

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ ΣΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΦΥΤΑ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ**

**Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή **Αθανάσιου Ποδάρα****

Καλαμάτα, Σεπτέμβριος 2001

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ ΣΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΦΥΤΑ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ**

**Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή Αθανάσιου Ποδάρα**

Επιβλέπων καθηγητής : Αναστάσιος Ηλιόπουλος

Καλαμάτα, Σεπτέμβριος 2001

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ ΣΤΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

1.1 ΟΙ ΚΥΡΙΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ (ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ)	7
1.1.1 Προστατευτικά μυκητοκτόνα	8
1.1.2 Διασυστηματικά μυκητοκτόνα	8
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	9
1.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΕΘΝΩΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ	11
1.4 ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	14
1.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	15
1.6 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ	17
1.6.1 Ιδιότητες του μυκητοκτόνου	17
1.6.1.1 Γενετικός έλεγχος της ανθεκτικότητας	17
1.6.1.2 Προσαρμοστικότητα των ανθεκτικών στελεχών	18
1.6.2 Παθογόνο και συνθήκες περιβάλλοντος	18
1.6.3 Διαχείριση του μυκητοκτόνου (πίεση επιλογής)	19
1.7 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	19
1.7.1 Μυκητοκτόνα υψηλού κινδύνου	19
1.7.2 Μυκητοκτόνα μέσου κινδύνου	20
1.7.3 Μυκητοκτόνα μικρού κινδύνου	20
1.8 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ	21
1.8.1 Διασταυρωτή ανθεκτικότητα	21
1.8.2 Πολλαπλή ανθεκτικότητα	21
1.8.3 Αρνητικά συσχετιζόμενη διασταυρωτή ανθεκτικότητα	22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΘΕΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

2.1 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΘΕΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	25
2.1.1 Ωίδιο της αμπέλου (<i>Uncinula necator</i> -DMIs)	25
2.1.1.1 Χημική αντιμετώπιση	25
2.1.1.2 Μειωμένη ευαισθησία στελεχών του μύκητα <i>Uncinula necator</i> σε μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs: πρώτη αναφορά στην Ελλάδα	26
2.1.1.3 Διερεύνηση στρατηγικών για τον περιορισμό του προβλήματος της ανθεκτικότητας του ωιδίου της αμπέλου (<i>Uncinula necator</i>) σε μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs	26
2.1.2 Βοτρυτίης των κηπευτικών και του κυκλαμίνου (<i>Botrytis cinerea</i> -Ανλινόπυριμιδίνες, φαινυλοπυριμιδίνες)	27
2.1.2.1 Χημική αντιμετώπιση	27

2.1.2.2	Μελέτη της ευαισθησίας Ελληνικών απομονώσεων του μύκητα <i>Botrytis cinerea</i> σε μυκητοκτόνα της ομάδας των ανιλινοπυριμιδινών και φαινυλοπυριδιναμινών	28
2.1.3	Ωίδιο των κολοκυνθοειδών (<i>Sphaerotheca fuliginea</i> -Benomyl-Μελέτη της επίδρασης των Azoxystrobin και Kresoxim methyl)	29
2.1.3.1	Χημική αντιμετώπιση	29
2.1.3.2	Διερεύνηση της επίδρασης των Azoxystrobin και Kresoxim methyl σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του μύκητα <i>Sphaerotheca fuliginea</i>	30
2.1.4	Κερκοσπορίωση τεύτλων (<i>Cercospora beticola</i> -Βενζιμιδαζόλες-Δικαρβοξιμίδια-Αναστολείς βιοσύνθεσης εργοστερόλης)	31
2.1.4.1	Χημική αντιμετώπιση	31
2.1.4.2	Η βιολογία των ανθεκτικών στο Triphenyltin ποικυλίων του <i>Cercospora beticola</i> στα σακχαρότευτλα	31
2.1.4.3	Επίδραση διαφόρων προγραμμάτων ψεκασμού με μυκητοκτόνα στην ευαισθησία του <i>Cercospora beticola</i> στο μυκητοκτόνο flutriafol της ομάδας των παρεμποδιστών της απομεθυλίωσης των στερολών (DMIs)	34
2.1.5	Κομμίωση των κολοκυνθοειδών (<i>Didymella bryoniae</i> -Βενζιμιδαζόλες)	
2.1.5.1	Χημική αντιμετώπιση	35
2.1.5.2	Μελέτη ανθεκτικότητας του παθογόνου <i>Didymella bryoniae</i> στις Βενζιμιδαζόλες	36
2.1.5.3	Παρατηρήσεις για ανθεκτικότητα στο benomyl	37
2.1.6	Περονόσπορος της αγγουριάς (<i>Pseudoperonospora cubensis</i> -Metalaxyl-Έλεγχος με Ipronalicarb)	38
2.1.6.1	Χημική αντιμετώπιση	38
2.1.6.2	Η ανθεκτικότητα του περονόσπορου της αγγουριάς στο metalaxyl και η αντιμετώπιση του	39
2.1.6.3	Ipronalicarb: ένα νέο διασυστηματικό μυκητοκτόνο για τον έλεγχο του περονόσπορου	43
2.2	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	44
2.2.1	Διερεύνηση ανάπτυξης ανθεκτικότητας από το φυτοπαθογόνο μύκητα <i>Giberella fujikuroi</i> στο ιμιδαζολικό μυκητοκτόνο triflumizole	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ Ή ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

3.1	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ Ή ΤΗΝ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ	46
3.2	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ ΟΤΑΝ ΕΧΕΙ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ	47

	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
--	--------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η επίτευξη μιας διεξοδικής περιγραφής του προβλήματος της ανθεκτικότητας ορισμένων μυκήτων σε κάποια συγκεκριμένα φυτοφάρμακα. Με άλλα λόγια γίνεται μια αναφορά στις ακριβείς διαστάσεις που έχει λάβει το πρόβλημα, από τη στιγμή που πρωτοεμφανίστηκε μέχρι σήμερα, στον Ελλαδικό κυρίως χώρο.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια γενική αναφορά στο θέμα *ανθεκτικότητα*. Αρχικά αναλύονται οι κύριοι τρόποι δράσης των μυκητοκτόνων, ενώ στη συνέχεια δίνεται ο ορισμός της, προκειμένου ο αναγνώστης να κατανοήσει το ακριβές αντικείμενο της εργασίας. Εν συνεχεία γίνεται μια ιστορική αναδρομή, η οποία εμπεριέχει πρώτον την εξέλιξη του προβλήματος της ανθεκτικότητας με το πέρασμα του χρόνου και επιπλέον κάποιες αναφορές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις ανθεκτικότητας διεθνώς και στη χώρα μας.

Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύονται επίσης όροι όπως ο *γενετικός έλεγχος* της ανθεκτικότητας, οι μηχανισμοί ανάπτυξης της καθώς και οι παράγοντες που την επηρεάζουν. Τέλος γίνεται αναφορά στο φαινόμενο της *ανθεκτικότητας σε περισσότερα του ενός μυκητοκτόνα* όπου γίνεται και επεξήγηση των όρων *διασταυρωτή ανθεκτικότητα* και *πολλαπλή ανθεκτικότητα*.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφονται αναλυτικά οι περιπτώσεις ανθεκτικότητας οι οποίες έχουν παρατηρηθεί και μελετηθεί στην Ελλάδα. Οι μελέτες περιλαμβάνουν πειραματισμούς για τον εντοπισμό ανθεκτικότητας ενός μύκητα σε κάποιο συγκεκριμένο μυκητοκτόνο, καθώς και για την ανακάλυψη ενός νέου μυκητοκτόνου αποτελεσματικού στη χημική αντιμετώπιση του μύκητα.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας αυτής, προσδιορίζονται οι στρατηγικές οι οποίες βοηθούν καταλυτικά στην αντιμετώπιση ή τη πρόληψη του προβλήματος της ανθεκτικότητας, ενώ κάποια συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από τη μελέτη αυτή καταγράφονται στο τέλος της εργασίας.

Η πτυχιακή αυτή εργασία, αναφέρεται στη φυτοπροστασία, τον τομέα δηλαδή της Φυτικής Παραγωγής ο οποίος ασχολείται αποκλειστικά με την αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών. Έναν τομέα πολύτιμο, διότι η γνώση του βοηθά τόσο τους επιστήμονες (γεωπόνους) όσο και τους καλλιεργητές (παραγωγούς) στην ομαλή λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας των

καρποφόρων δένδρων, των λαχανικών, όλων των γεωργικών προϊόντων και των καλλωπιστικών φυτών.

Ορισμένα θέματα όμως της φυτοπαθολογίας, τα οποία καλούνται κατά καιρούς οι επιστήμονες να ερευνήσουν, χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερος σύνθετα προς μελέτη, και αυτό συμβαίνει διότι για τη διεξαγωγή συμπεράσμάτων στα θέματα αυτά απαιτούνται πολύπλοκοι πειραματισμοί. Ένα από αυτά τα προβλήματα είναι και η **ανθεκτικότητα** των μυκήτων στα φυτοφάρμακα.

Η συλλογή επομένως στοιχείων για τη διεξαγωγή μιας πτυχιακής εργασίας η οποία θα αναφέρεται σε ένα τόσο σύνθετο πρόβλημα, απαιτούσε την αρωγή και τη συνεισφορά κάποιων ειδικών και έμπειρων ανθρώπων.

Θα ήθελα λοιπόν, για τους παραπάνω λόγους, να ευχαριστήσω ιδιαίτερα, τον κύριο Ηλιόπουλο Αναστάσιο, καθηγητή Φυτοπαθολογίας στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Καλαμάτας, καθώς επίσης και την κυρία Ν. Παναγιωτάρου-Πέτσικου επίσης φυτοπαθολόγο και ερευνήτρια του Μπενακίου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου και ειδική στο πρόβλημα της ανθεκτικότητας, για την πολύτιμη συνεισφορά τους στη διεξαγωγή της εργασίας αυτής.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους, όπως με την εφαρμογή καλλιεργητικών μέτρων, τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και με την εφαρμογή βιολογικών και χημικών μέσων. Απ' όλους τους παραπάνω τρόπους καταπολέμησης των ασθενειών των φυτών η χρησιμοποίηση χημικών μέσων αποτελεί την αποτελεσματικότερη μέθοδο αντιμετώπισης των ιδιαίτερα καταστρεπτικών ασθενειών όπως είναι οι περονόσποροι, τα ωΐδια, η φαϊά σήψη, η κερκοσπορίωση, το φουζικλάδιο κ.α., τουλάχιστον στις περιοχές με ανεπτυγμένη γεωργία.

Επομένως, η ύπαρξη ενός οπλοστασίου με επαρκή γεωργικά φάρμακα είναι απαραίτητη για την προστασία της γεωργικής παραγωγής (πίνακας 1). Η επάρκεια όμως αυτή βρίσκεται σήμερα υπό συνεχή πίεση. Αυτό οφείλεται αφενός στις αυξημένες απαιτήσεις του κοινωνικού συνόλου για όλο και πιο ασφαλή γεωργικά φάρμακα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον και αφετέρου στην απώλεια της αποτελεσματικότητας πολύτιμων χημικών ενώσεων λόγω εμφάνισης και επικράτησης στελεχών των παθογόνων με μειωμένη ή ακόμη και έλλειψη ευαισθησίας.

Αποτυχίες χημικής καταπολέμησης σαν αποτέλεσμα εμφάνισης ανθεκτικών στελεχών ήταν πολύ σπάνιες μέχρι το τέλος σχεδόν της δεκαετίας του 1960. Τα ανόργανα μυκητοκτόνα (θειάφι, χαλκούχα) και τα οργανικά προστατευτικά (φθαλμιδία, διθειοκαρβαμιδικά) που χρησιμοποιούνταν μέχρι τότε δεν ευνοούσαν την εμφάνιση του προβλήματος. Η μη εξειδικευμένη δράση στο υποκυτταρικό επίπεδο των ενώσεων αυτών είναι η αιτία αδυναμίας των παθογόνων μυκήτων να δημιουργήσουν ανθεκτικά στελέχη.

Η ανάγκη λοιπόν, αφενός για αυξημένη αποτελεσματικότητα και θεραπευτική δράση με επέμβαση ακόμα και όταν έχει γίνει η μόλυνση και εγκατάσταση του παθογόνου, και αφετέρου, για εξειδικευμένη δράση στο υποκυτταρικό επίπεδο οδήγησε τον άνθρωπο στην ανακάλυψη των διασυστηματικών μυκητοκτόνων τα οποία είναι και ασφαλέστερα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα έχουν την ικανότητα κίνησης μέσα στο φυτικό σώμα και παρεμποδίζουν εξειδικευμένα βασικές λειτουργίες του κυττάρου των παθογόνων όπως τη βιοσύνθεση νουκλεϊνικών και βασικών συστατικών της κυτταρικής μεμβράνης. Η εξειδικευμένη όμως αυτή δράση, εμπεριέχει τον κίνδυνο της απώλειας της

αποτελεσματικότητας γιατί και ένα μόνο συστατικό του κυττάρου του παθογόνου αν μεταβληθεί θα προκύψει ανθεκτικό στέλεχος.

Έτσι, από την αρχή της δεκαετίας του 1970, παράλληλα με την εμφάνιση των διασυστηματικών μυκητοκτόνων, είχαμε επιταχυνόμενη αύξηση των ανακοινώσεων για την εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΥΡΙΩΤΕΡΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ (Δραστικές ουσίες)

A. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

1. Θείο (sulphur) στοιχειακό (S)
2. Ανόργανες ενώσεις Χαλκού (Cu)
 - Βορδγαλέιος πολτός (Bordeaux mixture): θειικός χαλκός (γαλαζόπετρα, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) εξουδετερωμένος με υδροξείδιο του ασβεστίου [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]
 - Βουργούνδιος πολτός (Burgundi mixture): θειικός χαλκός εξουδετερωμένος με σόδα ($\text{NaCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
 - Οξυχλωριούχος χαλκός [$\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2$]
 - Υδροξείδιο χαλκού [$\text{Cu}(\text{OH})_2$]
 - Υποξείδιο χαλκού (Cu_2O)

B. ΟΡΓΑΝΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

1. Οργανικές ενώσεις κασσιτέρου (organotin):
 - fentin acetate, fentin hydroxide*
2. Οργανικές ενώσεις χαλκού (organic copper):
 - οξικινολινικός χαλκός,

Γ. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ ΜΕ ΜΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΔΡΑΣΗ

1. Διθειοκαρβαμιδικά
 - Δι σουλφίδια του θειουράμ: *thram, ETEM*
 - Δι-αλκυλο-διθειοκαρβαμιδικά: *ziram, ferbam*
 - Μονο-αλκυλο-διθειοκαρβαμιδικά: *zineb, maneb, mancozeb, propineb, metiram, nabam, metam*
2. Κινόνες
 - dithianon, dichlone*
3. Φθαλιμίδια
 - captan, folpet, captafol, dichlofluanid*
4. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες
 - quintozene, dichloran, biphenyl, OPP, SOOP, toclofos-methyl*
5. Γουανιδινικά
 - dodine, guazatine, iminocladine*
6. Δικαρβοξυμίδια
 - procymidone, iprodione, vinclozolin, chlozolinat*
7. Φαινολινικά
 - dinocap, binaparacyl, hexachlorophene*

8. Διάφορα

chlorothalonil, chinomethionate, etridiazole, fenaminosulf 8-hydroxyquinoline sulfate, dichlofluanid

Δ. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ ΜΕ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΔΡΑΣΗ

1. Παρεμποδιστές βιοσύνθεσης εργοστερόλης (EBI's)

α. Υποομάδα I ή DMI's

- Πιπεραζινικά
 - triforine*
- Πυριμιδικά
 - fenarimol, nuarimol*
- Ιμιδαζολικά
 - imazalil, prochloraz*
- Πυριδινικά
 - pyrifeno*
- Τριαζολικά
 - bitertanol, cyproconazole, difenoconazole, diniconazole, flusilazol, flutriafol, hexaconazole, myclobutanil*

β. Υποομάδα II

- Μορφολινικά
 - dodemorph, fenpropimorph, tridemorph, trimorphamide*

2. Βενζιμιδαζόλια

benomyl, carbendazim, thiophanate methyl, thiabendazole

3. Αμινοπυριδινικά

ethirimol, bupirimate

4. Φαινυλαμίδια

benalaxyl, metalaxyl, ofurace

5. Καρβοξαμίδια

carboxin, oxycarboxin

6. Οργανοφωσφορικά

pyrazophos, fosetyl, nitrothal-isopropyl, toclofos-methyl

7. Καρβαμιδικά

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΥΡΙΩΤΕΡΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ (Δραστικές ουσίες)

*diethofencarb, propanocarb,
prothiocarb*

9. Ακεταμίδια

Cymoxanil

E. ΑΝΤΙΒΙΟΤΙΚΑ

1. Εναντίον βακτηρίων

streptomycin, oxytetracyclin

2. Εναντίον μυκήτων και βακτηρίων

kasugamycin

Z. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

(Παρασκευάσματα άλλων ανταγωνιστικών
μυκήτων ή μικροοργανισμών)

Trichoderma harzianum (μύκητας)

Πηγή: Οδηγός Γεωργικών Φαρμάκων, ΓΙΑΝΝΟΠΟΛΙΤΗΣ Κ.Ν., (2000)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ ΣΤΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

Όπως προαναφέρθηκε, ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που έχει ανακόψει κυρίως τα τελευταία 25 χρόνια στη χημική καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών, από την ευρεία και σχεδόν αποκλειστική χρήση σε ορισμένες περιπτώσεις μυκητοκτόνων με εκλεκτική δράση, είναι η εμφάνιση ανθεκτικών φυλών μυκήτων.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί αναφέρονται και αναλύονται διεξοδικά οι εξής παράμετροι:

- Οι κύριοι τρόποι δράσης των μυκητοκτόνων (κατά κατηγορίες).
- Ο ορισμός και η προέλευση της ανθεκτικότητας.
- Προβλήματα ανθεκτικότητας διεθνώς και στη χώρα μας.
- Γενετικός έλεγχος της ανθεκτικότητας.
- Μηχανισμοί ανάπτυξης ανθεκτικότητας.
- Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στον αγρό.
- Διάκριση μυκητοκτόνων ανάλογα με τον κίνδυνο πρόκλησης ανθεκτικότητας.
- Ανθεκτικότητα σε περισσότερα του ενός μυκητοκτόνα.

1.1 ΟΙ ΚΥΡΙΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ (ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ).

Στη φυτοπαθολογία χρησιμοποιούνται χημικά μέσα για την καταπολέμηση των ασθενειών, οι οποίες οφείλονται είτε σε μύκητες, είτε σε βακτήρια, είτε σε άλλα προκαρυωτικά παθογόνα (μυκοπλάσματα, ρικέτσιες). Τα χημικά μέσα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των μυκητολογικών ασθενειών καλούνται **μυκητοκτόνα** και διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες : τα **προστατευτικά** και τα **διασυστηματικά**. Στη συνέχεια αναλύονται οι τρόποι δράσης των μυκητοκτόνων τα οποία ανήκουν στις κατηγορίες αυτές.

1.1.1 Προστατευτικά μυκητοκτόνα.

Προστατευτικά μυκητοκτόνα, καλούνται τα φάρμακα εκείνα τα οποία δεν εισχωρούν και δεν κυκλοφορούν (τουλάχιστον σε σημαντικό βαθμό) στο εσωτερικό των φυτικών οργάνων και που προστατεύουν μόνο το μέρος του φυτικού σώματος, επί του οποίου έχουν εναποτεθεί. Τα φάρμακα αυτά πρέπει να δράσουν πριν το παθογόνο μολύνει και εγκατασταθεί στο εσωτερικό του ιστού, οπότε πρέπει η επέμβαση να γίνει οπωσδήποτε πριν από τη μόλυνση. Αν γίνει πολύ πριν, υπάρχει κίνδυνος να μην έχουμε την απαιτούμενη ποσότητα, όταν το παθογόνο φτάσει στην επιφάνεια, την οποία θέλουμε να προστατεύσουμε. Πρέπει λοιπόν το φάρμακο να αντέχει στους παράγοντες, που μπορεί να το απομακρύνουν ή να το διασπάσουν (βροχή, ηλιακό φως κ.τ.λ.).

Τα προστατευτικά μυκητοκτόνα, όπως τα χαλκούχα, διθειοκαρβαμιδικά και φθαλιμίδια εξακολουθούμε να τα χρησιμοποιούμε σε μεγάλη κλίμακα κυρίως γιατί οι μύκητες δεν έχουν κατορθώσει να αναπτύξουν ανθεκτικότητα σε βαθμό, που να μειώνει την αποτελεσματικότητα των ενώσεων αυτών τουλάχιστον στον αγρό. Αυτό προφανώς οφείλεται είτε στο ότι είναι πολύ δύσκολη η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σ' αυτούς τους μη εξειδικευμένους παρεμποδιστές είτε στο ότι οι συγκεκριμένοι μύκητες δεν έχουν τους κατάλληλους γόνους, που θα τους επέτρεπαν να γίνουν ανθεκτικοί στα μυκητοκτόνα αυτά.

1.1.2 Διασυστηματικά μυκητοκτόνα.

Διασυστηματικά μυκητοκτόνα, καλούνται τα φάρμακα τα οποία παραλαμβάνονται από το φυτό και κινούνται μέσα στο φυτικό σώμα. Έτσι για να είναι κάποιο μυκητοκτόνο διασυστηματικό θα πρέπει:

(α) Να παρουσιάζει κατάλληλη λιπόφιλη και υδρόφιλη ισορροπία, ώστε να μπορεί να εισέρχεται (λιπόφιλες ιδιότητες) και να μετακινείται (υδρόφιλες ιδιότητες) μέσα στο φυτό.

(β) Να παρουσιάζει εκλεκτική τοξικότητα στο υποκυτταρικό επίπεδο, και

(γ) Να μη διασπάται γρήγορα.

Μια κυριολεκτικά διασυστηματική ένωση πρέπει να κυκλοφορεί στο εσωτερικό όλων των κυττάρων του φυτού και να μεταφέρεται και προς τα πάνω (*αποπλαστική κίνηση*) και προς τα κάτω (*συμπλαστική κίνηση*) μέσα στο φυτικό σώμα. Η συμπλαστική κίνηση γίνεται

μέσα στο πρωτόπλασμα και απαιτεί πέρασμα από την κυτοπλασματική μεμβράνη, που συνήθως βασίζεται σε ειδικά συστήματα ενεργού μεταφοράς και κατανάλωση ενέργειας (ATP). Αντίθετα, η **αποπλαστική κίνηση** γίνεται μέσα στα νεκρά κύτταρα, όπως είναι οι τραχείες, ή μέσα από τον ελεύθερο χώρο μεταξύ των πρωτοπλαστών γειτονικών κυττάρων. Πρόκειται συνήθως για μαζική ροή νερού και ουσιών που έχουν διαλυθεί στο νερό, από τις ρίζες προς τα φύλλα, ροή που εξαρτάται από τη διαφορά “δυναμικού ύδατος” μεταξύ του περιβάλλοντος της ρίζας και του περιβάλλοντος του φύλλου.

Η ποικιλία των ουσιών, που μπορούν να κινηθούν συμπλαστικά μέσα στο φυτό, είναι πολύ μικρότερη από εκείνη των ουσιών που μπορούν να κινηθούν αποπλαστικά.

Τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα, τα οποία διαθέτουμε σήμερα άλλο λιγότερο άλλο περισσότερο, έχουν την ικανότητα για για αποπλαστική μόνο κίνηση. Δεν είναι δηλαδή στη κυριολεξία διασυστηματικά.αν προστεθούν στην επιφάνεια του φύλλου, μπαίνουν στο εσωτερικό του ελάσματος αλλά σπάνια μπορεί να μετακινηθούν προς το μίσχο και το υπόλοιπο φυτό. Συνήθως τα χρησιμοποιούμε για τοπική εξουδετέρωση παθογόνων, που έχουν εγκατασταθεί μέσα στον ιστό, καθώς και για προστατευτική δράση. Αν προστεθούν στις ρίζες και παραληφθούν από τα ριζικά τριχίδια και την απορροφητική ζώνη των ριζών, τείνουν να συγκεντρωθούν στα άκρα των φύλλων χωρίς μεγάλη πιθανότητα ανακατανομής στο φυτό. Όπως είναι φυσικό, όργανα με μικρή διαπνοή (π.χ. οι καρποί) δέχονται πολύ μικρή ποσότητα μιας αποπλαστικής κινούμενης ενώσεως, εκτός αν καλυφθούν εξωτερικά.

Παρότι, πάντως, για ελάχιστα διασυστηματικά μυκητοκτόνα υποστηρίζεται ότι έχουν συμπλαστική κίνηση, η αναγνώριση φαρμάκων με αποπλαστική κίνηση έχει αυξήσει σημαντικά τις δυνατότητές μας στη χημική καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών.

Οπωσδήποτε, η ανακάλυψη μυκητοκτόνων με ικανότητα και συμπλαστικής κίνησης, αν επιτευχθεί, θα αυξήσει πολύ περισσότερο τις δυνατότητές μας. Η δυνατότητα ανακατανομής μέσα στο φυτό θα δώσει μεγαλύτερη διάρκεια δράσης και σε ιστούς, όπου οι ενώσεις με αποπλαστική κίνηση δεν συγκεντρώνονται, π.χ. αγγειώδεις δεσμίδες και ρίζες. Έτσι θα γίνει δυνατή η καταπολέμηση π.χ. αδρομυκώσεων και σηψιρριζιών.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.

Με τον όρο **ανθεκτικότητα** των παθογόνων στις αντιμικροβιακές ενώσεις εννοούμε τη σταθερή και κληρονομούμενη στους απογόνους προσαρμογή ενός μικροοργανισμού στην

παρουσία μιας αντιμικροβιακής ένωσης που έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της ευαισθησίας του πληθυσμού του στον συγκεκριμένο παρεμποδιστή.

Σε ένα πληθυσμό παθογόνου μικροοργανισμού, που στο σύνολό του είναι ευαίσθητος σε ένα μυκητοκτόνο, είναι δυνατό να προϋπάρχουν ή να δημιουργηθούν με μεταλλαγή, στελέχη που δεν είναι ευαίσθητα στο μυκητοκτόνο αυτό. Η συχνή εφαρμογή του ίδιου μυκητοκτόνου ή μυκητοκτόνων με τον ίδιο τρόπο δράσης επιλέγει τα μη ευαίσθητα (ανθεκτικά) στελέχη του παθογόνου, τα οποία μπορεί να επικρατήσουν και να οδηγήσουν τελικά σε αδυναμία αντιμετώπισης της ασθένειας.

Μειωμένη ευαισθησία στον πληθυσμό ενός μύκητα ή βακτηρίου μπορεί να οφείλεται σε γενετικές ή μη γενετικές αλλαγές στο παθογόνο. Η μείωση της ευαισθησίας που δεν οφείλεται σε γενετικές αλλαγές (πιστεύεται ότι οφείλεται σε φαινοτυπική προσαρμογή) εξαφανίζεται κατά κανόνα γρήγορα όταν σταματήσει η επίδραση του τοξικού παράγοντα που την προκάλεσε και συνήθως δε δημιουργεί σοβαρό πρόβλημα στη πράξη. Αντίθετα, η μείωση της ευαισθησίας που προέρχεται από γενετικής φύσης αλλαγές στο παθογόνο είναι σταθερή, μεταβιβάζεται κληρονομικά και, εφόσον δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στη χημική καταπολέμηση. Στην τελευταία αυτή περίπτωση μιλάμε για *εμφάνιση ανθεκτικότητας*.

Οι πιθανότητες εμφάνισης ανθεκτικών στελεχών σε ένα μυκητοκτόνο με εκλεκτική δράση είναι πολύ περισσότερες από ότι σε ένα μη εκλεκτικό. Αυτό συμβαίνει γιατί τα μη εκλεκτικά μυκητοκτόνα, όπως είναι τα περισσότερα προστατευτικά, δρουν συνήθως ως εξειδικευμένοι παρεμποδιστές, παρεμβαίνουν δηλαδή σε πολλές ζωτικές μεταβολικές διαδικασίες στο κύτταρο του παθογόνου και επομένως χρειάζονται πολλές μεταλλαγές στο γενετικό υλικό του μικροοργανισμού για να αποφύγει τη τοξική δράση του φαρμάκου. Αντίθετα, τα εκλεκτικά μυκητοκτόνα, όπως είναι τα περισσότερα διασυστηματικά και τα αντιβιοτικά, δρουν ως εξειδικευμένοι παρεμποδιστές συνήθως σε μία μόνο θέση σε υποκυτταρικό επίπεδο και επομένως μια μεταλλαγή στη συγκεκριμένη θέση δράσης, δηλαδή στο συστατικό του κυττάρου που αντιδρά με το φυτοφάρμακο, μπορεί να δημιουργήσει ανθεκτικό στέλεχος στο μυκητοκτόνο.

1.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΕΘΝΩΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ..

Μέχρι το έτος 1969, που χρησιμοποιούνταν κατά κανόνα προστατευτικά μυκητοκτόνα στη γεωργική πράξη (θειό, διθειοκαρβαμιδικές ενώσεις, φθαλιμίδια κ.α.), δεν ήταν γνωστές παρά ελάχιστες περιπτώσεις ανθεκτικών φυλών μυκήτων τόσο διεθνώς όσο και στη χώρα μας, και δεν αποτελούσαν πρόβλημα στη χημική καταπολέμηση των ασθενειών στα φυτά. Αντίθετα, μετά το 1969, που άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα, με εκλεκτική δράση, ο αριθμός των παθογόνων των φυτών που εμφάνισαν ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα αυξήθηκε σημαντικά. Στους πίνακες 2 και 3 εμφανίζεται η χρονολογική εξέλιξη ανθεκτικότητας παθογόνων στα μυκητοκτόνα διεθνώς και στη χώρα μας αντίστοιχα

Η ανθεκτικότητα των μυκήτων στα μυκητοκτόνα όπως προαναφέρθηκε οφείλεται σε αλλαγές στο γενετικό υλικό (γόνους) του μύκητα. Για να κατανοήσουμε επομένως το φαινόμενο της ανθεκτικότητας των μυκήτων στα μυκητοκτόνα και να καταρτίσουμε τις κατάλληλες στρατηγικές αντιμετώπισής του, πρέπει να γνωρίζουμε τους γόνους από τους οποίους ελέγχεται η ανθεκτικότητα (γενετικός έλεγχος) καθώς και τους μηχανισμούς ανθεκτικότητας που ελέγχονται από τους γόνους αυτούς.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2:ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ
ΣΤΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ ΔΙΕΘΝΩΣ.**

ΕΤΟΣ	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ	ΓΕΝΟΣ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
1961	Streptomycin	Xanthomonas	Πιπεριά
1962	biphenil, OPP	Penicillium	Λεμονιά
1965	HCB	Tilletia	Σιτάρι
1966	Οργανοϋδραργυρούχα	Pyrenophora	Βρώμη
1969	dodine	Venturia	Μηλιά
	benomyl	Erysiphe	Αγγούρι
	dimethirimol	Sphaerotheca	Αγγούρι
1971	kasugamycin	Pyricularia	Ρύζι
	polyoxin	Alternaria	Αχλαδιά
	thiabendazole	Penicillium	Λεμονιά
1973	oxycarboxin	Puccinia	Χρυσάνθεμο
1976	fentin acetate	Cercospora	Τεύτλα
1977	edifenphos	Pyricularia	Ρύζι
1979	metalaxyl	Pseudoperonospora	Αγγούρι
	Δικαρβοξιμίδια	Botrytis	Φράουλα
1980	metalaxyl	Phytophthora	Πατάτα
1981	Δικαρβοξιμίδια	Botrytis	Κυκλάμινο
1982	triforine	Sphaerotheca	Αγγούρι
1983	Χαλκούχα	Xanthomonas	Πιπεριά
1984	triadimenol	Erysiphe	Κριθή
1985	fenarimol	Sphaerotheca	Αγγούρι
1987	imazalil	Penicillium	Εσπεριδοειδή
1990	Τριαζόλες	Uncinula	Αμπέλι

Πηγή : Μυκητοκτόνα και περιβάλλον. Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των μυκήτων στα ειδικτικά μυκητοκτόνα και η αντιμετώπισή τους
ΠΕΤΣΙΚΟΥ - ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν. . (1998)

Π Ι ΝΑΚΑΣ 3: ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΑΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΕΤΟΣ	ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ	ΕΙΔΟΣ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
1972	benomyl	<i>Cercospora beticola</i>	Τεύτλα
1976	benomyl	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Κολοκυνθοειδή
1977	fentin acetate	<i>Cercospora beticola</i>	Τεύτλα
1979	metalaxyl	<i>P.cubensis</i>	Αγγούρι
1980	Δικαρβοξιμίδια	<i>Botrytis cinerea</i>	Κυκλάμινο
1980	Δικαρβοξιμίδια	<i>Botrytis cinerea</i>	Κηπευτικά
1982	Βενζιμιδαζόλια	<i>Didymella</i> sp.	Αγγούρι
1995	DIMs*	<i>Uncinula necator</i>	Αμπέλι

Πηγή : Μυκητοκτόνα και περιβάλλον. Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των μυκήτων στα εκλεκτικά μυκητοκτόνα και η αντιμετώπισή τους
ΠΕΤΣΙΚΟΥ - ΠΑΝΑΓΩΤΑΡΟΥ Ν. . (1998)

* * Demethylase Inhibitors

1.4 ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Αλλαγή της ευαισθησίας ενός μύκητα σε ένα μυκητοκτόνο ή ομάδα μυκητοκτόνων οφείλεται κατά κανόνα σε μεταλλαγή σε έναν ή σε περισσότερους γόνους που βρίσκονται στις περισσότερες περιπτώσεις που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα, σε χρωματοσωμικό DNA, στον πυρήνα του κυττάρου (βενζιμιδαζολικά – *A. nidulans*, *dodine*- *V. inaequalis* κ. α.). Η ανθεκτικότητα στην περίπτωση αυτή κληρονομείται στους απογόνους κατά Μενδελικό τρόπο. Κατά κανόνα περισσότεροι του ενός γόνοι ελέγχουν την ευαισθησία στο αυτό μυκητοκτόνο ή ομάδα μυκητοκτόνων. Στο μύκητα *Nectria haematococca* έχουν αναγνωριστεί πέντε γόνοι υπεύθυνοι για ανθεκτικότητα στους αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PCNB, HCB, *dichloran* *chlorgoneb*, *biphenyl*) και δύο γόνοι στο μύκητα *A. nidulans*. Οι δύο γόνοι ελέγχουν την ανθεκτικότητα στα δικαρβοξαμίδια, τα οποία παρουσιάζουν διασταυρωτή ανθεκτικότητα με τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

Ανάλογα με το αποτέλεσμα των γόνων ανθεκτικότητας στο φαινότυπο του μύκητα, η ανθεκτικότητα διακρίνεται σε :

- Μειζόνων γόνων ή ολιγονική
- Πολυγονική

Στην πρώτη περίπτωση (*μειζόνων γόνων ή ολιγονική ανθεκτικότητα*) επιτυγχάνεται υψηλό επίπεδο ανθεκτικότητας με μεταλλαγή πολλές φορές σε έναν μόνο γόνο. Πολλοί μείζονες γόνοι για ανθεκτικότητα έχουν σήμερα απομονωθεί και ταυτοποιηθεί. Ολιγονικού τύπου ανθεκτικότητα έχει διαπιστωθεί στα βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα, σε πολλούς φυτοπαθογόνους ή μη φυτοπαθογόνους μύκητες, στα φαινυλαμίδια, στους μύκητες *Bremia lactucae*, *Phytophthora infestans* και *Phytophthora parasitica*, στα καρβοξυμίδια, στους μύκητες *Ustilago maydis* και *A. nidulans*, στους αρωματικούς υδρογονάνθρακες, στα δικαρβοξυμίδια (βοτρύτης) και σε ελάχιστες περιπτώσεις στους EBIs.

Αντίθετα στη δεύτερη περίπτωση (*πολυγονική ανθεκτικότητα*) το επίπεδο ανθεκτικότητας είναι συνήθως χαμηλό μέχρι μέτριο, δεδομένου ότι η επίδραση κάθε ελάσσονος γόνου είναι πολύ μικρή και συνήθως δύσκολα αναγνωρίζεται σε συνθήκες αγρού. Όταν όμως στο ίδιο απλοειδές κύτταρο μεταλλάξουν περισσότεροι του ενός ελάσσονες γόνοι για ανθεκτικότητα στο ίδιο μυκητοκτόνο, το επίπεδο ανθεκτικότητας μπορεί να αυξηθεί πολύ (προσθετική δράση). Αυτό έχει πρακτική σημασία γιατί συνεχίζοντας τη χρήση του ίδιου μυκητοκτόνου ή

μυκητοκτόνων με τον ίδιο τρόπο δράσης μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να επικρατήσουν πολύ ανθεκτικά στελέχη.

Εν τούτοις στις περισσότερες περιπτώσεις η πολυγονική ανθεκτικότητα δεν είναι υψηλού βαθμού και μπορεί να αντιμετωπιστεί με αύξηση της δόσης ή μείωση του μεσοδιαστήματος των ψεκασμών. Πολυγονικού τύπου ανθεκτικότητα έχει διαπιστωθεί για το dodine στο μύκητα *Venturia inaequalis* και για τους EBIs σε ορισμένους μύκητες όπως στον *Erysiphe graminis*.

1.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.

Η επίδραση του κάθε γόνου που σχετίζεται με το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στο φαινότυπο του μεταλλαγμένου κυττάρου και κατά συνέπεια η ολιγονική ή πολυγονική ανθεκτικότητα εξαρτάται από το βιοχημικό μηχανισμό για μειωμένη ευαισθησία, που κωδικοποιείται από το μεταλλαγμένο γόνο.

Κύριοι μηχανισμοί που υπεισέρχονται στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας των μυκήτων στα μυκητοκτόνα είναι οι εξής :

α) Αλλαγή στην ευαίσθητη θέση (θέση δράσης)

Ο κυριότερος μηχανισμός ανθεκτικότητας των μυκήτων στα μυκητοκτόνα είναι η αλλαγή στη θέση δράσης, δηλαδή στο κυτταρικό συστατικό (π.χ. ένζυμο) που δρα το γεωργικό φάρμακο. Στη περίπτωση αυτή αν το ευαίσθητο συστατικό είναι ένα, όπως συμβαίνει συνήθως στα εκλεκτικά μυκητοκτόνα (εξειδικευμένοι παρεμποδιστές), είναι δυνατόν να έχουμε υψηλού βαθμού ανθεκτικότητα με μεταλλαγή ενός μόνο γόνου. Στο μηχανισμό αυτό έχει διαπιστωθεί ότι οφείλεται η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των μυκήτων στα καρβοξιμίδια, στα αντιβιοτικά σε ορισμένες περιπτώσεις στους DMIs και στα βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα. Για παράδειγμα μεταλλαγή που αλλάζει ένα μόνον μόριο της τουμπουλίνης (πρωτεΐνη της μιτωτικής ατράκτου) οδηγεί σε αδυναμία προσκόλλησης των βενζιμιδαζολίων στη θέση δράσης τους (τουμπουλίνη). Αντίθετα, αν το μυκητοκτόνο αντιδρά με πολλά κυτταρικά συστατικά, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των μη εξειδικευμένων παρεμποδιστών (κυρίως προστατευτικά μυκητοκτόνα), για να αλλάξουν όλες οι ευαίσθητες θέσεις απαιτούνται μεταλλαγές σε πολλούς γόνους και επιπλέον για φαινοτυπική μείωση της

ευαισθησίας, πρέπει οι μεταλλαγές αυτές να γίνουν στον ίδιο πυρήνα που είναι πολύ δύσκολο να συμβεί στην πράξη. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι με τον τρόπο αυτό (αλλαγή στη θέση δράσης) είναι σχεδόν αδύνατο να αναπτυχθεί ανθεκτικότητα σε ένα προστατευτικό μυκητοκτόνο που δρα σε πολλά συστατικά του κυττάρου.

β) Λειτουργία εναλλακτικών συστημάτων

Ένας άλλος μηχανισμός που μπορεί να οδηγήσει σε ανθεκτικά στελέχη στα εκλεκτικά μυκητοκτόνα είναι η λειτουργία εναλλακτικών συστημάτων στους μύκητες για να αποφύγουν τη δράση του τοξικού παράγοντα (μυκητοκτόνου). Ο μηχανισμός αυτός έχει διαπιστωθεί στην περίπτωση του συνδυασμού στρομπιλουρίνες / *Septoria tritici*.

γ) Αλλαγή στην περατότητα της κυτοπλασματικής μεμβράνης

Η περατότητα της κυτοπλασματικής μεμβράνης ελέγχεται από ειδικά ενζυμικά συστήματα μεταφοράς (transport systems) διαφόρων ουσιών από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κυττάρου. Μεταλλαγή στο γόνιο που ελέγχει το σύστημα μεταφοράς μπορεί να μειώσει την ποσότητα μυκητοκτόνου που εισέρχεται στο κύτταρο του παθογόνου και να οδηγήσει σε μείωση ή εκμηδένιση της αποτελεσματικότητάς του (π.χ. blasticidin A/*P. Oryzae*, πολυοξίνες/*Alternaria kuchiana*). Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να οδηγήσει σε ανθεκτικότητα τόσο σε εκλεκτικά όσο και σε μη εκλεκτικά μυκητοκτόνα.

δ) Δέσμευση του μυκητοκτόνου στο κυτταρικό τοίχωμα

Με το μηχανισμό αυτό παρεμποδίζεται ή μειώνεται η είσοδος του φυτοπροστατευτικού προϊόντος στο εσωτερικό του κυττάρου του μύκητα και κατά συνέπεια εμποδίζεται η δράση του. Παρατηρήθηκε στο triadimefon και τα μορφολινικά μυκητοκτόνα.

ε) Αποτοξικοποίηση του μυκητοκτόνου (detoxification)

Η εξουδετέρωση της τοξικής για το μύκητα ουσίας μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ενζύμων που μεταβολίζουν τον τοξικό παράγοντα σε μη τοξικό για το μύκητα ή τη δέσμευσή του από συστατικά του κυττάρου (π.χ. οργανοϋδραργυρικά/*Pyrenophora avenae*).

στ) Αυξημένη απέκκριση

Η απέκκριση του μυκητοκτόνου από το μύκητα που έχει σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη συγκέντρωσή του στο εσωτερικό του κυττάρου έχει διαπιστωθεί ότι αποτελεί το συνήθη μηχανισμό που οδηγεί σε ανθεκτικότητα των μυκήτων στους DMIs.

ζ) Μειωμένη ικανότητα μετατροπής μη τοξικής ουσίας σε τοξική

Έχει διαπιστωθεί ότι ορισμένοι μύκητες έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν ένα μη τοξικό παράγοντα σε τοξικό. Μεταλλαγή στο σύστημα που είναι υπεύθυνο γι'αυτή τη μετατροπή μπορεί να οδηγήσει σε ανθεκτικότητα (π.χ. *pyrazophos /P. oryzae*).

1.6 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.

Ο κίνδυνος εμφάνισης ανθεκτικότητας στον αγρό μετά την εφαρμογή ενός μυκητοκτόνου εξαρτάται από τις ενδογενείς ιδιότητες του μυκητοκτόνου, το παθογόνο – στόχο και τη διαχείριση του μυκητοκτόνου.

1.6.1 Ιδιότητες του μυκητοκτόνου

1.6.1.1 Γενετικός έλεγχος ανθεκτικότητας

Είναι γενικά παραδεκτό, ότι σε ένα πληθυσμό παθογόνων, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλοι γόνοι ανθεκτικότητας για ένα μυκητοκτόνο, ανθεκτικά στελέχη θα υπάρχουν στη φύση σε πολύ μικρό ποσοστό πριν την εφαρμογή του μυκητοκτόνου. Με την πίεση επιλογής

που ασκείται από την εφαρμογή του μυκητοκτόνου αυξάνει με διαφορετικό σε κάθε περίπτωση ρυθμό.

Η ταχύτητα επιλογής των ανθεκτικών στελεχών και η σταθερότητα της ανθεκτικότητας εξαρτάται από μια σειρά παραμέτρων η βασικότερη από τις οποίες είναι η αρχική κατανομή του πληθυσμού ως προς την ευαισθησία του στο μυκητοκτόνο. Η αρχική κατανομή του πληθυσμού μπορεί να είναι ασυνεχής (2 ή περισσότεροι υποπληθυσμοί διαφορετικής ευαισθησίας στο μυκητοκτόνο) ή συνεχής (ένας και μόνο πληθυσμός) και σχετίζεται άμεσα με το γενετικό έλεγχο της ανθεκτικότητας που σχετίζεται άμεσα με το μυκητοκτόνο.

Στην περίπτωση ολιγονικού ελέγχου της ανθεκτικότητας, συνήθως περίπτωση σε εκλεκτικά μυκητοκτόνα η αρχική κατανομή του πληθυσμού είναι ασυνεχής και υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ταχείας ανάπτυξης ανθεκτικότητας υψηλού βαθμού με τη συχνή εφαρμογή του μυκητοκτόνου. Αντίθετα, στην περίπτωση πολυγονικού ελέγχου της ανθεκτικότητας, όπως συμβαίνει συνήθως στα προστατευτικά μυκητοκτόνα, η αρχική κατανομή του πληθυσμού είναι συνεχής (μια ευρεία καμπύλη) και ο κίνδυνος ανάπτυξης ανθεκτικότητας είναι μικρός. Στην τελευταία αυτή περίπτωση (πολυγονικός έλεγχος) η ταχύτητα εμφάνισης ανθεκτικών στελεχών είναι βραδεία και ο βαθμός ανθεκτικότητας μικρός. Παρατηρείται δηλαδή μια βραδεία μετατόπιση της καμπύλης του αρχικού πληθυσμού προς την περιοχή μικρότερης ευαισθησίας (π.χ. dodine/φουζικλάδιο).

1.6.1.2 Προσαρμοστικότητα των ανθεκτικών στελεχών

Η προσαρμοστικότητα (fitness) των ανθεκτικών στελεχών, που σχετίζεται συνήθως με την παθογόνο και αναπαραγωγική ικανότητά τους, παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Είναι προφανές ότι στην περίπτωση εμφάνισης ανθεκτικών στελεχών με εφάμιλλη ή και μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα, ταχύτητα αναπαραγωγής και παθογόνο ικανότητα από τον άγριο πληθυσμό, ο κίνδυνος ανάπτυξης ανθεκτικότητας είναι μεγάλος.

1.6.2 Παθογόνο και συνθήκες περιβάλλοντος

Η βιολογία του παθογόνου, η επιδημιολογία της ασθένειας και οι περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν άμεση σχέση με την εμφάνιση του προβλήματος στον αγρό. Για παράδειγμα

ασθένειες όπως τα ωΐδια με μικρό βιολογικό κύκλο και παραγωγή μεγάλου αριθμού σπορίων, παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης ανθεκτικότητας. Ευνοϊκές για την ταχεία αναπαραγωγή και διάδοση της ασθένειας συνθήκες είναι ευνόητο ότι συντελούν στη μεγέθυνση του προβλήματος.

1.6.3 Διαχείριση του μυκητοκτόνου (πίεση επιλογής)

Ο τρόπος διαχείρισης ενός μυκητοκτόνου έχει άμεση σχέση με τον κίνδυνο εμφάνισης ανθεκτικότητας στον αγρό. Εφαρμογή πολύ χαμηλών ή πολύ υψηλών συγκεντρώσεων, συνεχής χρήση του ίδιου μυκητοκτόνου, συνεχής επίδραση του μυκητοκτόνου στο παθογόνο (π.χ. εφαρμογή στο έδαφος ή στο νερό ποτίσματος) ή εφαρμογή του ίδιου μυκητοκτόνου σε μεγάλη έκταση, διευκολύνουν την εμφάνιση του προβλήματος.

Τα κυκλοφορούντα μυκητοκτόνα με βάση κυρίως το γενετικό έλεγχο της ανθεκτικότητας, την παθογένεια και προσαρμοστικότητα των μεταλλαγμένων στελεχών και την μέχρι σήμερα εμπειρία μπορούν να καταταγούν γενικά σε τρεις κύριες κατηγορίες όσον αφορά τον κίνδυνο απώλειας της αποτελεσματικότητάς τους λόγω επικράτησης ανθεκτικών στελεχών.

1.7 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.

1.7.1 Μυκητοκτόνα υψηλού κινδύνου

Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται ταχεία αύξηση του αριθμού των ανθεκτικών στελεχών και απότομη απώλεια της αποτελεσματικότητας των μυκητοκτόνων. Ο βαθμός ανθεκτικότητας είναι υψηλός και η ανθεκτικότητα παραμένει σταθερή για πολλά χρόνια. Αύξηση της δόσης ή της συχνότητας εφαρμογής των μυκητοκτόνων δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα.

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα βενζιμιδαζόλια, τα φαινυλαμΐδια, οι πολυοξΐνες και τα καρβοξαμΐδια.

1.7.2 Μυκητοκτόνα μέσου κινδύνου

Στην περίπτωση αυτή η προσαρμοστικότητα των στελεχών με ανθεκτικότητα υψηλού βαθμού είναι μειωμένη και στον αγρό επικρατούν στελέχη με μέτρια ανθεκτικότητα. Αύξηση της δόσης ή μείωση των μεσοδιαστημάτων ψεκασμού μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα.

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και τα δικαρβοξυμείδια (ολιγονικός έλεγχος ανθεκτικότητας) καθώς και τα αμινοπυριμιδικά, τα οργανοκασσιτερούχα, τα οργανοφωσφορικά και το dodine (πολυγονικός έλεγχος ανθεκτικότητας).

1.7.3 Μυκητοκτόνα μικρού κινδύνου

Στην περίπτωση αυτή υπάγονται κυρίως τα προστατευτικά μυκητοκτόνα όπως το θειάφι, τα χαλκούχα, τα διθειοκαρβαμιδικά, τα φθαλιμείδια, το chlorothalonil, το iminoctadine και το guazatine. Μειωμένη αποτελεσματικότητα στα μυκητοκτόνα της κατηγορίας αυτής δεν έχει αναφερθεί παρά σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις παρά την ευρεία και επί πολλές δεκαετίες εφαρμογής τους.

Τα μυκητοκτόνα που κατατάσσονται σε κάθε μία από τις παραπάνω τρεις παραπάνω βασικές κατηγορίες διαφέρουν ως προς τον κίνδυνο απώλειας της αποτελεσματικότητάς τους και γι' αυτό από ορισμένους ερευνητές αναφέρονται έξι κατηγορίες ενώ άλλοι ερευνητές οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τους το συνδυασμό μυκητοκτόνου/ασθένειας κατατάσσουν τα μυκητοκτόνα σε εννέα διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα και με το παθογόνο που πρόκειται να αντιμετωπιστεί.

Στον πίνακα 3 δίνεται ο κίνδυνος εμφάνισης ανθεκτικότητας στα περισσότερα από τα κυκλοφορούντα μυκητοκτόνα (κλίμακα 0-6). Ομάδες μυκητοκτόνων ή μυκητοκτόνα που δίνονται σε πλαίσιο εμφανίζουν διασταυρωτή ανθεκτικότητα και δεν πρέπει να εναλλάσσονται μεταξύ τους.

Η εκτίμηση του κινδύνου εμφάνισης μετά την εφαρμογή στον αγρό ενός νέου φυτοπροστατευτικού προϊόντος είναι σήμερα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, απαραίτητη προϋπόθεση για τη χορήγηση έγκρισης κυκλοφορίας του. Για την εκτίμηση αυτή είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί μέθοδος καθορισμού της ευαισθησίας του παθογόνου – στόχου στο νέο μόριο, να εξεταστούν οι πιθανότητες επιλογής ανθεκτικών στελεχών, να μελετηθεί ο τρόπος δράσης του μυκητοκτόνου και εφόσον είναι

δυνατόν ο μηχανισμός και ο γενετικός έλεγχος της ανθεκτικότητας, να ελεγχθεί η ευαισθησία του αρχικού πληθυσμού του παθογόνου στο νέο μόριο (baseline sensitivity) και η φυτοπαθόγonos προσαρμοστικότητα των ανθεκτικών στελεχών σε σχέση με τον άγριο πληθυσμό. Τέλος, εφόσον διαπιστωθεί ότι, ο κίνδυνος επικράτησης ανθεκτικών στελεχών στον αγρό μετά την εφαρμογή του νέου μορίου είναι υπαρκτός, να υποβληθεί και η κατάλληλη στρατηγική χειρισμού του μυκητοκτόνου για μείωση του κινδύνου εμφάνισης ανθεκτικότητας καθώς και παρακολούθησης της ευαισθησίας του πληθυσμού (**monitoring**) μετά την ευρεία εφαρμογή του στον αγρό.

1.8 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ.

Όταν ένα παθογόνο εμφανίσει ανθεκτικότητα σ' ένα μυκητοκτόνο είναι δυνατή η επέκτασή της και σε άλλα μυκητοκτόνα με διαφορετικά δρώντα συστατικά. Στους μύκητες έχουν διαπιστωθεί οι παρακάτω κατηγορίες συσχέτισης της ανθεκτικότητας σε περισσότερα του ενός μυκητοκτόνα.

1.8.1 Διασταυρωτή ανθεκτικότητα

Εμφανίζεται συνήθως στις περιπτώσεις όπου ένας και μόνο γόνος ελέγχει την ανθεκτικότητα σε περισσότερα του ενός φυτοφάρμακα. Διασταυρωτή ανθεκτικότητα εμφανίζεται συνήθως σε μυκητοκτόνα με πολλά κοινά χαρακτηριστικά όπως ο κοινός τρόπος δράσης, η ίδια χημική ομάδα, παρεμφερές φάσμα δράσης κ.λ.π. Μυκητοκτόνα με διασταυρωτή ανθεκτικότητα δίνονται εντός πλαισίου (ομαδοποιημένα) στον Πίνακα 4.

1.8.2 Πολλαπλή ανθεκτικότητα

Είναι η ανθεκτικότητα ενός μύκητα σε δύο ή περισσότερα μυκητοκτόνα ή ομάδες μυκητοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης. Η ανθεκτικότητα της μορφής αυτής προέρχεται από ανεξάρτητες μεταλλαγές δύο ή περισσότερων γόνων.

1.8.3 Αρνητικά συσχετιζόμενη διασταυρωτή ανθεκτικότητα

Σε ορισμένες περιπτώσεις έχει διαπιστωθεί ότι μια μεταλλαγή μπορεί να καταστήσει έναν οργανισμό ανθεκτικό σε ένα μυκητοκτόνο και ταυτόχρονα πολύ πιο ευαίσθητο από το άγριο στέλεχος σε άλλο μυκητοκτόνο. Η περίπτωση αυτή είναι γνωστή σαν *αρνητική συσχέτιση διασταυρωτής ανθεκτικότητας (negatively correlated cross resistance)* και είναι σπάνια.

Έχει παρατηρηθεί στους μύκητες *Botrytis cinerea* και *Penicillium expansum* στα βενζιμιδαζολικά και τα φαινυλοκαρβαμιδικά μυκητοκτόνα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ- ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΤΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Μυκητοκτόνα	Κ.Ε.Α.**
Ανόργανα (-): Ενώσεις S, χαλκούχα	0
Διθειοκαρβαμιδικά (-): maneb, zineb, thiram, propineb κ.α.	1
captan, captafol, ETEM, thiram, chlorothalonil (-)	1
benomyl, carbendazim, thiobendazole, fuberindazole, thiophanate, thiophanate-methyl thiophamine (+)	6
carboxin, oxycarboxin, pyracarbolid, methfuroxam, benodanil, fymecyclox (+)	4
DMIs: α) Τριαζόλες: bitertanol, bromuconazole, cyproconazol, dichlobutrazol, difenoconazol, diniconazole, etaconazol, fenbuconazole, flusilazole, flutriafol, hexaconazole, myclobutanil, penconazole, propiconazole, tebuconazole, triadimefon, triadimentol κ.α.	3
β) Πιπεραζίνες: triforine	3
γ) Πυρμιδίνες: fenarimol, nuarimol	3
δ) Πυρμιδίνες: buthiobate, pyrifenox	3
ε) Ιμιδαζόλες: imazalil, prochloraz	3
Μορφολινικά: dodemorph, fenpropimorph, trimorphamide, fenpropidin (δρα ως μορφολίνη) (+)	2
dimethirimol (+)	5
ethirimol, bupirimate (+)	4
metalaxyl, furalaxyl, benalaxyl, ofurace, cyprofuram (+)	6
vinclozolin, procymidone, iprodione, myclozolin, chlozolate, tolclofos- methyl (+)	5
Παράγωγα βενζολίου, ανιλίνης, φαινόλης (+)	3

Μυκητοκτόνα	Κ.Ε.Α.**
fentin acetate (+)	2
Αντιβιοτικά (+)	5
pyrazophos (A)	2
Παράγωγα υδροξικινόλης (-)	0
dodine (A)	2
fosetyl- Al (A)	2

Πηγή: Μυκητοκτόνα και περιβάλλον. Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των μυκήτων στα εκλεκτικά μυκητοκτόνα και η αντιμετώπισή του. ΠΙΕΤΣΙΚΟΥ – ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν., (1998)

* : Τα μυκητοκτόνα που δίνονται εντός πλαισίου εμφανίζουν διασταυρωτή ανθεκτικότητα και δεν πρέπει να εναλλάσσονται μεταξύ τους.

** : Κίνδυνος Εμφάνισης Ανθεκτικότητας: 0: σχεδόν ανύπαρκτος, 6:μεγάλος
 (+): εκλεκτικό μυκητοκτόνο, (-): μη εκλεκτικό μυκητοκτόνο
 (A): εκλεκτικότητα μη εξακριβωμένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΘΕΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

2.1 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΘΕΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

2.1.1 Ωίδιο της αμπέλου (*Uncinula necator* - DMIs).

2.1.1.1 Χημική αντιμετώπιση.

Όπως είναι γνωστό το ωίδιο της αμπέλου προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του φυτού. Ο μύκητας *Uncinula necator* που προκαλεί το ωίδιο ανήκει στη κλάση των Ασκομυκήτων (*Ascomycetes*). Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς ή σκονίσματα που ξεκινούν την άνοιξη, όταν έχουν εκπτυχθεί 2-3 φύλλα (βασική επέμβαση). Οι επεμβάσεις επαναλαμβάνονται κατά την άνθηση, κατά προτίμηση με θείο επίτασης, και συνεχίζονται ανάλογα με την ένταση της προσβολής και τις καιρικές συνθήκες.

Εγκεκριμένα μυκητοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη χημική αντιμετώπιση του ωιδίου της αμπέλου, με εφαρμογή στο φύλλωμα, είναι τα εξής: *azoxystrobin*, *benomyl*, *bupirimate*, *carbendazim*, *cyproconazole* + θείου, *dinocap*, *fenarimol*, *hexaconazole*, *myclobutanil*, *penconazole*, *propiconazole*, *pyrazophos*, *pyrifenoX*, *spiroxamine*, *sulfur*, *tebuconazole EW*, *thiophanate methyl*, *triadimefon*, *triadimenol*, *triforine*, θείου.

2.1.1.2 Μειωμένη ευαισθησία στελεχών του μύκητα *Uncinula necator* σε μυκητοκτόνα της ομάδας των DMI's : πρώτη αναφορά στην Ελλάδα.

Η πρόσφατη εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών του μύκητα *Uncinula necator* (ωίδιο της αμπέλου) στα μυκητοκτόνα της ομάδας των DMI's στην Ευρώπη και τις Η.Π.Α. οδήγησε κάποιους έλληνες ερευνητές γεωπόνους στην πραγματοποίηση σχετικής έρευνας και στη χώρα μας για μελέτη του προβλήματος. Η έρευνα άρχισε το έτος 1997 στα πλαίσια του Προγράμματος ΔΗΜΗΤΡΑ '95 του ΕΘ.Ι.Α.ΓΕ., σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση στη χώρα μας, όσον αφορά το ωίδιο της αμπέλου και την αποτελεσματικότητα των ευρέως χρησιμοποιούμενων για την αντιμετώπισή του, μυκητοκτόνων της ομάδας των DMI's.

Για τον σκοπό αυτό συγκεντρώθηκαν στοιχεία από διάφορες περιοχές της χώρας, έγινε καταγραφή τους σε ειδική βάση δεδομένων, τυποποιήθηκαν μέθοδοι δειγματοληψίας, μεταφοράς του μολύσματος και διατήρησής του σε φυτά-ξενιστές και μέθοδοι αξιολόγησης στο εργαστήριο της ευαισθησίας διαφόρων απομονώσεων του μύκητα στους DMI's.

Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μέχρι σήμερα και τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν προκύπτει ότι, το πρόβλημα του ωιδίου στην Ελλάδα είναι πολύ σοβαρό και ο μύκητας διαχειμάζει τόσο ως μυκήλιο στους οφθαλμούς (flag shoots) όσο και με κλειστοθήκια.

Μειωμένη αποτελεσματικότητα στους DMI's παρατηρήθηκε στους νομούς Κορινθίας, Αχαΐας, Καβάλας, Χαλκιδικής και Ηρακλείου Κρήτης. Από τρεις πληθυσμούς του ωιδίου που μελετήθηκαν στο εργαστήριο, από τις περιοχές Λυκόβρυσης Αττικής (K1), Ηλιούπολης Αττικής (K2), και Ηρακλείου Κρήτης (K3) διαπιστώθηκε μείωση ευαισθησίας του ωιδίου στους DMI's με την εξής σειρά : $K3 > K2 > K1$. Ο λιγότερο ευαίσθητος πληθυσμός (K3) εμφάνισε σημαντική μείωση της ευαισθησίας στους DMI's με την άγρια φυλή.

2.1.1.3 Διερεύνηση στρατηγικών για τον περιορισμό του προβλήματος της ανθεκτικότητας του ωιδίου της αμπέλου (*Uncinula necator*) σε μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs.

Η μειωμένη ευαισθησία του μύκητα *Uncinula necator* στο μυκητοκτόνο της ομάδας των DMIs, triadimenol, που είχε διαπιστωθεί για πρώτη φορά το 1997, αφορούσε ένα μικρό

αριθμό πληθυσμών από τη χώρα μας. Σήμερα περαιτέρω εκτενής μελέτη επιβεβαιώνει τις αρχικές μας διαπιστώσεις όσον αφορά τη παρουσία ανθεκτικών πληθυσμών.

Στόχος της διερεύνησης των στρατηγικών αντιμετώπισης του προβλήματος της ανθεκτικότητας, ήταν η συγκριτική μελέτη διαφόρων προγραμμάτων ψεκασμών ως προς την επιλογή ανθεκτικών υποπληθυσμών του μύκητα *Uncinula necator* και ως προς την αποτελεσματικότητά τους στον έλεγχο της ασθένειας. Η αξιολόγηση των διαφόρων αυτών προγραμμάτων έγινε τόσο με μετρήσεις υπαίθρου (μέτρηση του ποσοστού προσβολής των βότρεων για κάθε επέμβαση) όσο και εργαστηριακά (υπολογισμός των τιμών EC50 και του ποσοστού των ανθεκτικών φαινοτύπων για κάθε υποπληθυσμό).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα πρόγραμμα διαχείρισης ανθεκτικότητας έχει ως στόχο αφενός να μειώσει την ασκούμενη πίεση επιλογής και αφετέρου να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικό, σχεδιάστηκαν πειράματα υπαίθρου όπου τα μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs εφαρμόστηκαν σε μειωμένο αριθμό (2-4 από τις 6 επεμβάσεις) στην αρχή και/ή στο τέλος της περιόδου, ή σε ενδιάμεσα στάδια αυτής. Επιπλέον δοκιμάστηκαν παράλληλα σε διάφορα προγράμματα και νέες δραστικές ουσίες που συστήνονται για την αντιμετώπιση του ωιδίου της αμπέλου.

Η περίπτωση όπου οι επεμβάσεις με τριαζόλες εφαρμόστηκαν τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, ήταν αυτή στην οποία εμφανίστηκε στο υπαίθρο η μεγαλύτερη προσβολή ωιδίου στους βότρες της αμπέλου και εργαστηριακά το μεγαλύτερο ποσοστό ανθεκτικών φαινοτύπων στον εν λόγω πληθυσμό. Στο πρόγραμμα όπου ο αριθμός των επεμβάσεων με τριαζόλες μειώθηκε περαιτέρω (δύο επεμβάσεις από τις έξι, στο στάδιο της καρπόδεσης και στο κλείσιμο της σταφυλής) διαπιστώθηκε σημαντική μείωση της προσβολής των βότρεων από το ωίδιο και μείωση της επιλογής ανθεκτικών στελεχών στον εν λόγω πληθυσμό. Η έρευνα συνεχίζεται.

2.1.2 Βοτρώτης των κηπευτικών και του κυκλαμίνου (*Botrytis cinerea* - Ανιλινοπυριμιδίνες, φαινυλοπυριμιδίνες)

2.1.2.1 Χημική αντιμετώπιση.

Ο μύκητας *Botrytis cinerea*, ο οποίος προκαλεί το βοτρώτη των κηπευτικών, κατατάσσεται στην κλάση των Δευτερομυκήτων (*Deuteromycetes*). Προσβάλλει υπέργεια

μέρη του φυτού όπως μίσχους, στελέχη, άνθη και λοβούς και προκαλεί τα χαρακτηριστικά συμπτώματα πάνω στις προσβεβλημένες περιοχές. Τα συμπτώματα αυτά είναι κυρίως νεκρώσεις και σήψεις.

Τα εγκεκριμένα μυκητοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη χημική αντιμετώπιση του μύκητα και εφαρμόζονται στο έδαφος είναι τα εξής: *benomyl*, *carbendazim*, *quintozene* + *etridiazole*. Τα *benomyl* και *carbendazim* θεωρούνται αποτελεσματικά μόνον εφόσον παρίσταται ανάγκη εκτελέσεως ψεκασμών και δεν υφίσταται πρόβλημα ανθεκτικότητας.

Συνιστάται ένας ψεκασμός με την έναρξη του ανοίγματος των ανθέων ο οποίος ακολουθείται από έναν δεύτερο τρεις εβδομάδες αργότερα.

2.1.2.2 Μελέτη της ευαισθησίας ελληνικών απομονώσεων του μύκητα *Botrytis cinerea* σε μυκητοκτόνα της ομάδας των ανιλνοπυριμιδινών και φαινυλοπυριδιναμινών

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα στην αντιμετώπιση του μύκητα *Botrytis cinerea*, ιδιαίτερα σε καλλιέργειες κηπευτικών, είναι η ταχεία επικράτηση ανθεκτικών στελεχών μετά από την εφαρμογή εκλεκτικών μυκητοκτόνων.

Στη χώρα μας, όπως και σε άλλες χώρες το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στα ευρέως χρησιμοποιούμενα βενζιμιδαζολικά, δικαρβοξυμιδικά και σε μικρότερο βαθμό φαινυλοκαρβαμιδικά βοτρυδιοκτόνα, έχει από ετών διαπιστωθεί και έχει δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην αντιμετώπιση της ασθένειας κυρίως σε καλλιέργειες κηπευτικών υπό κάλυψη. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος συνιστάται η χρήση μη εκλεκτικών μυκητοκτόνων ή εναλλαγή εκλεκτικών με διαφορετικό τρόπο δράσης από τα ήδη χρησιμοποιούμενα. Επιβάλλεται επομένως η αξιολόγηση τυχόν νέων μορίων, αποτελεσματικών στον εν λόγω μύκητα.

Οι ανιλνοπυριμιδίνες και οι φαινυλοπυριμιδιναμίνες είναι δυο νέες ομάδες βοτρυδιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης από τα μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενα μυκητοκτόνα. Μελετήθηκε επίσης η δράση τριών νέων μορίων των ως άνω ομάδων, *cyprodinil/pyrimethanil* (ανιλνοπυριμιδίνες) και *fluzazinam* (φαινυλοπυριδιναμίνες), σε στελέχη του μύκητα ανθεκτικά στα βενζιμιδαζολικά ή/και σε δικαρβοξυμιδικά μυκητοκτόνα που απομονώθηκαν από καλλιέργειες κηπευτικών στη χώρα μας.

Από τον έλεγχο της *in vitro* αποτελεσματικότητας (μυκητοτοξικότητας) των προαναφερθέντων μορίων διαπιστώθηκε με βάση διάφορες τιμές σε μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ότι, στελέχη ανθεκτικά σε βενζιμιδαζολικά, δικαρβοξιμιδικά ή N-φαινυλοκαρβαμιδικά μυκητοκτόνα, δεν εμφάνισαν διασταυρωτή ανθεκτικότητα στα cyprodinil/pyrimethanil και fluzinam. Επιπλέον διαπιστώθηκε η ύπαρξη αρνητικά συσχετιζόμενης διασταυρωτής ανθεκτικότητας μεταξύ των μυκητοκτόνων της ομάδας των ανιλνοπυριμιδινών και φαινυλοπυριμιδιναμινών και των βενζιμιδαζολικών μυκητοκτόνων.

Η μυκητοτοξικότητα των cyprodinil, pyrimethanil και fluzinam που διαπιστώθηκε στις *in vitro* δοκιμές δεν επιβεβαιώθηκε στις δοκιμές *in vivo* σε όλες τις περιπτώσεις γεγονός που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

2.1.3 Ωίδιο των κολοκυνθοειδών (*Sphaerotheca fuliginea* - Benomyl - Μελέτη επίδρασης των Azoxystrobin και Kresoxim methyl).

2.1.3.1 Χημική αντιμετώπιση.

Ο μύκητας *Sphaerotheca fuliginea*, ο οποίος προκαλεί το ωίδιο των κολοκυνθοειδών, κατατάσσεται στην κλάση των Ασκομυκήτων (*Ascomycetes*). Προσβάλλει τα φύλλα τόσο στην άνω όσο και στην κάτω επιφάνεια του στελέχους, καθώς επίσης τους μίσχους και τους βλαστούς. Τα συμπτώματα τα οποία παρατηρούνται είναι οι λευκές και μικρές σε μέγεθος κηλίδες στις οποίες διακρίνονται οι χαρακτηριστικές αλευρώδεις εξανθήσεις των ωιδίων.

Τα μυκητοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στη χημική αντιμετώπιση του μύκητα είναι τα εξής: *benomyl*, *carbendazim*, *cyproconazole*, *fenarimol*, *fenbuconazole*+*dinocap*, *imazalil*, *myclobutanil*, *penconazole*, *pyrazophos*, *thiophanate methyl*, *triadimefon*, *triadimefon DP*, *triadimenol*, *tridemorph*, *triforine*, *propiconazole*, θείο. Η εφαρμογή των παραπάνω μυκητοκτόνων γίνεται στο έδαφος.

Στις επεμβάσεις οι οποίες συνιστώνται για τη χημική αντιμετώπιση του ωιδίου των κολοκυνθοειδών εμπλέκονται ωιδιοκτόνα φάρμακα όπως το θειάφι (σε σκόνη ή βρέξιμο), το θειασβέστιο, το *dinocap* ή ορισμένα διασυστηματικά. Τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής: *benomyl*, *tridemorph*, *triadimefon*, *cyproconazole*, *imazalil*, *thiophanate methyl*, *propiconazole*, *triforine*, *pyrazophos*. Η προτεινόμενη συχνότητα χρήσης των διασυστηματικών ωιδιοκτόνων είναι 10 – 15 ημέρες.

Στα κολοκυνθοειδή θα πρέπει να αποφεύγονται ή να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή τα θειούχα φάρμακα διότι μπορεί να προκαλέσουν φυτοτοξικότητα στις καλλιέργειες αυτές ιδίως στις υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 24 – 29 °C). Το **dinocap** δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες άνω των 32 °C.

2.1.3.2 Διερεύνηση της επίδρασης των Azoxystrobin και Kresoxim methyl σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του μύκητα *Sphaerotheca fuliginea*

Το 1976 μετά από διάφορες μελέτες και παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι ο μύκητας *Sphaerotheca fuliginea*, παθογόνο αίτιο του ωιδίου των κολοκυνθοειδών, παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο benomyl. Δημιουργήθηκε επομένως η ανάγκη αναζήτησης νέων μυκητοκτόνων τα οποία θα αντιμετώπιζαν τον μύκητα πολύ πιο αποτελεσματικά.

Τα azoxystrobin και kresoxim methyl είναι δυο νέα μόρια της ομάδας των στρομπιλουρινών. Οι ουσίες αυτές είχαν βρεθεί αρκετά αποτελεσματικές στη χώρα μας στην αντιμετώπιση του μύκητα. Η γνώση της επίδρασης των ως άνω μυκητοκτόνων στη διαδικασία μόλυνσης και ανάπτυξης του παθογόνου είναι σημαντική πληροφορία για την επιλογή του κατάλληλου χρόνου επέμβασης για τον έλεγχο της ασθένειας.

Με την βοήθεια πειραμάτων *in vivo*, μελετήθηκε η επίδραση των azoxystrobin και kresoxim methyl σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του μύκητα, κατόπιν εφαρμογής τους με ψεκάσμο (συγκέντρωση 50 μg δ.ο./ml) σε φυτά αγγουριού προληπτικά (2 και 4 ημέρες μετά την μόλυνση). Από τα πειράματα αυτά διαπιστώθηκε ότι τα δύο αυτά μόρια εφαρμοζόμενα προληπτικά, παρεμπόδισαν τη βλάστηση των κονιδίων του μύκητα κατά 50% σε σχέση με το μάρτυρα. Από τα κονίδια που βλάστησαν ένα σημαντικό ποσοστό σταμάτησε μετά το σχηματισμό του βλαστικού σωλήνα. Προληπτικές εφαρμογές σε κοτυληδόνες αγγουριού παρεμπόδισαν το σχηματισμό μυζητήρων σε ένα σημαντικό αριθμό βλαστημένων κονιδίων και μείωσαν τον αριθμό τους ανά κονίδιο στα υπόλοιπα. Θεραπευτικές εφαρμογές 4 ημέρες μετά τη μόλυνση παρεμπόδισαν σε υψηλό ποσοστό την παραγωγή κονιδίων από το μύκητα.

Από τα παραπάνω δεδομένα διαπιστώνεται η δράση των στρομπιλουρινών στα πρώτα στάδια εγκατάστασης του μύκητα *S. fuliginea* και επιβεβαιώνεται η αξιολογη προληπτική και θεραπευτική τους δράση στο ωίδιο των κολοκυνθοειδών.

2.1.4 Κερκοσπορίωση τεύτλων (*Cercospora beticola* - Βενζιμιδαζόλες - Δικαρβοξιμίδια - Αναστολείς βιοσύνθεσης εργοστερόλης).

2.1.4.1 Χημική αντιμετώπιση

Ο μύκητας *Cercospora beticola*, ο οποίος προκαλεί την κερκοσπορίωση των τεύτλων, κατατάσσεται στην κλάση των Δευτερομυκήτων (Deuteromycetes) και προσβάλλει το φύλλωμα. Τα μυκητοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη χημική αντιμετώπιση του μύκητα είναι τα εξής:

α) Μυκητοκτόνα τα οποία εφαρμόζονται στο σπόρο: στη περίπτωση αυτή προτεινόμενα μυκητοκτόνα είναι το *mancozeb* και το *zineb* + *DS*.

β) Μυκητοκτόνα τα οποία εφαρμόζονται στο φύλλωμα: στη περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ευρέως τα ακόλουθα μυκητοκτόνα: *benomyl*, *bitertanol*, *carbendazim*, *chlorothalonil*, *flutriafol*, *mancozeb*, *maneb*, *maneb* + *fentin acetate*, *propiconazole*, και *pyrifenoX*. Επιπλέον χρησιμοποιείται χαλκός (Cu) στις παρακάτω μορφές:

- Οξυγλωριούχος χαλκός
- Τριβασικός θειϊκός χαλκός
- Υδροξείδιο του χαλκού
- Βορδιγάλειος πολτός
- Άλατα λιπαρών και ρητινικών οξέων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η χημική αντιμετώπιση του μύκητα επιτυγχάνεται με τους κατάλληλους ψεκασμούς. Αναφέρεται λοιπόν ότι για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση λαμβάνουν χώρα 5 –10 ψεκασμοί κάθε 10 – 15 ημέρες αρχίζοντας με την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων.

2.1.4.2 Η βιολογία των ανθεκτικών στο Triphenyltin ποικιλιών του *Cercospora beticola* στα σακχαρότευτλα.

Γένη του *Cercospora beticola* ανθεκτικά στο Triphenyltin, απομονωμένα σε δοκιμαστικό *in vitro* σωλήνα και προερχόμενα από σακχαρότευτλα της Βόρειας Ελλάδας, προκάλεσαν

κηλίδωση που δεν ελέγχθηκε από προτεινόμενες τιμές triphenyltin acetate σε μελέτες σε θάλαμο ανάπτυξης.

Οι ανθεκτικές ποικιλίες στο δοκιμαστικό *in vitro* σωλήνα δε διαφέρουν από τις ευαίσθητες ως προς το ρυθμό ανάπτυξης ή τα χαρακτηριστικά της αποικίας. Δεν υφίσταται σχέση μεταξύ της ανθεκτικότητας του παθογόνου στο Triphenyltin και τη βενζιμιδαζόλη.

Η μολυσματικότητα ποικίλει μεταξύ των ανθεκτικών και ευαίσθητων ποικιλιών στο Triphenyltin. Παρόλ' αυτά οι ανθεκτικές ποικιλίες φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη ανταγωνιστική ικανότητα από τις ευαίσθητες, γεγονός που θα μπορούσε να εξηγήσει την καθυστερημένη εμφάνιση ανθεκτικότητας σε αυτό το μυκητοκτόνο. Εξ' αιτίας της μειωμένης ανταγωνιστικής ικανότητας, οι ανθεκτικοί πληθυσμοί του υπαίθρου μπορεί να μειωθούν αφότου ο επιλεκτικός παράγοντας (μέσο) έχει απομακρυνθεί.

Αποτελέσματα και συζήτηση σε πειράματα *in vitro* και *in vivo*.

1) Πειράματα *in vitro*.

Τα πειράματα αυτά έλαβαν χώρα προκειμένου να εξακριβωθεί εάν οι ανθεκτικές (Α) και οι ευαίσθητες (Ε) ποικιλίες διαφέρουν ως προς την ανάπτυξη σε ένα τεχνητό μέσο καθώς επίσης και αν η ανθεκτικότητα στο triphenyltin σχετίζεται με την ανθεκτικότητα στις βενζιμιδαζόλες.

Η ανάπτυξη σε μέσο χωρίς μυκητοκτόνα διέφερε μέσα στην ίδια ομάδα αλλά όχι μεταξύ ομάδων των ποικιλιών. Οι ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου αυξήθηκαν σε διάμετρο κατά μέσο όρο 6,5 mm με ένα εύρος 4,9 – 8,3 mm μεταξύ 4 και 7 ημερών μετά τον εμβολιασμό. Παρόμοια οι ανθεκτικές ποικιλίες αυξήθηκαν κατά μέσο όρο 6,7 mm με εύρος 5,7-8,0 mm. Άρα οι αλλαγές που σχετίζονται με την εξέλιξη της ανθεκτικότητας, δεν φαίνεται να επηρεάζουν τους μηχανισμούς ελέγχου της ανάπτυξης του παθογόνου σε δοκιμαστικό σωλήνα *in vitro*. Το χρώμα των αποικιών ποικίλε κάπως, αλλά δεν φαινόταν να έχει σχέση με την ανθεκτικότητα στο triphenyltin.

Τα ΤΡΤΑ και ΤΡΤC σε συγκεντρώσεις τόσο χαμηλές όσο 0,125 μg / ml εμπόδισαν την ανάπτυξη των ευαίσθητων ποικιλιών. Η ανάπτυξη των ανθεκτικών ποικιλιών εμποδίστηκε μόνο από σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις μυκητοκτόνων. Ενδιάμεσα επίπεδα ανθεκτικότητας ήταν επίσης προφανή.

Μερικές ποικιλίες παρουσίασαν ανθεκτικότητα στο carbendazim, δείχνοντας πως η ανθεκτικότητα στις βενζιμιδαζόλες διατηρήθηκε παρά την διακοπή της χρήσης τους το 1973,

καθώς προέβλεψε ο Donas και άλλοι. Ως αναμενόταν, καμία από τις ποικιλίες δεν έδειξε ανθεκτικότητα στο maneb.

Το γεγονός ότι βρέθηκε μια ποικιλία ανθεκτική στη βενζιμιδαζόλη ανάμεσα στις ανθεκτικές στο triphenyltin (A16) καθώς και ανάμεσα στις ευαίσθητες σ' αυτό (E12), μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ανθεκτικότητα σ' αυτές τις δύο ομάδες μυκητοκτόνων δεν σχετίζεται και υποδηλώνει ότι οι γενετικοί ή βιοχημικοί μηχανισμοί της ανθεκτικότητας σ' αυτά τα μυκητοκτόνα διαφέρουν.

Άρα οι ανθεκτικές ποικιλίες στο triphenyltin και τις βενζιμιδαζόλες μπορεί να αναπτύχθηκαν διαδοχικά αλλά ανεξάρτητα.

2) Πειράματα in vivo.

Τα πειράματα αυτά εκτελέστηκαν προκειμένου να επιβεβαιώσουν παρατηρήσεις οι οποίες έγιναν στο ύπαιθρο, και αναφέρουν ότι ποικιλίες ανθεκτικές στο triphenyltin προκαλούν ασθένεια που δεν είναι δυνατόν να ελεγχθεί με τις προτεινόμενες τιμές ΤΡΤΑ. Επιπλέον σκοπός τους ήταν να καθορίσουν εάν η ανθεκτικότητα διατηρείται μετά από διαδοχικούς εμβολιασμούς αφέκαστων σακχαρότευτλων και τέλος να συγκριθούν η μολυσματικότητα και η ανταγωνιστική ικανότητα των ανθεκτικών ποικυλίων με αυτές του άγριου τύπου.

Μια προηγούμενη προηγούμενη μελέτη απέδειξε ότι η ανθεκτικότητα διατηρείται μετά από αρκετές μεταφορές των ανθεκτικών καλλιεργειών του παθογόνου σε δοκιμαστικό σωλήνα. Στη μελέτη αυτή, τρεις ανθεκτικές ποικιλίες πέρασαν τέσσερις φορές διαδοχικά μέσα από φυτώρια αφέκαστων σακχαρότευτλων. Αυτές οι μεταφορές εν ζωή, δεν άλλαξαν τα χαρακτηριστικά της αποικίας ή την ανθεκτικότητα στο ΤΡΤΑ, παρέχοντας πρόσθετες αποδείξεις ότι η ανθεκτικότητα προήλθε μάλλον από μόνιμες γενετικές ή φυσιολογικές αλλαγές στο παθογόνο παρά από προσωρινή προσαρμογή.

Όταν σακχαρότευτλα που δεν είχαν υποβληθεί σε θεραπεία εμβολιάστηκαν με κονίδια, είτε από ανθεκτικές (Α) είτε από ευαίσθητες (Ε) ποικιλίες, ανέπτυξαν κηλίδωση. Αντίθετα, μόνο ποικιλίες Α προκάλεσαν ένα αξιόλογο ποσό ασθένειας σε σακχαρότευτλα που είχαν υποστεί θεραπεία με ΤΡΤΑ. Αυτά τα ευρήματα παρέχουν επιπλέον αποδείξεις ότι τα triphenyltin απέτυχαν να ελέγξουν την ασθένεια στο ύπαιθρο επειδή υπήρχαν ανθεκτικές ποικιλίες.

Οι ποικιλίες Ε και Α διαφέρουν ως προς το ενδεχόμενο μόλυνσης, γεγονός που υποδηλώνει ότι η μολυσματικότητα είναι ανεξάρτητη της ανθεκτικότητας στο triphenyltin. Ο

ανταγωνισμός ανάμεσα στις ποικιλίες E και A, παρόλα αυτά, φαίνεται να ευνοεί τις πρώτες βασισμένος στη ποσοστιακή αποκατάσταση. Όταν τα σακχαρότευτλα εμβολιάστηκαν με ένα μίγμα 1:1 κονιδίων από ποικιλίες από E και A, οι ποικιλίες E απομονώθηκαν από τις προκύπτουσες κηλίδες συχνότερα από τις ποικιλίες A. Η μειωμένη ανταγωνιστική ικανότητα των ποικιλιών A που παρατηρήθηκε στα τεστ εν ζωή κάτω από συνθήκες θαλάμου ανάπτυξης, οδηγεί στη πρόβλεψη ότι ο πληθυσμός A στο ύπαιθρο μπορεί να μειωθεί όταν σταματήσει η χρήση μυκητοκτόνων triphenyltin.

Η μειωμένη ανταγωνιστική ικανότητα των ποικιλιών A μπορεί επίσης να ερμηνεύσει μερικώς την καθυστερημένη εμφάνιση (περίπου μετά από 10 έτη χρήσης) της μυκητιακής ανθεκτικότητας στο triphenyltin στο ύπαιθρο. Άλλος ένας λόγος μπορεί να είναι ο απαιτούμενος μη συγκεκριμένος τρόπος δράσης για αυτές τις ενώσεις, αφού είναι γενικά αποδεκτό ότι η ανθεκτικότητα στις πολλαπλών θέσεων τοξικές ουσίες συσσωρεύεται βραδύτερα από την ανθεκτικότητα των τοξικών ουσιών με συγκεκριμένη θέση.

2.1.4.3 Επίδραση διαφόρων προγραμμάτων ψεκασμού με μυκητοκτόνα στην ευαισθησία του *Cercospora beticola* στο μυκητοκτόνο flutriafol της ομάδας των παρεμποδιστών της απομεθυλίωσης των στερολών (DMIs).

Σε πειράματα αγρού διάρκειας τρών ετών (1997-1999) μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα καταπολέμησης της Κερκοσπορίωσης των τεύτλων, με εφαρμογή διαφόρων προγραμμάτων ψεκασμού, καθώς και η επίδραση των προγραμμάτων αυτών στην ευαισθησία απομονώσεων του παθογόνου στο τριαζολικό μυκητοκτόνο flutriafol. Στα προγράμματα ψεκασμών που μελετήθηκαν περιελήφθησαν εφαρμογές του flutriafol, με 6 συνεχείς ψεκασμούς είτε μόνο του σε πλήρη δόση ή σε μίγματα, σε μειωμένη δόση με το προστατευτικό μυκητοκτόνο maneb καθώς και σε τριπλό μίγμα, επίσης σε μειωμένη δόση με το μορφολινικό μυκητοκτόνο fenpropimorph και το προστατευτικό μυκητοκτόνο chlorothalonil. Επιπλέον στα προγράμματα ψεκασμών συμπεριελήφθησαν και εφαρμογές του flutriafol, μόνο του σε πλήρη δόση ή σε μίγμα με το maneb σε μειωμένη δόση, σε εναλλαγή με το μίγμα των προστατευτικών μυκητοκτόνων fenpropimorph acetate και maneb.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η υψηλότερη αποτελεσματικότητα καταπολέμησης επιτεύχθηκε με τις επαναλαμβανόμενες εφαρμογές του flutriafol στην πλήρη δόση, ενώ οι εφαρμογές του flutriafol σε εναλλαγή με το μίγμα fenpropimorph acetate/maneb παρουσίασαν τη

μικρότερη αποτελεσματικότητα καταπολέμησης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις του flutriafol.

Όμως οι μετρήσεις ευαισθησίας των απομονώσεων του παθογόνου έδειξαν ότι και κατά τα τρία χρόνια της μελέτης, οι απομονώσεις που προέρχονταν από πειραματικά τεμάχια που είχαν δεχθεί συνεχείς ψεκασμούς με το flutriafol σε πλήρη δόση παρουσίαζαν μικρότερη ευαισθησία στο flutriafol, σε σύγκριση με τις απομονώσεις του μύκητα που προέρχονταν από πειραματικά τεμάχια στα οποία είχαν εφαρμοσθεί προγράμματα εναλλαγών.

Με βάση τα αποτελέσματα καθίσταται προφανές ότι οι συνεχείς εφαρμογές του flutriafol, είτε μόνο του σε πλήρη δόση ή σε μίγματα σε μειωμένη δόση ευνοούν την επιλογή στελεχών υψηλής ανθεκτικότητας. Δεδομένου όμως ότι οι εφαρμογές του flutriafol σε εναλλαγή με το μίγμα fentin acetate/maneb, δεν παρέχουν επαρκή καταπολέμηση της ασθένειας, υπό ευνοϊκές για την ανάπτυξη της συνθήκες, η καλύτερη διαθέσιμη στρατηγική αντιμετώπισης ανθεκτικότητας στους DMIs, φαίνεται να είναι ο περιορισμός των εφαρμογών τους μόνο κατά την κρίσιμη περίοδο ανάπτυξης της επιδημίας και η χρήση μυκητοκτόνων άλλων ομάδων κατά την υπόλοιπη καλλιεργητική περίοδο.

2.1.5 Κομμίωση των κολοκυνθοειδών (*Didymella bryoniae* - Βενζιμιδαζόλες)

2.1.5.1 Χημική αντιμετώπιση

Ο μύκητας *Didymella bryoniae*, ο οποίος προκαλεί τη κομμίωση των κολοκυνθοειδών, κατατάσσεται στην κλάση των Ασκομυκήτων (*Ascomycetes*) και προσβάλλει όλα τα υπέργεια μέρη του φυτού. Η εμφάνιση της ασθένειας γίνεται αντιληπτή από τη παρουσία υδατοδών κηλίδων στο λαιμό και τους κόμβους, οι οποίες εξελίσσονται σε σκοτεινοπράσινη σήψη. Στη συνέχεια η περιοχή αποκτά μαύρο χρώμα. Στα φύλλα εμφανίζονται αρχικά υδατώδεις και εν συνεχεία καστανές νεκρωτικές κηλίδες στο κέντρο των οποίων εμφανίζονται οι μαύρες καρποφορίες του παθογόνου. Στους καρπούς εμφανίζεται σήψη που αρχίζει από τη κορυφή και συχνά συνοδεύεται από μία στένωση της κορυφής. Οι μολύνσεις των καρπών φαίνεται ότι πραγματοποιούνται κατά την άνθιση.

Τα εγκεκριμένα μυκητοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται στη χημική αντιμετώπιση του μύκητα εφαρμόζονται στο έδαφος και είναι το *chlorothalonil*, το *maneb* και τα *βενζιμιδαζολικά*. Συνίσταται ψεκασμός με τα παραπάνω εγκεκριμένα μυκητοκτόνα.

2.1.5.2 Μελέτη ανθεκτικότητας του παθογόνου *Didymella bryoniae* στις βενζιμιδαζόλες.

Η κομμίωση των κολοκυνθοειδών παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1963. Η ίδια παρατηρήθηκε στη νήσο Κρήτη στην εποχή της συγκομιδής των πεπονιών το 1979 σε μερικά πλαστικά θερμοκήπια, αλλά αναφέρθηκε σύντομα από τις περισσότερες περιοχές καλλιέργειας των αγγουριών της Κρήτης.

Κατά την εποχή της συγκομιδής του 1980 ο έλεγχος της ασθένειας βασίστηκε κυρίως στα καρβαμιδικά άλατα (maneb, macozeb, probinex, κτλ) τα οποία εφαρμόζονται τακτικά και για την πρόληψη του περονόσπορου. Στις περιπτώσεις μικρού ελέγχου της ασθένειας προτάθηκαν οι βενζοϊμιδαζόλες, οι οποίες έχουν αποδειχθεί πιο αποτελεσματικές. Όμως γενικά η χρήση τους ήταν περιορισμένη. Σε ελέγχους μυκητοκτόνων διαφορετικών χημικών ομάδων (καρβαμιδικά άλατα, δικαρβοξυλαμίδια, βενζιμιδαζόλες κτλ) κατά της *D. bryoniae* σε νεαρές αγγουριές κάτω από πειραματικές συνθήκες, παρατηρήθηκε ότι οι βενζιμιδαζόλες ήταν πολύ αποτελεσματικές εναντίον τριών από τις πέντε καλλιέργειες του παθογόνου μικροοργανισμού σε συνθήκες απομόνωσης που συλλέχτηκαν το 1980 από δυο πλαστικά θερμοκήπια με πεπόνια, αλλά καθόλου αποτελεσματικές ενάντια στις άλλες δύο.

Παρόλο που μέχρι τότε δεν είχαν αναφερθεί προβλήματα ελέγχου στην πράξη από τους καλλιεργητές, θεωρήθηκε ότι η *D. bryoniae* είχε αρχίσει να αναπτύσσει ανθεκτικότητα στις βενζιμιδαζόλες.

Οι βενζιμιδαζόλες χρησιμοποιήθηκαν επιτυχώς ενάντια στην κομμίωση των κολοκυνθοειδών μόνο για ένα έτος ανάπτυξης (1980). Σύντομα παρατηρήθηκε σε πειράματα *in vivo* ότι δεν ήταν αποτελεσματικές εναντίον μερικών καλλιεργειών του παθογόνου μικροοργανισμού σε συνθήκες απομόνωσης. Σε μια έρευνα κατά τη διάρκεια της εποχής της συγκομιδής του 1981, 76 από τις 102 καλλιέργειες του παθογόνου που συνελέγησαν από 20 πλαστικά θερμοκήπια από όλες τις κύριες περιοχές καλλιέργειας αγγουριού στην Κρήτη, ήταν ανθεκτικές στο benomyl.

Οι μέσες συγκεντρώσεις benomyl που μείωσαν τους ρυθμούς της μυκηλιακής ανάπτυξης κατά 50% σε 7 ανθεκτικές και σε 7 ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου, ήταν 716 ± 49 και $1,2 \pm 0,34$ $\mu\text{g}/\text{ml}$ αντίστοιχα. Ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης των ανθεκτικών καλλιεργειών του παθογόνου ήταν χαμηλότερος από εκείνον των ευαίσθητων, αλλά δεν υπήρχαν διαφορές

στην παραγωγή και βλάστηση σπορίων. Η παθογένεια των ανθεκτικών καλλιεργειών του οργανισμού στις νεαρές αγγουριές ήταν χαμηλότερη από εκείνη των ευαίσθητων καλλιεργειών.

Η εφαρμογή benomyl, carbendazim, cyprodazole και thiophanate methyl σε νεαρές αγγουριές με 300 a.i./ml μια ημέρα πριν τον εμβολιασμό με 500000 σπόρια /ml των ανθεκτικών καλλιεργειών του παθογόνου μικροοργανισμού, δεν επηρέασε τον ρυθμό μόλυνσης της ασθένειας μετά από 4 ημέρες. Οι ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου ή δεν προκάλεσαν κανένα σύμπτωμα ή προκάλεσαν ελαφρά συμπτώματα σε φυτά που υποβλήθηκαν σε παρόμοια θεραπεία.

2.1.5.3 Παρατηρήσεις για ανθεκτικότητα στο benomyl.

Από ένα σύνολο 102 καλλιεργειών του παθογόνου σε συνθήκες απομόνωσης που εξετάστηκαν οι 26 ήταν ευαίσθητες και οι 76 ανθεκτικές. Οι ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου προήλθαν από 8 θερμοκήπια και οι ανθεκτικές από 15. Από 5 θερμοκήπια προήλθαν μόνο ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου, από 12 μόνο ανθεκτικές και από τρεις και τα δυο είδη.

Οι 20 μονοσπόριες καλλιέργειες του παθογόνου από το θερμοκήπιο ήταν ευαίσθητες, ενώ οι 20 μονοσπόριες καλλιέργειες από καθένα από τα θερμοκήπια όπου το benomyl δεν ήταν αποτελεσματικό, ήταν ανθεκτικές.

Ανθεκτικότητα στο benomyl σε δοκιμαστικό σωλήνα in vitro.

Οι ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου αναπτύσσονταν πολύ αργά στα 6,4 μg / ml ενώ οι ανθεκτικές ανακόπηκαν μόνο στα 1638 μg / ml. Η μέση συγκέντρωση μυκητοκτόνου που μείωσε τον ρυθμό μυκηλιακής ανάπτυξης κατά 50% ήταν 716 ± 149 (εύρους 530 - 900) μg / ml για τις ανθεκτικές καλλιέργειες και $1,2 \pm 0,34$ (εύρους 0,9 - 1,9) μg / ml για τις ευαίσθητες. Αυτή είναι μια αύξηση περίπου 600 πτυχών.

Βλάστηση, γραμμική ανάπτυξη και παραγωγή σπορίων ευαίσθητων και ανθεκτικών καλλιεργειών του παθογόνου σε δοκιμαστικό σωλήνα in vitro.

Κατά μέσο όρο, οι ανθεκτικές καλλιέργειες αναπτύχθηκαν ελαφρώς βραδύτερα στα PDA και TJA από τις ευαίσθητες. Η βλάστηση και παραγωγή σπορίων ποικίλαν μεταξύ των καλλιεργειών κάθε ομάδας αλλά κατά μέσο όρο δεν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις ευαίσθητες και ανθεκτικές καλλιέργειες του παθογόνου.

Παθογένεια και ανθεκτικότητα στο benomyl in vivo.

Κατά μέσο όρο πέντε ευαίσθητες καλλιέργειες του παθογόνου ήταν σημαντικά πιο παθογενείς στις ανέκαστες αγγουριές απ' ό τι οι πέντε ανθεκτικές, όταν υπολογίστηκε η μόλυνση 2 ημέρες μετά τον εμβολιασμό. Παρόλ' αυτά, 4 ημέρες μετά τον εμβολιασμό η μόλυνση ήταν γύρω στο 90% και καμία διαφορά δεν σημειώθηκε ανάμεσα στις ευαίσθητες και ανθεκτικές καλλιέργειες. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, όλα τα μυκητοκτόνα βενζιμεταζόλων που εξετάστηκαν στα 300 μg a.i./ml ήταν πολύ αποτελεσματικά ενάντια στο μείγμα των ευαίσθητων καλλιεργειών αλλά ενάντια στις ανθεκτικές μόνο το benomyl ήταν μερικώς αποτελεσματικό. Το mancozeb έδωσε καλό έλεγχο της ασθένειας, ανεξάρτητα από το εάν χρησιμοποιήθηκαν ευαίθητα ή ανθεκτικά στο benomyl εμβόλια.

2.1.6 Περονόσπορος της αγγουριάς (*Pseudoperonospora cubensis* - *Metaxyl* - Έλεγχος με *Iprovalicarb*).

2.1.6.1 Χημική αντιμετώπιση

Ο μύκητας *Pseudoperonospora cubensis*, ο οποίος προκαλεί τον περονόσπορο της αγγουριάς, κατατάσσεται στην κλάση των φυκομυκήτων (**Phycomycetes**). Προσβάλλει τα φύλλα και η παρουσία του γίνεται αντιληπτή από την εμφάνιση στρογγυλών ή γωνιωδών κηλίδων. Επί της κάτω επιφάνειας του ελάσματος, με συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, σχηματίζονται εξανθήσεις του μύκητα με χρώμα αρχικά υπόλευκο και εν συνεχεία μαύρο. Τα έντονα προσβεβλημένα φύλλα ξηραίνονται και συχνά πέφτουν, οι μίσχοι τους όμως παραμένουν πράσινοι προσκολλημένοι στο στέλεχος. Τα φυτά γίνονται καχεκτικά και στο τέλος μαραίνονται.

Τα μυκητοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στη χημική καταπολέμηση του μύκητα είναι τα εξής: *dichlofluanid*, *folpet*, *fosetyl*, *metiram*, *propamocarb*, *propamocarb* + *mancozeb*, *cymoxanil*, *fosetyl* + *mancozeb*, *maneb*, και *mancozeb*. Επιπλέον χρησιμοποιείται ο χαλκός στις παρακάτω μορφές:

- Υδροξείδιο του χαλκού
- Οξυχλωριούχος χαλκός + zineb
- Χαλκός + θείο + zineb DP
- Βορδιγάλειος πολτός

- Άλατα λιπαρών και ρητινικών οξέων.

Οι ψεκασμοί με τα παραπάνω εγκεκριμένα μυκητοκτόνα, η εφαρμογή των οποίων γίνεται στο φύλλωμα, αρχίζουν προληπτικά όταν τα φυτά έχουν 2-3 φύλλα και συνεχίζονται ανάλογα με τις συνθήκες υγρασίας ανά 4-7 ημέρες. Πάντως η πιο αποτελεσματική καταπολέμηση φαίνεται ότι επιτυγχάνεται με προληπτικούς εβδομαδιαίους ψεκασμούς με τα μυκητοκτόνα *fosetyl*, *cymoxanil* και *propramocarb*.

2.1.6.2 Η ανθεκτικότητα του περονόσπορου της αγγουριάς στο metalaxyl και η καταπολέμησή του με ειδικά μυκητοκτόνα.

Στελέχη του μύκητα *Pseudoperonospora cubensis* ανθεκτικά στο metalaxyl είναι πολύ διαδεδομένα στα θερμοκήπια αγγουριάς. Ανθεκτικές απομονώσεις του μύκητα μόλυναν φύλλα που επέπλεαν σε διαλύματα metalaxyl συγκεντρώσεις 250 μg / ml, ενώ οι ευαίσθητες απομονώσεις παρεμποδίζονταν σε συγκεντρώσεις 10 μg / ml του μυκητοκτόνου.

Προστατευτικοί ψεκασμοί με cymoxanil, fosetyl-Al και metalaxyl σε φυτά γλάστρας δεν καταπολέμησαν καλύτερα τον *P. cubensis* από το mancozeb. Το metalaxyl ήταν αποτελεσματικό μόνο εναντίον ευαίσθητων απομονώσεων και η υπολειμματική του δράση δεν ξεπερνούσε τις τρεις μέρες. Η δράση των fosetyl-Al και mancozeb διαρκούσε μέχρι 15 μέρες. Κανένα από τα μυκητοκτόνα δεν προστάτευσε τη νέα βλάστηση από την προσβολή, όταν αυτά εφαρμόστηκαν στα κατώτερα φύλλα. Τα metalaxyl και cymoxanil όμως, όταν εφαρμόστηκαν στο έδαφος, καταπολέμησαν διασυστηματικά τον περονόσπορο. Το fosetyl-Al παρουσίασε την καλύτερη θεραπευτική δράση, όταν εφαρμόστηκε με ψεκασμό 24h μετά τη μόλυνση.

Σε πειράματα σε θερμοκήπιο από πολυαιθυλένιο, τα μυκητοκτόνα cymoxanil, fosetyl-Al και mancozeb ελάττωσαν την προσβολή με σημαντική διαφορά, όταν εφαρμόστηκαν προληπτικά κάθε εβδομάδα, ενώ το metalaxyl ήταν αποτελεσματικό μόνον όταν το παθογόνο ήταν ευαίσθητο. Πιο αποτελεσματικά αποδείχθηκαν τα μίγματα των τριών ειδικών μυκητοκτόνων με mancozeb. Η επέκταση της προσβολής στα νεώτερα φύλλα παρεμποδίστηκε ακόμη και όταν οι ψεκασμοί άρχισαν με την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων. Σε αυτή την όμως την περίπτωση επηρεάστηκε σημαντικά η κανονική ανάπτυξη των φυτών και η παραγωγή.

Από τη συνολική έκταση των καλλιεργειών θερμοκηπίου στην Ελλάδα η αγγουριά καταλαμβάνει το 35% (8.000 στρ.) με μια ετήσια εμπορεύσιμη παραγωγή 100.000 τόννων (Στοιχεία Υπουργείου Γεωργίας).

Αν και είναι δύσκολο να προσδιοριστούν οι απώλειες της παραγωγής που οφείλονται σε ασθένειες, θεωρείται ότι ο περονόσπορος της αγγουριάς που προκαλείται από το μύκητα *Pseudoperonospora cubensis*, είναι η πιο καταστρεπτική ασθένεια για τις καλλιέργειες θερμοκηπίου. Επειδή η προσβολή των φυτών στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους μπορεί να οδηγήσει σε ολική απώλεια της παραγωγής, η καταπολέμηση της ασθένειας βασίζεται κυρίως στην εφαρμογή προληπτικών επεμβάσεων σε κανονικά χρονικά διαστήματα. Μεγάλη σημασία επίσης έχει ο χρόνος έναρξης των επεμβάσεων. Σε πειράματα που έγιναν σε πεπονιές παρατηρήθηκε ότι η καταπολέμηση του περονόσπορου δεν ήταν ικανοποιητική στην περίπτωση που ο πρώτος ψεκασμός με chlorothalonil έγινε, όταν το φύλλωμα είχε προσβολή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 3%.

Η πρόσφατη ανακάλυψη των μυκητοκτόνων με ειδική δράση κατά των ωομυκήτων πρόσφερε τη δυνατότητα για καλύτερη καταπολέμηση του *P. cubensis*. Το Νοέμβριο όμως του 1979 στα θερμοκήπια της Κρήτης, μετά από δυο χρόνια εντατικής χρήσης του metalaxyl, σημειώθηκε μια σοβαρή έξαρση στις προσβολές περονόσπορου. Η έξαρση αυτή αποδόθηκε στην παρουσία ανθεκτικών στο metalaxyl στελεχών του παθογόνου σε μεγάλη συχνότητα. Σχεδόν ταυτόχρονα, ανθεκτικά στελέχη του *P. cubensis* βρέθηκαν και σε άλλα μέρη της Ελλάδας καθώς επίσης και σε θερμοκήπια του Ισραήλ. Παράλληλα παρατηρήθηκε σε καλλιέργεια πατάτας στην Ολλανδία, Αγγλία και Βόρειο Ιρλανδία ταχεία εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών στο metalaxyl του μύκητα.

Συμπεράσματα.

Μετά από πειραματικές εργασίες αποδείχθηκε ότι στελέχη του μύκητα *P. cubensis* ανθεκτικά στο metalaxyl είναι δυνατόν να επισημανθούν με βιοδοκιμή πάνω σε φύλλα αγγουριάς. Τέτοια στελέχη βρέθηκαν να επικρατούν ακόμη και σε θερμοκήπια στα οποία δεν είχε χρησιμοποιηθεί αυτό το μυκητοκτόνο στο παρελθόν. Το φαινόμενο αυτό είναι δύσκολο να ερμηνευθεί, γιατί δεν υπάρχουν δεδομένα για την ευαισθησία στο metalaxyl των αγρίων στελεχών του *P. cubensis* πριν την ευρεία χρησιμοποίησή αυτού του μυκητοκτόνου. Το πιο πιθανό είναι ότι ανθεκτικά στελέχη του μύκητα με καλή προσαρμοστικότητα αναπτύχθηκαν ή επιλέχθηκαν πολύ γρήγορα σε θερμοκήπια που γινόταν συνεχής χρησιμοποίησή του

metalaxyl και λόγω της γειννίασης των θερμοκηπίων διαδόθηκαν και σε καλλιέργειες που ψεκάζονταν με άλλα μυκητοκτόνα.

Μεταξύ των μυκητοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα αυτά δεν διαπιστώθηκε διασταυρωτή ανθεκτικότητα. Αυτό μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι τα μυκητοκτόνα cymoxanil, fosetyl-AI και metalaxyl δεν έχουν χημική συγγένεια μεταξύ τους και επιπλέον φαίνεται να έχουν διαφορετικούς τρόπους δράσεως.

Σε φυτά γλάστρας βρέθηκε ότι το metalaxyl δεν προστατεύει τα φύλλα από την προσβολή των ανθεκτικών στελεχών του παθογόνου. Επιπλέον τα αποτελέσματα των πειραμάτων αυτών δείχνουν ότι το metalaxyl έδωσε μια προσωρινή προστασία ακόμη και εναντίων των ευαίσθητων στελεχών. Το μυκητοκτόνο cymoxanil παρεμπόδισε επίσης προσωρινά την εμφάνιση συμπτωμάτων προσβολής, ενώ το fosetyl- AI παρείχε μια προστασία διαρκείας. Η προσωρινή αναχαίτηση της ασθένειας από το metalaxyl πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι το μυκητοκτόνο αυτό επιτρέπει να γίνει η μόλυνση, γιατί δεν παρεμποδίζει την απελευθέρωση και βλάστηση των ζωοσπορίων και το σχηματισμό των μυζητήρων. Η δράση του αρχίζει μετά την είσοδο των παθογόνων στους ιστούς του ξενιστού και συνίσταται στο να επιβραδύνει την ανάπτυξη αυτών χωρίς όμως να τα σκοτώνει. Το cymoxanil είναι πιθανό να δρα με ένα παρόμοιο τρόπο, ενώ το fosetyl- AI, το οποίο δεν έχει άμεση δράση κατά των μυκήτων, φαίνεται ότι σχετίζεται με ανεπανόρθωτες ζημιές των παθογόνων μετά την εισοδό τους εντός των ξενιστών. Πιθανώς σ' αυτό το γεγονός να οφείλεται και η καλύτερη θεραπευτική δράση του fosetyl-AI.

Η παραγωγή καρποφοριών του *P. cubensis* παρεμποδίστηκε χαρακτηριστικά από το fosetyl-AI. Παρόμοια δράση για το ίδιο μυκητοκτόνο αναφέρθηκε εναντίον των ειδών του είδους του γένους *Phytophthora* από τους Farih κ.α.

Τα νέα ειδικά μυκητοκτόνα που δοκιμάστηκαν δεν είχαν καλύτερη υπολειμματική δράση από το mancozeb, όταν αυτά εφαρμόστηκαν στο φύλλωμα πριν την μόλυνση. Η υπολειμματική δράση του metalaxyl ήταν πολύ περιορισμένη, ενώ το cymoxanil, αν και έχει αναφερθεί ότι διασπάται γρήγορα, έδωσε καλύτερα αποτελέσματα. Πειράματα έδειξαν ότι η παραλαβή του metalaxyl από τα φύλλα είναι πολύ μικρή. Αντίθετα, η διακίνηση και η ανακατανομή της ποσότητας που απορροφείται γίνεται πολύ γρήγορα στα διάφορα μέρη του φυτού. Με βάση αυτά τα δεδομένα μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η αιτία της μικρής υπολειμματικής δράσης του metalaxyl, που βρέθηκε στα πειράματα αυτά, ίσως οφείλεται στην ταχεία απομάκρυνσή του από τους ιστούς του ελάσματος των φύλλων στα οποία εφαρμόστηκε με τον ψεκασμό.

Με τα πειράματα αυτά επιβεβαιώθηκε ότι τα μυκητοκτόνα cymoxamil και metalaxyl είναι δυνατόν να καταπολεμήσουν τον περονόσπορο της αγγουριάς, όταν εφαρμόζονται στο έδαφος. Παρόμοια αποτελέσματα καταπολεμήσεως προσβολών φύλλων με εφαρμογή μυκητοκτόνων αυτών στο έδαφος αναφέρθηκαν και από άλλους ερευνητές. Όταν όμως τα παραπάνω δύο μυκητοκτόνα εφαρμόστηκαν με ψεκασμό στα κατώτερα φύλλα δεν προφύλαξαν τα ανώτερα νεώτερα φύλλα από την προσβολή. Το fosetyl- Al βρέθηκε να έχει ανοδική διασυστηματική δράση σε άλλα φυτά. Κάτι τέτοιο όμως δεν επιβεβαιώθηκε στην αγγουριά εναντίον του *P. cubensis*.

Στα πειράματα που έγιναν στο πλαστικό θερμοκήπιο παρατηρήθηκε ότι η προσβολή από περονόσπορο ήταν πιο σοβαρή κατά το φθινόπωρο παρά κατά την άνοιξη. Σε συνθήκες ευνοϊκές για την ανάπτυξη της ασθένειας και παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης μολύσματος τα τρία νέα μυκητοκτόνα που δοκιμάστηκαν δεν έδωσαν καλύτερη καταπολέμηση από το mancozeb, όταν αυτά εφαρμόζονταν σε 7-ήμερα διαστήματα. Εκτός από το metalaxyl όλα τα άλλα μυκητοκτόνα ήταν εξίσου αποτελεσματικά εναντίον ευαίσθητων και ανθεκτικών στο metalaxyl απομονώσεων του παθογόνου. Σε σύγκριση με το mancozeb η αποτελεσματικότητα του metalaxyl ήταν μικρότερη ακόμα και εναντίον ευαίσθητων απομονώσεων.

Τα μίγματα των νέων μυκητοκτόνων με mancozeb καταπολέμησαν καλύτερα την ασθένεια από το καθένα μόνο του. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο συνδυασμό της και της προστατευτικής και της θεραπευτικής δράσης που έγινε με το μίγμα. Το μεγάλο όμως πλεονέκτημα από τη χρησιμοποίηση μιγμάτων μυκητοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης φαίνεται να είναι η ελάττωση των ζημιών από την ασθένεια, στην περίπτωση ανάπτυξης ανθεκτικότητας του παθογόνου στο ένα από τα παθογόνα του μίγματος. Πράγματι, τα αποτελέσματα των πειραμάτων αυτών δείχνουν ότι ο συνδυασμός του metalaxyl με mancozeb έδωσε καλή καταπολέμηση, όταν το παθογόνο που την προκάλεσε ήταν ανθεκτικό στο πρώτο μυκητοκτόνο.

Οι εναλλακτικές επεμβάσεις του metalaxyl με το mancozeb δεν καταπολέμησαν ικανοποιητικά την ασθένεια. Τα φύλλα που εκπτύσσονταν στο διάστημα μεταξύ 2 ψεκασμών με mancozeb, ήταν ευάλωτα στις προσβολές του *P. cubensis* πιθανώς λόγω της μικρής δράσης του metalaxyl ακόμη και εναντίον των ευαίσθητων στελεχών του παθογόνου. Οι εναλλακτικοί όμως ψεκασμοί του μίγματος metalaxyl + mancozeb με mancozeb έδωσαν ικανοποιητική καταπολέμηση της ασθένειας ακόμη όταν το παθογόνο αίτιο ήταν ανθεκτικό στο metalaxyl. Επίσης θεωρείται ότι η εναλλαγή ψεκασμών ενός μίγματος δύο

μυκητοκτόνων (ειδικής και μή ειδικής δράσης) με ένα κατάλληλο προστατευτικό μυκητοκτόνο είναι δυνατόν να καθυστερήσει την ανάπτυξη ανθεκτικότητας.

Επειδή πολλές φορές στην πράξη οι ψεκασμοί αρχίζουν με την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων της προσβολής, εξετάστηκε η επίδραση θεραπευτικών επεμβάσεων στην ανάπτυξη της ασθένειας. Τα αποτελέσματα του πειράματος δείχνουν ότι οι ψεκασμοί με fosetyl-Al, fosetyl-Al + mancozeb ή με mancozeb παρεμπόδισαν την επέκταση της προσβολής στα νεώτερα φύλλα, όταν άρχισαν 15 ημέρες μετά την μόλυνση. Το μίγμα fosetyl-Al + mancozeb έδωσε την καλύτερη καταπολέμηση. Όμως τέτοια προγράμματα ψεκασμών δε συνιστάται να εφαρμόζονται, γιατί παρατηρήθηκε ότι η προσβολή των πρώτων φύλλων από τον περονόσπορο είχε δυσμενή επίδραση στη μετέπειτα ανάπτυξη των φυτών. Όταν η έναρξη των ψεκασμών καθυστέρησε μέχρι να εμφανιστούν τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας, η εξέλιξη πολλών προσβολών (χρόνος επώασης 5 - 8 ημέρες) δεν παρεμποδίστηκε με την επέμβαση.

Από τις διαφορες πειραματικές εργασίες συμπεραίνεται ότι η έξαρση των προσβολών περονόσπορου που σημειώθηκε το 1979 πιθανώς να οφειλόταν στην επικράτηση ανθεκτικών στο metalaxyl στελεχών του παθογόνου. Η περιορισμένη υπολειμματική και θεραπευτική δράση του μυκητοκτόνου αυτού, που κυρίως χρησιμοποιούταν κατ' αυτή την περίοδο, φαίνεται ότι συνετέλεσε στην αποτυχία της καταπολέμησης της ασθένειας. Επειδή και τα άλλα δύο ειδικής δράσεως μυκητοκτόνα (cymoxanil, fosetyl-Al) δεν βρέθηκε να είναι πάρα πολύ αποτελεσματικά εναντίον του *P. cubensis*, η καταπολέμηση αυτού του παθογόνου στην αγγουριά πρέπει να στηρίζεται στην εφαρμογή προληπτικών επεμβάσεων με την σύγχρονη χρησιμοποίηση και προστατευτικών μυκητοκτόνων. Τέτοιες επεμβάσεις ίσως περιορίσουν και τις απώλειες από κακή καταπολέμηση της ασθένειας στην περίπτωση που το παθογόνο αναπτύξει ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα αυτά.

2.1.6.3 Iprovalicarb: ένα νέο διασυστηματικό μυκητοκτόνο για τον έλεγχο του περονόσπορου.

Το διασυστηματικό μυκητοκτόνο **iprovalicarb** με δράση στους ωομύκητες, ανήκει στη νέα χημική ομάδα των αμιδο-καρβιμιδικών οξέων. Το μυκητοκτόνο αυτό είναι για τους

καλλιεργητές η ιδανική λύση στις πολλαπλές απαιτήσεις που σχετίζονται με τον αποτελεσματικό έλεγχο των περονοσπόρων, οι οποίοι προκαλούνται από τους μύκητες του γένους *Peronospora*, *Pseudoperonospora*, *Bremia* και *Phytophthora*.

Η ουσία αφενός εμφανίζει πολύ ευνοϊκή τοξικολογική και οικοτοξικολογική συμπεριφορά και αφ'ετέρου δρα σε όλα τα σημαντικά στάδια της μυκητολογικής προσβολής, προστατευτικά, θεραπευτικά και εξοντωτικά.

Αν και ο μηχανισμός δράσης του iprovalicarb σε βιοχημικό επίπεδο δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί, τα μέχρι στιγμής στοιχεία δείχνουν ότι είναι διαφορετικός από των ουσιών που κυκλοφορούν στην αγορά, λόγω του ότι δεν εμφανίζει άμεση επίδραση ούτε στον κύκλο της αναπνοής ούτε στο μεταβολισμό των αμινοξέων ή λιπιδίων. Γι' αυτό, το iprovalicarb θεωρείται ότι έχει έναν εντελώς καινούργιο τρόπο δράσης, ο οποίος πιθανόν να είναι εξειδικευμένος. Απόδειξη της πολύ καλής αποτελεσματικότητάς του είναι η ολοένα και περισσότερο προτεινόμενη από τους γεωπόνους χρήση του στις οικονομικά σημαντικότερες καλλιέργειες, όπως τα λαχανικά, το αμπέλι, η πατάτα και ο καπνός.

2.2 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.

2.2.1 Διερεύνηση ανάπτυξης ανθεκτικότητας από το φυτοπαθογόνο μύκητα *Giberella fugikuroi* στο ιμιδαζολικό μυκητοκτόνο *triflumizole*.

Ο φυτοπαθογόνος μύκητας *Giberella fugikuroi* είναι υπεύθυνος για την ποσοτική και ποιοτική μείωση της παραγωγής σε πολλές σημαντικές καλλιέργειες και για το σχηματισμό μυκητοτοξινών, βλαβερών για την υγεία του ανθρώπου και των ζώων.

Μελέτη της μυκητοτοξικότητας *in vitro* ενός αριθμού μυκητοκτόνων έδωσε την ακόλουθη σειρά αποτελεσματικότητας: triflumizole > flutriafol > fluazinam > triadimenol > azoxystrobin > fenpropimorph > fenpropidin > tridemorph > fludioxonil > fenpiclonil iminoctadine. Το triflumizole, παρεμποδίζει πλήρως την ανάπτυξη άγριων στελεχών 3125 και 3120 στις συγκεντρώσεις 0,5 µg/ml και 3,5 µg/ml αντίστοιχα.

Διερεύνηση του κινδύνου εμφάνισης στελεχών του μύκητα ανθεκτικών στο triflumizole, έδειξε ότι η συχνότητα είναι μεγάλη και κυμαίνεται από $3,1 \times 10^{-3}$ έως $5,6 \times 10^{-3}$. Το επίπεδο ανθεκτικότητας των μεταλλαγμένων στελεχών ήταν μικρό ($R_{fMIC}=20-40$, $R_{fED50}=13-17$).

Οι μεταλλαγές ανθεκτικότητας στο triflumizole φαίνεται να επηρεάζουν τη συζευξιμότητα, τον ρυθμό αύξησης και την ικανότητα παραγωγής κονιδίων των ανθεκτικών στελεχών του μύκητα, όχι όμως τη βλαστικότητα των κονιδίων. Τέλος, προκαταρκτικά πειράματα μελέτης του γενετικού ελέγχου της ανθεκτικότητας του μύκητα στο συγκεκριμένο μυκητοκτόνο, με επτά αντιπροσωπευτικά στελέχη, έδειξαν τη παρουσία δύο ή περισσότερων μη συνδεδεμένων χρωμοσωματικών γόνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΓΙΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ Η ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το φαινόμενο της ανθεκτικότητας των μυκήτων στα εκλεκτικά κυρίως μυκητοκτόνα αποτελεί σήμερα ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα στη χημική αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών και προβλέπεται το πρόβλημα αυτό να οξυνθεί στο άμεσο μέλλον αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα όπως αυτά που αναφέρονται παρακάτω

3.1 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ Ή ΤΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ.

Γενικά πρέπει να προτιμούνται μυκητοκτόνα με μικρό ή μέτριο κίνδυνο εμφάνισης για παθογόνα που αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά με αυτά. Όταν κριθεί απαραίτητη η χρήση μυκητοκτόνων με υψηλό κίνδυνο εμφάνισης ανθεκτικότητας είναι απαραίτητο να λαμβάνονται τα παρακάτω ειδικά μέτρα.

α) Περιορισμός των εφαρμογών τους στις πιο κρίσιμες περιόδους για την εξέλιξη της ασθένειας. Για παράδειγμα για την αντιμετώπιση της βοτρυτίδας στο αμπέλι η χρήση εκλεκτικών μυκητοκτόνων μπορεί να περιοριστεί σε δύο μόνο εφαρμογές (μία στο τέλος της άνθισης και μία στην ωρίμανση), ενώ οι λοιπές επεμβάσεις πρέπει να γίνονται με μη εκλεκτικά μυκητοκτόνα. Επίσης, εφόσον πρόκειται να χρησιμοποιηθεί μετά την συγκομιδή ένα εκλεκτικό μυκητοκτόνο υψηλού κινδύνου, για την αντιμετώπιση μετασυλλεκτικών σήψεων, η χρήση του ίδιου μυκητοκτόνου ή άλλων με διασταυρωτή μ' αυτό ανθεκτικότητα πριν την συγκομιδή, πρέπει να αποφεύγεται.

β) Χρσιμοποίηση της προτεινόμενης δόσης.

γ) Περιορισμός της έκτασης εφαρμογής του ίδιου εκλεκτικού μυκητοκτόνου ή άλλων με διασταυρωτή μ' αυτό ανθεκτικότητα.

ε) Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εφαρμογής του εκλεκτικού μυκητοκτόνου ώστε να περιορίζεται ο χρόνος έκθεσης του παθογόνου σ' αυτό. Για παράδειγμα για την καταπολέμηση του ωϊδίου σε αγγούρι με διασυστηματικό μυκητοκτόνο να προτιμάται ψεκασμός και όχι πότισμα.

στ) Εφαρμογή μιγμάτων εκλεκτικών με μη εκλεκτικά μυκητοκτόνα ή εναλλαγή εκλεκτικών με μη εκλεκτικά. Η εναλλαγή μυκητοκτόνων συνιστάται στην περίπτωση επανειλημμένων εφαρμογών την ίδια καλλιεργητική περίοδο και ιδιαίτερα όταν έχει διαπιστωθεί ότι η προσαρμοστικότητα των ανθεκτικών στελεχών είναι μικρότερη από την προσαρμοστικότητα των ευαίσθητων στελεχών.,

ζ) Συχνός έλεγχος των παθογόνων για την έγκαιρη διαπίστωση ανθεκτικών φυλών (monitoring).

η) Τέλος, εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης (συνδυασμός χημικών με καλλιεργητικά μέτρα, ανθεκτικές ποικιλίες κ.λ.π.) ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ανάπτυξης ανθεκτικότητας.

3.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ ΟΤΑΝ ΕΧΕΙ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ.

Στην περίπτωση που έχει ήδη διαπιστωθεί ανθεκτικότητα σε ένα μυκητοκτόνο, η στρατηγική που πρέπει να ακολουθείται για τον περιορισμό επέκτασής της, εξαρτάται από τη σταθερότητά της, δηλαδή την ικανότητα επιβίωσης ανθεκτικών στελεχών μετά από διακοπή εφαρμογής του μυκητοκτόνου.

Σε περίπτωση σταθερής ανθεκτικότητας συνιστάται η άμεση διακοπή και εγκατάλειψη του μυκητοκτόνου ή παρεμφερών μυκητοκτόνων στην περιοχή που εμφανίστηκε το πρόβλημα και η σχολαστική τήρηση των μέτρων που προαναφέρθηκαν σε όλες τις άλλες περιοχές της χώρας. Σταθερή ανθεκτικότητα έχει αναφερθεί στους μύκητες *Botrytis cinerea* (βοτρώτιδα), *Venturia spp.* (φουζικλάδιο μηλοειδών) και *Cercospora*

beticola (κερκοσπορίωση τεύτων) στα βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα και στο μύκητα *Phytophthora infestans* (περονόσπορος) στις ακυλαλανίνες.

Αντίθετα, σε περίπτωση μη σταθερής ανθεκτικότητας, εφόσον είναι απαραίτητο, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στην επόμενη καλλιεργητική περίοδο για 1-2 το πολύ μη διαδοχικές εφαρμογές, σε κρίσιμες για την ασθένεια περιόδους, σε εναλλαγή με άλλα μυκητοκτόνα που δεν έχουν διασταυρωτή ανθεκτικότητα, ακόμα και στον αγρό που παρουσιάστηκε το πρόβλημα. Μη σταθερή ανθεκτικότητα έχει παρατηρηθεί στους μύκητες *Erysiphe graminis* (ωίδιο σιτηρών) στο ethirimol, *Sphaerotheca fuliginea* (ωίδιο κολοκυνθοειδών) στο pyrazophos, *Botrytis cinerea* (βοτρυτίδα) στα δικαρβοξιμίδια και *Cercospora beticola* στο fentin acetate.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ευρεία διάδοση και χρήση (μη ορθολογική χρήση) των εκλεκτικών μυκητοκτόνων στα παθογόνα στόχους, έχει δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα με την εμφάνιση ανθεκτικών στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα στελεχών μυκήτων και βακτηρίων.

Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας είναι ιδιαίτερα σοβαρό και πολύπλοκο με σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Για την αντιμετώπισή του και την παράταση της χρήσιμης ζωής των πολύτιμων για την προστασία της φυτικής παραγωγής χημικών ουσιών, απαιτείται στενή συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων όπως είναι οι Κρατικές Υπηρεσίες, τα Πανεπιστήμια, τα Ερευνητικά Ινστιτούτα, οι βιομηχανίες παρασκευής και διακίνησης φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς και ο τελικός χρήστης των χημικών ουσιών που είναι ο αγρότης – καλλιεργητής.

Επιπλέον όλοι οι παραπάνω φορείς, θα πρέπει μελλοντικά να επικεντρώσουν τις έρευνές τους, σε ότι αφορά την επίλυση του προβλήματος της ανθεκτικότητας, όχι μόνο στον τομέα της βιολογικής γεωργίας αλλά και στη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών. Ίσως η χρήση τους αποδειχθεί σωτήρια για το περιβάλλον και κατά συνέπεια και για τον άνθρωπο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ Σ. Γ., ΖΙΩΓΑΣ Β.Ν. , (1992). *Αρχές και μέθοδοι καταπολέμησης των ασθενειών των φυτών*. Αθήνα.

ΓΙΑΝΝΟΠΟΛΙΤΗΣ Κ. Ν., (2000). *Οδηγός γεωργικών φαρμάκων*. Αθήνα.

GEORGOPOULOS S. G., GRIGORIU A. C., (1981). *Metalaxyl-Resistant Strains of Pseudoperonospora cubensis in cucumber greenhouses of southern Greece*. Plant Disease, Vol 65, N. 9. Athens. Greece.

GIANNOPOLITIS C. N., TOKOUSBALIDES M. C., (1980). *Biology of Triphenyltin-Resistant Strains of Cercospora beticola from sugar beet*. Plant disease, Vol. 64, N. 10. Athens, Greece.

ΚΑΛΑΜΑΡΑΚΗ Α., ΜΑΡΚΕΛΛΟΥ Α., ΤΣΙΓΚΑΣ Α., ΖΙΩΓΑΣ Β. Ν., ΠΙΕΤΣΙΚΟΥ – ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν., (1999). *Διερεύνηση στρατηγικών για το περιορισμό του προβλήματος της ανθεκτικότητας του Ωιδίου της αμπέλου (Uncinula necator) σε μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs*. Δέκατο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, σελ.144. Αθήνα.

ΚΑΡΑΟΓΛΑΝΙΔΗΣ Γ. Σ., ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ Φ. Μ., ΘΑΝΑΣΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Κ. Κ., (1999). *Επίδραση διαφόρων προγραμμάτων ψεκασμού με μυκητοκτόνα στην ευαισθησία του Cercospora beticola στο μυκητοκτόνο flutriafol, της ομάδας των παρεμποδιστών της απομεθυλίωσης των στερολών(DMIs)*. Δέκατο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, σελ.150. Αθήνα.

ΜΑΛΑΤΗΡΑΚΙΣ Ν. Ε., ΒΑΚΑΛΟΥΝΑΚΙΣ Δ. J., (1983). *Resistance to Bendimidazole fungicides*. Plant Pathology. Athens, Greece.

ΠΙΕΤΣΙΚΟΥ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν., (1998). *Διερεύνηση επίδρασης των azoxystrobin και kresoxim methyl σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του μύκητα Sphaerotheca fuliginea*. Ένατο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, σελ. 134. Αθήνα.

ΠΙΕΤΣΙΚΟΥ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν., (1998). *Μυκητοκτόνα και περιβάλλον. Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των μυκήτων στα εκλεκτικά μυκητοκτόνα και η αντιμετώπισή του*. Αριστοποιημένη χρήση φυτοφαρμάκων-λιπασμάτων, επίπτωση στο περιβάλλον και

προστασία του καταναλωτή. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΕΠΕΑΕΚ), σελ. 2-18. Αθήνα.

ΠΕΤΣΙΚΟΥ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν., ΚΑΛΑΜΑΡΑΚΗ Α., ΜΑΥΡΟΕΙΔΗ Β., (1998). *Μελέτη της ευαισθησίας ελληνικών απομονώσεων του μύκητα Botrytis cinerea σε μυκητοκτόνα της ομάδας των αλινοποριμιδινών και φαινυλοποριδιναμινών*. Ένατο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, σελ. 140. Αθήνα.

ΠΕΤΣΙΚΟΥ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ Ν., ΚΑΛΑΜΑΡΑΚΗ Α., ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΥ Ε., ΖΙΩΓΑΣ Β. Ν., (1998). *Μειωμένη ευαισθησία του μύκητα Uncinula necator σε μυκητοκτόνα της ομάδας των DMIs. Πρώτη αναφορά στην Ελλάδα*. Ένατο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, σελ 138. Αθήνα.

ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ Χ. Γ., (1995). *Ασθένειες καρποφόρων δένδρων και αμπέλου*. Εκδ. Σταμούλης Α. Αθήνα-Πειραιάς.

ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ Χ. Γ., (1995). *Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών*. Εκδ. Σταμούλης Α. Αθήνα-Πειραιάς.

ΠΑΠΠΑ Α. Χ., (1982). *Η ανθεκτικότητα του περονόσπορου της αγγουριάς στο metalaxyl και η καταπολέμησή του*. Χρον. Μπενακίου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, σελ. 205-225. Αθήνα.