C διαρκεί 26 ημέρες. Βρίσκεται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Τα συμπτώματα της προσβολής των φυτών είναι τα τυπικά συμπτώματα της προσβολής από αφίδες (εξασθένηση φυτών, συστροφή φύλλων, μείωση έως εκμηδενισμός της παραγωγής και σε σοβαρή προσβολή και πολύ υψηλούς πληθυσμούς του εχθρού, πτώση των νεαρών καρυδίων και ξήρανση των νεαρών ποωδών φυτών). Επίσης, εκκρίνει μελιτώδη αποχωρήματα επί των οποίων εγκαθίστανται και αναπτύσσονται μύκητες καπνιάς που καλύπτουν το φύλλωμα μειώνοντας την φωτοσυνθετική επιφάνεια και συνεπώς την αφομοιωτική ικανότητα του προσβεβλημένου φυτού, ενώ ρυπαίνουν τις φυτικές επιφάνειες, μειώνοντας την εμπορική αξία των ινών του βαμβακιού, των καρπών των κολοκυνθοειδών αλλά και την αισθητική αξία πολλών καλλωπιστικών και ανθοκομικών ειδών-ξενιστών.

**Μετάδοση φυτικών ιών.** Το *A. gossypii* αποτελεί έναν από τους αποτελεσματικότερους φορείς φυτικών ιών. Είναι σε θέση να μεταδώσει περισσότερους από 50 φυτικούς ιούς, συμπεριλαμβανομένων των μη-έμμονων ιών που προσβάλλουν τον αρακά και τα φασόλια, τα σταυρανθή, το σέλινο, τα κολοκυνθοειδή, τη ντάλια, το μαρούλι, το κρεμμύδι, την παπάγια, την πιπεριά, τη σόγια, τη φράουλα, τη γλυκοπατάτα, τον καπνό, την τουλίπα κ.ά. Αποτελεί επίσης φορέα των έμμονων ιών της ανθοκυάνωσης του βάμβακος (cotton anthocyanosis), του σχηματισμού ροζέτας στο λίκιο (lilly rosette), και του μωσαϊκού με φλύκταινες του αρακά (pea enation mosaic).

**Καταπολέμηση.** Για την αντιμετώπιση των αφίδων θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη ορισμένοι παράγοντες ώστε να αποφευχθεί η διενέργεια άσκοπων ψεκασμών. Το ύψος του πληθυσμού του εντόμου σε συνδυασμό με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες

και την ύπαρξη ή μη παρασίτων και αρπακτικών ειδών (φυσικών εχθρών) πρέπει να αποτελούν γνώμονα για τυχόν επεμβάσεις. Γενικά, μια ελαφριά ή μέση προσβολή που συνοδεύεται από δροσερό καιρό και έλλειψη παρασίτων (κυρίως Syrphidae και Coccinelidae) μπορεί γρήγορα να εξελιχθεί σε βαριά, ενώ σε αντίθετη περίπτωση όταν επικρατούν για μεγάλο διάστημα υψηλές θερμοκρασίες και ξηρός καιρός και μεγάλος αριθμός ωφέλιμων αρπακτικών αναπτύσσεται στις αποικίες των αφίδων, τότε μπορεί να μην χρειαστεί καμία επέμβαση για την καταστολή των προσβολών.

Πάντως, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί άκαιροι και άσκοποι ψεκασμοί μπορεί να οδηγήσουν στην εξάλειψη των ωφέλιμων εντόμων στερώντας τη συμβολή τους για την μείωση των πληθυσμών του *A. gossypii*, εμφάνιση εθισμένων ανθεκτικών ατόμων και -εάν οι κλιματικές συνθήκες το ευνοήσουν- σε μεγάλες εξάρσεις πληθυσμών όπως συνέβη τα έτη 1984 και 1985 σε σημαντικές περιοχές καλλιέργειας του βαμβακιού στη χώρα μας.

Σε περιπτώσεις που αποφασίζεται η επέμβαση με εντομοκτόνες ουσίες, θα πρέπει οπωσδήποτε να ψεκάζεται καλά η κάτω επιφάνεια των φύλλων. Στις συνιστώμενες δραστικές ουσίες συγκαταλέγονται οι pirimicarb, deltamethine+heptenophos, acephate, vamidothion. Μπορούν επίσης να εφαρμοστούν διασυστηματικά κοκκώδη εντομοκτόνα εδάφους (aldicarb, phorate) κατά τη σπορά, τα οποία προστατεύουν τα φυτά για διάστημα 6-8 εβδομάδων, εκτός από τις αφίδες και από θρίπες, αλευρώδεις και άλλα επιβλαβή έντομα (Σταμόπουλος, 1995). Τα τελευταία χρόνια για την αντιμετώπιση του *A. gossypii* αλλά και άλλων μυζητικών εντόμων, χρησιμοποιούνται κυρίως μέλη της ομάδας των χλωρονικοτινιλικών ή νεονικοτινοειδών εντομοκτόνων, τόσο στο βαμβάκι όσο πλέον και στα κηπευτικά (imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam).



## ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΙΩΝ CMV ΚΑΙ CMW-2 ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΑΦΙΔΩΝ ΑΠΟ ΦΥΤΑ ΚΟΛΟΚΥΘΙΟΥ ΜΙΚΤΑ ΜΟΛΥΣΜΕΝΑ ΜΕ ΤΑ ΔΥΟ ΠΑΘΟΓΟΝΑ.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς (Cucumber mosaic cucumovirus) και ο ιός του μωσαϊκού 2 της καρπουζιάς (Watermelon mosaic 2 Potyvirus), αποτελούν δύο από τα σημαντικότερα ιολογικά παθογόνα που απειλούν τις καλλιέργειες των κολοκυνθοειδών στην Ελλάδα και διεθνώς. Ο CMV διαθέτει ευρύτατο φάσμα ξενιστών (υπερβαίνει τα 670 φυτικά είδη) και προκαλεί σοβαρά προβλήματα στα κολοκυνθοειδή (κολοκύθι, αγγούρι, πεπόνι, καρπούζι), τα σολανώδη (ντομάτα, πιπεριά, καπνός) και άλλα σημαντικά κηπευτικά (φασόλι, σέλινο, σπανάκι) και ανθοκομικά είδη. Στον αγρό μεταδίδεται με περισσότερα από 75 είδη αφίδων με μη έμμονο τρόπο, ενώ μετάδοση με το σπόρο έχει διαπιστωθεί σε περισσότερα από 20 είδη (καλλιεργούμενα και αυτοφυή), σε χαμηλά συνήθως ποσοστά. Μετάδοση του ιού μικρής επιδημιολογικής σημασίας πραγματοποιείται με επαφή υγιών-μολυσμένων φυτών και εργαλείων ή χεριών των εργαζομένων. Τα συμπτώματα που προκαλεί εξαρτώνται κυρίως από τον ξενιστή και περιλαμβάνουν διαφάνεια των νευρώσεων, ποικιλοχλώρωση, μωσαϊκό, κίτρινες κηλίδες, τραχύτητα του ελάσματος, βοθρίωση-παραμόρφωση των καρπών.

Ο ιός του μωσαϊκού 2 της καρπουζιάς προσβάλλει τα καλλιεργούμενα κολοκυνθοειδή και κάποια ψυχανθή, ενώ πηγές του ιού αποτελούν σημαντικός αριθμός αυτοφυών ειδών (ιδιαίτερα των οικογενειών *Curcubitaceae* και *Leguminosae*). Η προσβολή του WMV-2 προκαλεί στα φυτά χλώρωση-ποικιλόχρωση, παραμόρφωση των φύλλων και αναστολή της αύξησης του φυτού. Τα συμπτώματα (φλυκταινοειδές μωσαϊκό, εξογκώματα στους καρπούς, βενταλλιοποίηση-νημάτωση των φύλλων) είναι έντονα και παραμορφωτικά, εντονότερα από αυτά που συνήθως προκαλεί στα φυτά ο CMV. Ο WMV-2 μεταδίδεται με περισσότερα από 40 είδη αφίδων με μη έμμονο τρόπο. Επίσης, αναφέρθηκε μετάδοση του ιού με τον υπονομευτή *Liriomyza sativae* (Dipt: *Agromyzidae*), ενώ δεν μεταδίδεται με το σπόρο αγγουριού, αρακά, κολοκυθίου και

καρπουζιού. Αποτελεί το ιολογικό παθογόνο με την υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης στις καλλιέργειες κολοκυνθοειδών της χώρας, όπως κατέδειξαν πρόσφατες μελέτες (Παπαβασιλείου, 2002), ενώ το μωσαϊκό της αγγουριάς κατέχει την τρίτη θέση με σταθερά και σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά σε όλες της περιοχές ευρείας καλλιέργειας των κολοκυνθοειδών. Οι υψηλοί πληθυσμοί και η διαρκής παρουσία αφίδων-φορέων εντός των καλλιεργούμενων κολοκυνθοειδών διασπείρει ταχύτατα τα αρχικά μολύσματα κατανέμοντας τα μεταξύ των φυτών και οδηγώντας στη μόλυνση μεμονωμένων φυτών με δύο ή και περισσότερους ιούς. Οι πτερωτές αφίδες συνεχίζουν να προσγειώνονται επί των μικτά μολυσμένων αυτών φυτών και να τα εγκαταλείπουν ιδιαίτερα όταν δεν αποτελούν ξενιστές τους και δεν αξιολογούνται ως κατάλληλα για τη μόνιμη εγκατάσταση-αποδοχή και την αναπαραγωγή τους.

Η παρούσα εργασία διερευνά την συμπεριφορά μετάδοσης και επιχειρεί να καταγράψει τη διαφοροποίηση στη μετάδοση των ιών που συνυπάρχουν στο μολυσμένα φυτό από τα έντομα-φορείς, αποσκοπώντας να εξακριβώσει πιθανή υπεροχή κάποιου από τα παθογόνα αυτά.

## ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ

### *Απομονώσεις των ιών*

Οι απομονώσεις των ιών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προήλθαν από φυτά κολοκυθιάς υπαίθριας καλλιέργειας η οποία αναπτύσσονταν στην περιοχή Βασιλικών του Ν. Θεσσαλονίκης. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε λίγες εβδομάδες μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Η εικόνα των φυτών χαρακτηρίζονταν από την ύπαρξη τυπικών ιολογικών συμπτωμάτων (μωσαϊκό, ποικιλόχρωση, παραμόρφωση-νημάτωση, συστρόφη του ελάσματος). Τα δείγματα ελέγχθηκαν για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο παρουσίας άλλων κοινών ιολογικών παθογόνων (ZFYV, WMV-1, ZFYV) των οποίων η προσβολή εκδηλώνεται στα φυτά με παραπλήσιο τρόπο. Ο έλεγχος των φυτών πραγματοποιήθηκε με την ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA. Αφότου διαπιστώθηκε η απουσία μικτών μολύνσεων, το μολυσμένο φυτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των πρώτων μολυσμένοι φυτών με την πραγματοποίηση μηχανικών μολύνσεων. Τα μολυσμένα φύλλα από κάθε απομόνωση του ιού λειοτριβήθηκαν σε γουδί πορσελάνης παρουσία ρυθμιστικού φωσφορικού διαλύματος (pH: 7,0). Τα φυτά-δείκτες που εκτέθηκαν στη μόλυνση ήταν κολοκύθια, ποικιλίας Atene τα οποία βρίσκονταν στο στάδιο των κοτυληδόνων. Μετά

την εκδήλωση των συμπτωμάτων στα αρχικά μολυσμένα με τους ιούς CMV και WMV-2 φυτά, ελήφθησαν δείγματα από το μολυσμένο φυτικό υλικό και πραγματοποιήθηκαν εκ νέου μηχανικές μολύνσεις σε κολοκύθια ποικιλίας Atene, τα οποία επίσης βρίσκονταν στο στάδιο των κοτυληδόνων. Τα φυτά μολύνθηκαν ταυτόχρονα με τους ιούς CMV και WMV-2 ώστε να αποκτηθεί τελικά φυτικό υλικό με ταυτόχρονη παρουσία και των δύο παθογόνων. Η μικτή μόλυνση επιβεβαιώθηκε με έλεγχο δειγμάτων που πραγματοποιήθηκε με την ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA.

#### **Αποικίες των αφίδων.**

Τα είδη των αφίδων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προήλθαν από αποικίες των ειδών που αναπτύσσονταν σε προσβεβλημένα φυτά-ξενιστές τους σε συνθήκες αγρού. Το είδος *Aphis nerii* προήλθε από φυτά πικροδάφνης (*Nerium oleander*), το *Aphis craccivora* συλλέχθηκε από ψευδακακία (*Robinia pseudacacia*), το *Aulacorthum solani* συλλέχθηκε από φυτά στύφνου (*Solanum nigrum*) τα οποία αναπτύσσονταν εντός θερμοκηπιακής καλλιέργειας αγγουριού, το είδος *A. spireacola* (*A. citricola*) προήλθε από προσβεβλημένες νεραντζιές (*Citrus aurantium* ενώ το είδος *A. gossypii* συλλέχθηκε από φυτά βάμβακος (*Gossypium hirsutum*). Ένα άτομο από τον αρχικό πληθυσμό κάθε είδους που μεταφέρθηκε στο εργαστήριο από τον αγρό και χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία κλωνικών εργαστηριακών αποικιών των ειδών. Οι αποικίες του είδους *A. nerii* αναπτύχθηκαν σε νεαρά φυτά πικροδάφνης, του είδους *A. craccivora* σε κουκιά (*Vicia faba*), του είδους *A. solani* σε νεαρά φυτά μελιτζάνας (*Solanum melongena*), του είδους *A. spireacola* σε δενδρύλλια πορτοκαλιάς και του *A. gossypii* σε φυτά βάμβακος. Οι αποικίες των ειδών διατηρήθηκαν σε θαλάμους ανάπτυξης στους οποίους δέχονταν φωτοπερίοδο διάρκειας 16 ωρών και θερμοκρασία 20 °C.

#### **Δοκιμές μετάδοσης.**

Στις δοκιμές μετάδοσης χρησιμοποιήθηκαν ενήλικα άπτερα άτομα ή άτομα τελευταίου προνυμφικού σταδίου. Τα άτομα συλλέχθηκαν από τα φυτά στα οποία αναπτύσσονταν οι εργαστηριακές αποικίες των αφίδων. Η απομάκρυνση τους έγινε με τη βοήθεια ειδικού πινέλου και ακολούθως τοποθετούνταν σε μικροσωληνίσκους για να διέλθουν διάστημα νηστείας διάρκειας 1,5-2 ωρών, μεταχείριση η οποία αυξάνει τη μεταδοτική ικανότητα των μη έμμονων ιών από τις αφίδες. Για κάθε φυτό-δείκτη χρησιμοποιήθηκε ένα άτομο από κάθε είδος.

Μετά την παρέλευση του διαστήματος νηστείας οι αφίδες τοποθετούνταν

στα μικτά μολυσμένα φυτά κολοκυθίου ποικιλίας Atene, επί νεαρών, πλήρως αναπτυγμένων φύλλων, τα οποία εμφάνιζαν έντονα συμπτώματα ιολογικής προσβολής. Στις δοκιμές μετάδοσης χρησιμοποιήθηκαν φυτά στα οποία η μόλυνση είχε πραγματοποιηθεί περίπου πριν τρεις εβδομάδες. Οι αφίδες ευρισκόμενες επί του ελάσματος των φύλλων, πραγματοποιούσαν δοκιμαστικά νύγματα τα οποία διαρκούσαν 3-4 λεπτά. Μετά την παρέλευση του χρονικού αυτού διαστήματος οι αφίδες αποσύρονταν από τα φυτά-πηγές των ιών CMV και WMV-2 με τη βοήθεια πινέλου και τοποθετούνταν σε υγιή φυτά κολοκυθίου ποικιλίας Atene, τα οποία βρισκόνταν στο στάδιο των κοτυληδόνων. Τα φυτά-δείκτες καλύπτονταν με εντομοστεγές τούλι που απέτρεπε τη διασπορά των αφίδων και την πρόκληση ανεπιθύμητων επιμολύνσεων. Οι αφίδες παρέμεναν στα υγιή φυτά κολοκυθίου για διάστημα μεγαλύτερο των 7 ωρών (συνηθέστερα καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας). Ακολούθως, το εντομοστεγές υλικό απομακρύνονταν από τα φυτά τα οποία δέχονταν ψεκάσμο με εντομοκτόνο (deltamethrin), ώστε να εξοντωθούν τα άτομα των αφίδων που παρέμεναν ακόμα επί των φυτοδεικτών. Τα φυτά μεταφέρονταν σε εντομοστεγές θερμοκήπιο στο οποίο παρέμεναν για διάστημα 3 εβδομάδων μέχρι την εκδήλωση των ιολογικών συμπτωμάτων. Τα φυτά δέχονταν για προληπτικούς λόγους εβδομαδιαίους ψεκασμούς με εντομοκτόνα για να περιοριστεί ο κίνδυνος επιμολύνσεων που θα προκαλούσε η τυχαία εισβολή πτερωτών αφίδων στο χώρο διατήρησης των φυτών. Όταν ολοκληρώθηκε η εκδήλωση των συμπτωμάτων ελήφθησαν δείγματα από όλα ανεξαιρέτως τα φυτά (τόσο τα μολυσμένα όσο και τα ασυμπτωματικά). Τα δείγματα ελέγχθηκαν με την ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA για την παρουσία των ιών CMV και WMV-2. Για κάθε είδος αφίδας που αξιολογήθηκε χρησιμοποιήθηκαν 300 φυτά (πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις των 60 φυτών).

Επίσης, πραγματοποιήθηκαν συμπληρωματικές δοκιμές μετάδοσης με την αφίδα του βάμβακος και της πεπονιάς (*A. gossypii*) κατά τις οποίες τα μεμονωμένα ενήλικα άπτερα του είδους "εκτέθηκαν" σε δύο διαφορετικούς συνδυασμούς φυτών. Στον πρώτο, αρχικά εκτέθηκαν στα μολυσμένα φυτά με την ταυτόχρονη παρουσία των ιών CMV και WMV-2, στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε υγιή φυτά κολοκυθίου στα οποία επίσης πραγματοποίησαν δοκιμαστικά νύγματα διάρκειας 3-4 λεπτών πριν καταλήξουν σε υγιείς φυτοδείκτες στους οποίους παρέμειναν για διάστημα μεγαλύτερο των 7 ωρών. Στο δεύτερο συνδυασμό, οι αφίδες αρχικά τοποθετήθηκαν σε υγιή φυτά, ακολούθησε η πραγματοποίηση δοκιμαστικών νυγμάτων σε μικτά μολυσμένα φυτά κολοκυθίου και τέλος τους επιτράπηκε να εκδηλώσουν τροφική

δραστηριότητα σε υγιή φυτά κολοκυθίου για διάστημα μεγαλύτερο των 7 ωρών. Μετά την αποκάλυψη τους (αφαίρεση του εντομοστεγούς υλικού), τα φυτά δέχθηκαν ακριβώς τις ίδιες μεταχειρίσεις, όπως και τα φυτά των δοκιμών που προαναφέρθηκαν.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα που απέδωσαν οι δοκιμές μετάδοσης των ιών CMV και WMV-2 που συνυπήρχαν στα ίδια μολυσμένα φυτά με τα είδη αφίδων που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Είδη Αφίδων	CMV	CMV+WMV-2	WMV-2	WMV-	ΣΥΝΟΛΟ
<i>Aphis nerii</i>	13/300	36/300	1/300		50/300
<i>Aphis craccivora</i>	35/300	55/300	2/300		92/300
<i>A. spiraecola (A. citricola)</i>	38/300	50/300	1/300		89/300
<i>Aphis gossypii</i>	62/300	65/300	10/300		137/300
<i>Aulacorthum solani</i>	20/300	20/300	4/300		44/300

**Πίνακας 2.** Συγκεντρωτικά δεδομένα δοκιμών μετάδοσης διαφόρων ειδών αφίδων που πραγματοποίησαν δοκιμαστικά νύγματα σε φυτά κολοκυθίου ταυτόχρονα μολυσμένα με τους ιούς CMV και WMV-2.

Οι δοκιμές μετάδοσης διαφόρων ειδών αφίδων σε ταυτόχρονα μολυσμένα με τους ιού φυτά κολοκυθίου απέδωσαν υψηλότερα ποσοστά μετάδοσης και των δύο ιών στα υγιή φυτά κολοκυθίου στα οποία ακολούθως τράφηκαν τα ιοφόρα άτομα των αφίδων. Τα ποσοστά ταυτόχρονης μετάδοσης και των δύο ιών από τα μεμονωμένα άτομα αφίδων ήταν για τα είδη *A. nerii*, *A. craccivora*, *A. spiraecola*, *A. gossypii* και *A. solani* 14%, 18,33%, 16,66%, 21,33% και 6,66%, αντίστοιχα. Οι αφίδες πέτυχαν να μεταδώσουν στους υγιείς φυτοδείκτες αποκλειστικά τον ιό του μωσαϊκού της αγγουριάς σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά, τα οποία στις περιπτώσεις των ειδών *Aulacorthum solani* και *Aphis gossypii* ήταν ισότιμα ή ελαφρώς μικρότερα, αντίστοιχα, συγκρινόμενα με τα ποσοστά ταυτόχρονης μετάδοσης και των δύο ιών. Για τα άλλα είδη υπήρξε μια διαφοροποίηση στα ποσοστά μετάδοσης των δύο ιών ταυτόχρονα και του ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς μεμονωμένα. Συγκεκριμένα, οι διαφορές που καταγράφηκαν ήταν της τάξης του για το είδος *A. nerii* του % για το είδος *A. craccivora* και του 4% για το *A. spiraecola*. Αντίθετα, ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά μετάδοσης αποκλειστικά του ιού του μωσαϊκού 2 της καρπουζιάς επιτεύχθηκαν με την πραγματοποίηση δοκιμαστικών νυγμάτων από μεμονωμένα άτομα των ανωτέρω ειδών στα φυτά που παρουσίαζαν μικτή μόλυνση. Τα είδη *A. nerii*, *A. craccivora*, *A.*

*spireacola* κατέγραψαν ποσοστά μετάδοσης 0,33, και 0,33%, αντίστοιχα. Τα είδη *Aulacortum solani* και *A. gossypii* χαρακτηρίστηκαν από συγκριτικά υψηλότερα ποσοστά μετάδοσης (1,33% και 3,33%, αντίστοιχα), τα οποία εξακολουθούσαν να παραμένουν χαμηλά συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα ποσοστά αυτόνομης μετάδοσης του ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς.

Τα αποτελέσματα της μεταφοράς μεμονωμένων ατόμων της αφίδας του βάμβακος και της πεπονιάς σε διαφορετικούς συνδυασμούς φυτών, μολυσμένων και υγιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Διαφορετικοί Συνδυασμοί φυτών	CMV	CMV+WMV-2	WMV-2	ΣΥΝΟΛΟ
CMV+WMV2- Υγιές- Υγιές	32/200	35/200	6/200	73/200
Υγιές-CMV+WMV2-Υγιές	40/200	44/200	7/200	91/200

**Πίνακας 3.** Ποσοστά μετάδοσης των ιών CMV και WMV-2 από την *A. gossypii* όταν μεμονωμένα άτομα εκτέθηκαν σε διαφορετικούς συνδυασμούς υγιών και μολυσμένων φυτών.

Στο πείραμα που διερευνήθηκε η συμπεριφορά μετάδοσης του είδους *A. gossypii* με την πραγματοποίηση διαφορετικών συνδυασμών μολυσμένων και υγιών φυτών, η κατάσταση δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά. Είτε προηγήθηκε η πραγματοποίηση δοκιμαστικών νυγμάτων σε μικτά μολυσμένα φυτά, παρενεβλήθησαν νύγματα ίσης διάρκειας σε υγιή φυτά και οι αφίδες κατέληξαν σε υγιή φυτά για παρατεταμένη τροφική δραστηριότητα, είτε οι αφίδες εγκαταστάθηκαν για να αξιολογήσουν με τα στοματικά τους μόρια πρώτα υγιή φυτά, διαδοχικά μεταφέρθηκαν σε μολυσμένα και τέλος σε υγιή φυτά. Τα υψηλότερα ποσοστά μετάδοσης αφορούσαν την ταυτόχρονη μετάδοση και των δύο ιών, CMV και WMV-2. Τα ποσοστά μετάδοσης άγγιξαν το 17,5 και 22% αντίστοιχα. Τα ποσοστά μετάδοσης που επιτεύχθηκαν για το μωσαϊκό της αγγουριάς ήταν πάλι ελαφρά χαμηλότερα (16 και 20%, αντίστοιχα). Όπως συνέβη και στην προηγούμενη σειρά δοκιμών μετάδοσης, σημειώθηκαν σημαντικά μειωμένα ποσοστά μετάδοσης του μωσαϊκού 2 της καρπουζιάς (3 και 3,5%, αντίστοιχα). Το πείραμα αποπειράθηκε να μεταφέρει σε συνθήκες εργαστηρίου και να διερευνήσει δύο εκδοχές κίνησης των πτερωτών (ενδεχομένως και άπτερων) αφίδων που εναλλάσσουν την παρουσία τους μεταξύ μολυσμένων και υγιών φυτών και να αξιολογήσει τη συμπεριφορά μετάδοσης αναμένεται όταν τα μολυσμένα φυτά που υποδέχονται τα



έντομα-φορείς παρουσιάζουν μικτή μόλυνση. Επιλέχθηκε για το σκοπό αυτό το είδος *A. gossypii* γιατί η χρησιμοποίηση κίτρινων παγίδων νερού τύπου Moerige σε καλλιέργειες κολοκυνθοειδών και σολανωδών στην Ελλάδα, το ανέδειξε σταθερά ως το είδος με την εντονότερη πτητική δραστηριότητα και τους υψηλότερους πληθυσμούς στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Τα στοιχεία που προέκυψαν συνολικά από το πείραμα υπαγορεύουν ότι σε περίπτωση μικτά μολυσμένων φυτών στα οποία συνυπάρχουν οι ιοί CMV και WMV-2, οι αφίδες προσλαμβάνουν ευκολότερα τον ιό του μωσαϊκού της αγγουριάς, συχνά σε αναλογία παραπλήσια με αυτή που επιτυγχάνουν ταυτόχρονη πρόσληψη και μετάδοση των δύο ιών. Αυτό ήταν ιδιαίτερα χαρακτηριστικό για το είδος *A. gossypii* που διαφαίνεται να αποτελεί το σημαντικότερο είδος-φορέα για την διασπορά του ιικού μολύσματος εντός και μεταξύ των καλλιεργειών των κολοκυνθοειδών. Το είδος αυτό προσβάλλει τα κολοκυνθοειδή δημιουργώντας συχνά υψηλούς πληθυσμούς, πέραν των πτήσεων που πραγματοποιεί εντός και μεταξύ των καλλιεργειών. Ταυτόσημα ποσοστά μετάδοσης του CMV και ταυτόχρονης μετάδοσης των δύο παθογόνων αποκτήθηκαν με τις δοκιμές μετάδοσης της αφίδας των θερμοκηπίων και της πατάτας, *A. solani*. Αντίθετα, υπαρκτές διαφορές στη συχνότητα μετάδοσης του μωσαϊκού της αγγουριάς σε σχέση με τη συνδυασμένη (ταυτόχρονη) μετάδοση των δύο ιών σημειώθηκαν για τα άλλα είδη, την αφίδα των ψυχανθών και της μηδικής (*A. craccivora*) την αφίδα των εσπεριδοειδών (*A. spireacola*) και της αφίδας της πικροδάφνης (*A. nerii*) τα οποία δεν ξενίζουν τα κολοκυνθοειδή. Η χαμηλή μεταδοτικότητα των αφίδων και η αδυναμία τους να προσλάβουν και κατ' επέκταση να μεταδώσουν μεμονωμένα τον ιό του μωσαϊκού 2 της καρπουζιάς αποτέλεσε κοινό γνώρισμα όλων των ειδών που δοκιμάστηκαν, τόσο αυτών που αποικίζουν τα κολοκυνθοειδή, όσο και των υπολοίπων. Η μετάδοση του WMV-2 συνήθως πραγματοποιείται σε υψηλά ποσοστά σε συνδυασμό με τον CMV. Τα συνολικά ποσοστά μετάδοσης των δύο ιών από όλα τα είδη αφίδων που δοκιμάστηκαν και αφορούν την μεμονωμένη και την ταυτόχρονη μετάδοση τους ανήλθαν σε 400/1500 (26,66%) για τον CMV και 250/1500 (16,66%) για τον WMV-2.

Η παρουσία μικτά μολυσμένων φυτών αποτελεί μια συνήθη κατάσταση στους αγρούς των κηπευτικών και ιδιαίτερα των κολοκυνθοειδών. Ιδιαίτερα μετά την παρέλευση κάποιου διαστήματος από την εγκατάσταση της καλλιέργειας, η συνεχής και συχνά έντονη πτητική δραστηριότητα των πτερωτών αφίδων οι οποίες εναλλάσσονται μεταξύ μολυσμένων και υγιών φυτών-ξενιστών, επιτυγχάνει την ταυτόχρονη παρουσία δύο, τριών ή και περισσότερων ιών σε μεγάλο αριθμό φυτών.

Οι επιπτώσεις της ταυτόχρονης παρουσίας ιολογικών παθογόνων στο ίδιο φυτό συνήθως επιφέρει πλήρη απώλεια της παραγωγής, νανισμό, έντονα παραμορφωτικά φαινόμενα και ορισμένες φορές νέκρωση του φυτού. Κάθε μικτά μολυσμένο φυτό είναι εκτεθειμένο στην έλευση, προσγείωση και αξιολόγηση του από πτερωτές αφίδες που εγκαθίστανται και πολλαπλασιάζονται όταν αποτελεί φυτό-ξενιστή τους ή το εγκαταλείπουν αν τα τροφικά δοκιμαστικά νύγματα δεν τις ικανοποιήσουν ώστε να ανταποκριθούν σε αυτά με εγκατάσταση επί του φυτού. Τα πτερωτά άτομα που απομακρύνονται έχοντας αξιολογήσει τα επιδερμικά κύτταρα των μολυσμένων φυτών προσλαμβάνουν και μεταφέρουν στα στοματικά τους μόρια ιοσωμάτια ενός ή περισσότερων παθογόνων. Η επιλεκτική πρόσληψη και μετάδοση του CMV από τις ιοφόρες αφίδες-φορείς του σε σύγκριση με την συγκριτικά περιορισμένη πρόσληψη του WMV-2 παρέχει ένα σημαντικό επιδημιολογικό πλεονέκτημα στον ιό του μωσαϊκού της αγγουριάς να εξαπλωθεί ταχύτερα και να πολλαπλασιάσει τον αριθμό των μολυσμένων με το παθογόνο φυτών (καλλιεργούμενων και αυτοφυών), δημιουργώντας κατάλληλες προϋποθέσεις για την πρόκληση επιδημιών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αυγελής, Α., 1981. Ιώσεις των κηπευτικών στην Κρήτη 3: Το κίτρινο μωσαϊκό της μελιτζάνας. *Γεωργική Έρευνα*, 5: 183-190.
- Αυγελής, Α.Δ. 1994. Παραγωγή άνοσου πολλαπλασιαστικού υλικού. ΣΤΕΓ-ΘΕΚΑ, ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης, 78 σελ.
- Αυγελής, Α.Δ. και Γραμματικάκη, 1994. Αντιμετώπιση των ιώσεων. 1. Εξυγίανση του πολλαπλασιαστικού υλικού. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*3: 50-56.
- Αυγελής, Α.Δ. και Κατής, Ν. 1996. Η νέα ταξινόμηση των φυτικών ιών. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 7: 79-85.
- Avgelis, A. 1985. Occurrence of melon necrotic spot virus in Crete (Greece). *Phytopath. Z.* 114:365-372.
- Alderz, W.C. 1987. Cucurbit potyvirus transmission by alate aphids (Homoptera:Aphididae) trapped alive. *J. Econ. Entomol.* 80:87-90.
- Alderz, W.C. 1981. Weed hosts of aphid-borne viruses of vegetable Crops in Florida. In: *Pests, Pathogens and Vegetation* (J.M. Cresh, ed.). London: Pitman (pp.517).
- Aly, R., Stein, A., Lrvy, S., Raccah, B. and Loebenstein, G. 1986. Spread and control of cucumber mosaic virus in gladiolus *Phytoparasitica*, 14:205-217.
- Basky, 2. 1984. Effect of reflective mulches on virus incidence in seed cucumbers. *Protection Ecology* 6:57-61.
- Bawden, F.C. and Pirie, N.W. 1937. the isolation and some properties of liquid crystalline substances from solanaceous plants infected with three strains of tobacco mosaic virus. *Pric. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 123: 274-320.
- Beijerinck, M.W. 1898. Over een contagium virum fluidium als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladen. *Versl. Gewone Vergad. Wis- Natuurkd. Afd., K. Akad. Wet. Amsterdam* 7:229-235.
- Blackman, R.L. and Eatop, V.F. 1984. *Aphids on the World's Crops. An Identification Guide*, John Wiley & Sons Publications, London, pp. 241-242, 230-231, 222-223, 226.
- Castle, S.J., Perring, T.M., Farrar, C.A. and Kishaba, A.N. 1992. Field and laboratory transmission of watermelon mosaic virus 2 and zucchini yellow mosaic virus by various aphid species. *Phytopathology* 82:235-240.
- Duffus, J.E. 1971. Role of weeds in the incidence of virus diseases. *Annual Review of Phytopathology* 9: 319-340.
- Eastop, V.F. 1983. The biology of the principal aphid virus vectors. In: *Plant Virus Epidemiology* (eds. Plumb, R.T. & Thresh, J.M.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 115-129.
- Francki, R.I.B., Mossop, D.W. and Hatta, T., 1979. Cucumber mosaic virus.

CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No 213, 6 pp.

Gera, A., Loebenstein, G. and Raccah, B., 1978. Detection of cucumber mosaic virus in viruliferous aphids by enzyme-linked immunosorbent assay. *Virology*, 86: 542-545.

Gillespie, A.G.Jr. and Pitrat, J.M. 1993. Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to watermelon mosaic virus 2. *Plant Dis.* 77:352-354.

Gill, S. and Sanderson, J. 1998. *Greenhouse Pests and Beneficials. Ball Identification Guide*, to Ball Publishing, Hong Kong, pp. 25-45.

Haase, A., Richter, J. and Rabenstein, R.W., 1989. Monoclonal antibodies for detection and serotyping of cucumber mosaic virus. *Journal of Phytopathology*, 127:129-136.

Hull, R. 1994. Resistance to plant viruses: Obtaining genes by non-conventional approaches. *Euphytica* 75: 195-205.

Iwanowski, D. 1892. Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. *Bull. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg, (N.W.)* 3: 65-70.

Kausche, G.A., Pfankuch, E. and Ruska, A. 1939. Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Übermikroskop. *Naturwissenschaften* 27: 292-299.

Κατής, Ν.Ι., Αυγελής, Α.Δ., 1991. Προσβολή καρπών τομάτας από τον ιό του μωσαϊκού της αγγουριάς. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 4: 17-22.

Κατής, Ν. και Α. Αυγελής. 1997. Ιολογικές Ασθένειες Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 9-12.+

Κυριακοπούλου, Π.Η., Μπεμ, Φ., 1982. Ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς στα κολοκυνθοειδή και σε άλλα καλλιεργούμενα φυτά στην Ελλάδα. *Χρονικά του Μπεννακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου (Ν.Σ.)*, 13: 157-71.

Κυριακοπούλου, Π.Η., Μπεμ, Φ., 1990. Οι σοβαρές ιώσεις της τομάτας στην Ελλάδα. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 4: 15-26.

Κυριακοπούλου, Π.Η., Μπεμ, Φ., Βαρβέρη, Χ.Λ., 1991. Συρρίκνωση της τομάτας και σκλήρυνση των καρπών της τομάτας, δύο νέες ιώσεις της τομάτας. *Χρονικά Μπεννακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου (Ν.Σ.)*, 16: 167-173.

Komakazi, S., Sakagami, Y. and Korenaga, R. (1979). Over wintering of aphids on Citrus trees. *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 23:246-250.,

Kring, J.B. (1959) The life cycle of the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover, an example of facultative migration. *Ann. Ent. Soc. Am.* 52: 284-86.

Kyriakopoulou, P. E., 1992. The status of vegetable virus diseases in Greece (pp. 22-25). 7<sup>th</sup> Conference ISHS, Recent Advances in Vegetable Virus Research, Athens July 12-16, 1992.

Lecoq, H., Cohen, S., Labbone, G. and Pitrat, M. 1979. Resistance to cucumber mosaic virus transmission by aphids in *Cucumis melo*. *Phytopath.* 69:1223-1225.

Lecoq, H., Labonne, G. and Pitrat, M. 1980. Specificity of resistance to virus transmission by aphids in Cucumis melo. *Ann. Phytopathol.* 12:139-144.

Loebenstein, G., Alper, M., Levy, S., Palevitch, D. and Menagem, E. 1975. Protecting peppers from aphid-borne viruses with aluminium foil and plastic mulch. *Phytoparasitica* 3:45-53.

Μπεμ, Φ., 1989. Νέκρωση της τομάτας: μια σοβαρή θανατηφόρα ασθένεια στις υπαίθριες καλλιέργειες τομάτας στο νομό Αργολίδας. 5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, Θεσσαλονίκη, 11-13 Οκτωβρίου, σελ. 32-33.

Μπεμ, Φ., 1990. Νέκρωση της τομάτας: μια σοβαρή ασθένεια στις υπαίθριες καλλιέργειες, *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 1: 24-26.

Mayer, A. 1886. Yeber die Mosaikkrankheit des Tabaks. *Landwirtsch Vers. Stn* 32: 451-467.

Muller, F. P. 1970. Zucht- und Übertragungsvrsuche mit Populationen un klohen der Grunfleckigen Kartoffelblattlaus *Atlacorthum solani* (Kalt.). *Dt. Ent.* 2. (N.F.) 17:259-270.

Muller, F. P. 1976. Hosts and non hosts in subspecies of *Aulacorthum solani* (Kalthenbach) and intraspecific hybridizations. *Symp. Biol. Hyng.* 16:187-190.

Παπαβασιλείου, Χ., Δάβας, Χ.Ι., Παπαγιάννης, Λ.Χ., Αυγελής, Α.Δ., Κυριακόπουλος, Π.Η., Δούλιας, Κ. και Κατής, Ν.Ι. 2002. Συχνότητα εμφάνισης εντομομεταδιδόμενων ιών σε καλλιέργειες κολοκυνθοειδών. 11<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, Πρέβεζα, 1-4 Οκτωβρίου 2002, περιλήψεις εργασιών, σελ. 115-116.

Perring, T.M. Farrar, C.A., Mayberry, K., Blua, M.J. 1992. Research reveals pattern of curcubit virus spread. *California Agriculture*, March-April (46):35-39.

Raccach, B. 1986. Nonpersistent viruses: Epidimiology and control. *Advences in Virus Research* 31: 387-429.

Rivnay, E. 1962. *Field crop Pests in the Near East*. W. Junk, Den Haag, 450pp.

Rizos, H., Gunn, L.V., Pares, R.D. and Gillings, M.R., 1992. Differentiation of cucumber mosaic virus isolates using the polymerase chain reaction. *Journal of General Virology*: 2099-2103.

Russel, G.E. 1978. *Plany breeding gor pest and disease resistance*. Butterworths: London.

Σταμόπουλος, Δ.Κ. 1995. Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσ/νίκη, σελ. 145-147.

Stanley, W.M. 1935. Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus. *Science* 81: 644.

Stroyan, H.L.G. 1984. Aphids-Pterocommatinae and Aphidinae (Aphidini) Homoptera, Aphididae. *Royal Entomol. Society of London*, London, pp. 62, 67-68.

Τζαβέλα-Κλωναρη, Κ. και Κατής, Ν 1997. Φυτοπροστασία Ανθοκηπευτικών. ΑΠΘ, Έκδοση Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων, σελ 123-130, 139-141.

Thomas, K.H. (1968) Die Blattlaus aus der engeren Verwandtschaft von *Aphis gossypii* Glover und *A. frangulae* kaltenbach unter besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens an Kartoffel. Ent. Abh. Mus. Tierk. Dresden **26**: 337-389.

Threch, M. 1981. The role of weeds and wild plants in the epidemiology of plant virus diseases, p. 53-70 in „Pests Pathogens and Vegetation“. J.M. Thresh (Editor), Pitman, London. 517 pp.

Webb, S.E. and Kok-Yokomi, M. L. 1993. Transmission of cucurbit potyviruses by *Uroleucom pseudambrasiae* (Homoptera:Aphididae), an aphid trapped during epidemics of watermelon mosaic virus 2 in Florida. J. Econ. Entomol. **86**:1786-1792.

Wyman, J.A., Toscano, N.C., Kido, K., Johnson, H. and Moyberry, K.S. 1979. Effects of mulching on the spread of aphid-transmitted watermelon mosaic virus to summer squash. J. Econ. Entomol. **72**:139-143.