

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

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ
ΜΥΚΗΤΑ *Verticillium fungicola*, ΠΑΘΟΓΟΝΟΥ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ
ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ *Agaricus bisporus*,
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ



Καλαμάτα, Ιούνιος 2005

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



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ
ΜΥΚΗΤΑ *Verticillium fungicola*, ΠΑΘΟΓΟΝΟΥ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ
ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ *Agaricus bisporus*,
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστάσιος Ηλιόπουλος

Καλαμάτα, Ιούνιος 2005

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ του ΕΘΙΑΓΕ/ΙΓΕΜΚ (Δημοκρατίας 61, 135 61 Άγ. Ανάργυροι Τηλ. 210-2611012 - Fax 210-2619202, e-mail: iamec@ath.forthnet.gr) από 01/10/02 μέχρι 01/04/03 στα πλαίσια της πρακτικής μου άσκησης υπό την επίβλεψη των:

(α) Δρ. Αντώνη Φιλιππούση, Γεωπόνου-Μυκητολόγου, Εντ. Ερευνητή ΕΘΙΑΓΕ και Επιστημονικού Υπευθύνου του Εργαστηρίου Εδώδιμων Μυκήτων/ ΙΓΕΜΚ.

(β) κας Παναγιώτας Διαμαντοπούλου, Γεωπόνου Επιστήμης & Τεχνολογίας Τροφίμων MSc, Ειδικού Επιστήμονα Εφαρμογών του Εργαστηρίου Εδώδιμων Μυκήτων/ ΙΓΕΜΚ.

Από άποψη δομής η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος (θεωρητικό) περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των μανιταριών και οι σημαντικότερες ασθένειές τους. Εκτενέστερη αναφορά γίνεται στη βερτισιλώση του *Agaricus bisporus*, που αποτελεί και το αντικείμενο της εργασίας. Στο δεύτερο μέρος (πειραματικό) περιγράφονται οι πειραματικές εργασίες, που αφορούν στην αντιμετώπιση της βερτισιλώσης του *Agaricus bisporus* με τη χρήση διαφόρων μυκητοκτόνων.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον Δρα Αντ. Φιλιππούση και στην κα Παναγιώτα Διαμαντοπούλου, για την καθοδήγηση, την επίβλεψη, τις συμβουλές, τις πληροφορίες και την υπομονή τους κατά την εκπόνηση της πρακτικής μου άσκησης και την συγγραφή της πτυχιακής μου μελέτης.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Αναστ. Ηλιόπουλο για τις παρατηρήσεις-διορθώσεις που έκανε στο κείμενο της πτυχιακής μελέτης.

Σταύρος Καλογερόπουλος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
----------------	---

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ)

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ *Agaricus bisporus*

1.1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	4
1.1.1. Παρασκευή του υποστρώματος	4
1.1.2. Εμβολιασμός και επώαση του υποστρώματος	7
1.1.3. Χειρισμοί κατά την διάρκεια της καρποφορείας	10
1.2. ΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ <i>AGARICUS BISPORUS</i>	15
1.2.1. Υγρή σήψη	17
1.2.2. Αραχνοειδής ιστός	19
1.2.3. Ακανόνιστη κηλίδωση	20
1.2.4. Η Βερπιτσιλίωση ή Καστανή Κηλίδωση,	21
1.2.4.1. Αίτιο	21
1.2.4.2. Συμπτώματα	21
1.2.4.3. Επιδημιολογία	23
1.3. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΒΕΡΠΙΣΙΛΙΩΣΗΣ	24
1.3.1. Μέτρα υγιεινής	24
1.3.2. Χημική καταπολέμηση - Μυκητοκτόνα	26
1.3.3. Φυτοφάρμακα και υπολλειματικότητα	29

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

2.1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	32
2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	33
2.2.1. Βιολογικό υλικό	33
2.2.2. Σκευάσματα μυκητοκτόνων	33
2.2.3. Πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης των μυκητοκτόνων στην γραμμική αύξηση (Kr) του <i>Agaricus bisporus</i> σε σωλίνες	34
2.2.4. Αξιολόγηση της επίδρασης των μυκητοκτόνων στην εκδήλωση της βερπιτσιλίωσης σε πιλοτικές συνθήκες καλλιέργειας μανιταριών με τεχνητή μόλυνση με <i>Verticillium fungicola</i>	36
2.2.4.1. Μεθοδολογία πειραμάτων	36
2.2.4.2. Αποτελεσματικότητα επεμβάσεων	38
2.2.4.3. Αξιολόγηση των επεμβάσεων μέσω της βιολογικής αποδοτικότητας (%)	38
2.2.5. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	38

2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	39
2.3.1. Επίδραση των μυκητοκτόνων στη γραμμική αύξηση (Κg) του <i>Agaricus bisporus</i> σε σωλίνες με υλικό επικάλυψης	39
2.3.2. Επίδραση των μυκητοκτόνων στην καταπολέμηση της ασθένειας και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας.....	41
2.3.2.1. Επίδραση στην εκδήλωση της ασθένειας (αποτελεσματικότητα %).....	41
2.3.2.2. Επίδραση στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας (βιολογική αποδοτικότητα %) μετά από τεχνητή μόλυνση με <i>Verticillium fungicola</i>	47
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	59

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα μανιτάρια είναι οι ευμεγέθεις καρποφορίες που σχηματίζουν ορισμένοι ανώτεροι μύκητες (ασκομύκητες και βασιδιομύκητες) κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Από αρχαιοτάτων χρόνων προσέλκυσαν το ενδιαφέρον του ανθρώπου όχι μόνο λόγω της ποικιλίας των χρωμάτων, των μορφών και του «μυστηριώδους» τρόπου εμφάνισής τους αλλά και των οργανοληπτικών και χημικών-φαρμακευτικών ιδιοτήτων τους που εκτιμώνταν ιδιαίτερα στην αρχαία Ινδία, την Αίγυπτο, την Βαβυλωνία και αργότερα στην Ελλάδα και στη Ρώμη. Ο Ευριπίδης τον 5^ο π.Χ. αιώνα και ο Θεόφραστος αργότερα (372-287 π.Χ.) αναφέρουν στα έργα τους τη χρήση των μανιταριών για τροφή (Van Griensven 1988, Stamets 1993).

Τα μανιτάρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (20-40% επί ξ.ο), με υψηλή περιεκτικότητα σε αμινοξέα όπως το γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ, προλίνη, φαινυλανίνη και αργινίνη, βιταμίνες (B, C, K, ριβοφλαβίνη) και ανόργανα στοιχεία (φωσφόρο, σίδηρο, μαγνήσιο και χαλκό) και πτωχά σε υδατάνθρακες (3-20% επί ξ.ο) και λίπη (2-8% επί ξ.ο) (Crisan & Sands 1978). Επιπλέον, ορισμένοι μακρομύκητες διαθέτουν και φαρμακευτικές ιδιότητες που επισημάνθηκαν από την αρχαιότητα ήδη από την εποχή του Ιπποκράτη (460-377 π.Χ.). Σήμερα εκτιμάται ιδιαίτερα η συμβολή τους στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος του οργανισμού κατά των ιώσεων, την ρύθμιση της χοληστερόλης στο αίμα και ως ανασταλτικό παράγοντα καρδιοπαθειών (Cohen 1978). Πρόσφατα, έχουν επίσης απομονωθεί ουσίες από εδώδιμα μανιτάρια οι οποίες εμφανίζουν μείωση της πίεσης στο κυκλοφοριακό σύστημα και καταστολή της ανάπτυξης καρκινικών κυττάρων σε θηλαστικά (Bobek κ.α. 1994, Zhang κ.α. 1994, Wasser & Weis 1999, Philippoussis κ.α. 2004, 2005).

Οι προσπάθειες καλλιέργειας των μανιταριών έχουν ξεκινήσει από αρχαιοτάτων χρόνων αλλά συχνά οδηγούνταν σε αποτυχία επειδή η βιολογία των οργανισμών αυτών δεν ήταν γνωστή. Οι πρώτες επιτυχείς μέθοδοι καλλιέργειας μανιταριών αναπτύχθηκαν στην Κίνα και την Ιαπωνία όπου ο μύκητας *Auricularia auricula-judae* αναφέρεται ότι καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά το 300 μ.Χ. (Delmas 1989) ενώ ο *Lentinus edodes* το 1300 μ.Χ. (Oei 1993). Στην Ευρώπη, η εμπειρική καλλιέργεια μανιταριών άρχισε πολλά χρόνια αργότερα, με την παραγωγή του *Agaricus bisporus* στη Γαλλία στα μέσα του 17ου αιώνα. Οι βάσεις όμως για την συστηματική καλλιέργεια τους σε εμπορική κλίμακα τέθηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα

με την παραγωγή του ενδεδειγμένου πολλαπλασιαστικού υλικού (spawn) σε καθαρή μορφή (Van Griensven 1988).

Σήμερα, η καλλιέργεια μανιταριών έχει εξαπλωθεί σε όλες τις ηπείρους, έχει εξελιχθεί σε αγροτοβιομηχανική επιχείρηση και αποτελεί μια σύγχρονη μεγάλης κλίμακας ελεγχόμενη εφαρμογή της μικροβιακής τεχνολογίας, για την επικερδή βιομετατροπή λιγνοκυτταρινούχων υπολειμμάτων και αποβλήτων της γεωργίας ή της δασοκομίας σε τρόφιμο σημαντικής διατροφικής αξίας (Φιλιπούσης 2003). Παγκοσμίως καλλιεργούνται 12 γένη εδώδιμων μυκήτων, των οποίων η ετήσια συνολική παραγωγή μανιταριών ανέρχεται σε 5 εκατομμύρια τόννους αξίας μεγαλύτερης των 10 δις δολλαρίων ΗΠΑ.

Ο ρόλος των μανιταριών στη γεωργική οικονομία είναι σημαντικός, καθώς κατά την παραγωγή τους: (α) χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες μικρής οικονομικής αξίας, (β) μετατρέπονται απευθείας άχρηστα και ενδεχομένως περιβαλλοντικώς επιζήμια οργανικά υλικά σε τροφή με αξιόλογες οργανοληπτικές ιδιότητες, (γ) παράγονται υποπροϊόντα, όπως το εξαντλημένο υπόστρωμα καλλιέργειας, που διατίθενται περαιτέρω ως ζωοτροφή, βιολίπασμα ή βελτιωτικό εδάφους, (δ) απασχολείται ανθρώπινο δυναμικό και (ε) καθίσταται συμφέρουσα η χρήση της γης λόγω της υψηλής παραγωγικότητας προϊόντος ανά μονάδα επιφανείας της (Φιλιπούσης & Ζερβάκης 1998).

Η εφαρμογή ολοκληρωμένου ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας (που μεταξύ των άλλων περιλαμβάνει παστερίωση του υποστρώματος, απολύμανση των θαλάμων και του εξοπλισμού παραγωγής, φιλτράρισμα του αέρα, σχολαστική εφαρμογή μέτρων υγιεινής κ.α.) αποσκοπεί κυρίως στην πρόληψη της εμφάνισης ασθενειών (Grewal & Sohi 1987, Lelley & Straetmans 1987, Bhatt & Singh 2000), ενώ για την καταστολή τους σημαντική είναι η συμβολή τόσο της χημικής (Sanderson 1973, Van Zaayen & Van Adrichem 1982), όσο και της βιολογικής καταπολέμησης (Nair & Fahy 1976, Tragoff & Richard 1976).

Ο μεγαλύτερος αριθμός των ασθενειών που σημειώνονται στα καλλιεργούμενα μανιτάρια οφείλονται σε μύκητες (Van Zaayen 1978, Wood 1984, Κωστάκης 1986, Fletcher κ.α. 1989, Umar κ.α. 2000). Ακόμη, σημαντικές απώλειες προκαλούνται από τις βακτηριακές προσβολές (Olivier κ.α. 1978, Wong & Preece 1980, Wong κ.α. 1982), ενώ η προσβολή από ιώσεις έχει σαν αποτέλεσμα την ολική καταστροφή της παραγωγής (Van Zaayen 1972, Φραντζεσκάκης 1990).

Η ετήσια παραγωγή μανιταριών της χώρας μας, που ανέρχεται σήμερα σε 3500 τόννους από τους οποίους το 80% αφορά το μανιτάρι *Agaricus bisporus* και το 20% το *Pleurotus*

ostreatus, δεν επαρκεί για την κάλυψη της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης (Φιλιπούσης 2004). Αν και την τελευταία δεκαετία έχει βελτιωθεί σημαντικά η ποιοτική και ποσοτική απόδοση (Φιλιπούσης & Ζερβάκης 1998), οι απώλειες της παραγωγής που οφείλονται σε ασθένειες είναι σημαντικές και η ανάγκη έγκαιρης διάγνωσης, πρόληψης και αντιμετώπισης τους παραμένει επιτακτική (Λαχουβάρης κ.α. 2000, Φιλιπούσης 1998). Στην κατεύθυνση αυτή αποσκοπεί να συμβάλει η παρούσα εργασία, δεδομένου ότι ελάχιστες είναι οι αναφορές που αφορούν την εκδήλωση ασθενειών στις παραγωγικές επιχειρήσεις μανιταριών της χώρας μας.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ)
Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ
ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ *Agaricus bisporus*

1.1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1.1.1. Παρασκευή του υποστρώματος

Αρχικά η καλλιέργεια του λευκού μανιταριού *Agaricus bisporus*, γινόταν σε υπόστρωμα (compost) που παρασκευαζόταν από κοπριά αλόγων πλούσια σε άχυρο. Σήμερα ακόμη παρασκευάζεται υπόστρωμα από κοπριά αλόγων, όπου υπάρχει. Μετά την απομάκρυνση των αλόγων από τη γεωργία, άρχισε να αναπτύσσεται η καλλιέργεια σε συνθετικά υποστρώματα. Τα συνθετικά υποστρώματα αποτελούνται από άχυρο σιτηρών και ένα ποσοστό κοπριάς αλογίσιας ή πουλερικών ή μείγμα αυτών που χρησιμοποιούνται για τον εμπλουτισμό του αχύρου σε άζωτο και υδατάνθρακες μικρού μοριακού βάρους, που είναι απαραίτητα για τη ζύμωσή του. Ακόμη σε μικρές ποσότητες, σαν υλικά εμπλουτισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν υποπροϊόντα ζυθοποιίας, ζαχαρόπιττα, βαμβακόπιττα, κ.α. Πρέπει να σημειωθεί, ότι το άχυρο πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και η κοπριά νωπή.

Ο σκοπός των διαφόρων εργασιών παρασκευής του υποστρώματος είναι να παραχθεί ένα υπόστρωμα, που να είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη του μυκηλίου και το οποίο να μην επιτρέπει την ανάπτυξη άλλων μυκήτων ή βακτηρίων σε τέτοια έκταση, που να παρεμποδίζουν την ανάπτυξη μυκηλίου. Δηλαδή το υπόστρωμα πρέπει να είναι εκλεκτικό.

Ακόμη πρέπει τα συστατικά της κοπριάς να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλη τη μάζα του υποστρώματος και το νερό πρέπει να βρίσκεται απορροφημένο μέσα στο άχυρο και όχι επιφανειακά γύρω από αυτό.

Για να αποκτήσει το υπόστρωμα τις παραπάνω ιδιότητες, περνάμε τις πρώτες ύλες από μία διαδικασία αεροβίων ζυμώσεων.

Η διαδικασία παρασκευής του υποστρώματος διακρίνεται σε δύο κύριες φάσεις, τη φάση I (ζύμωσης) και τη φάση II (παστερίωσης-ωρίμανσης) που γίνεται σε ειδικούς θαλάμους με ακριβή έλεγχο των συνθηκών (Φίλιππούσης 1998).

Φάση I (ζύμωση)

Κατά την φάση αυτή οι πρώτες ύλες προβρέχονται για να αποκτήσουν υγρασία 72%, ανακατεύονται και στοιβάζονται σε σωρό ύψους 2-3 m (συχνά αεριζόμενο) όπου γίνεται η ζύμωση.

Μεγάλη σημασία πρέπει να δίνεται στη ποιότητα των πρώτων υλών. Αν χρησιμοποιείται αλογίσια κοπριά που προέρχεται από στρωμένες σταύλων, αυτή πρέπει να είναι φρέσκια με μακρύ άχυρο, να υπάρχουν αρκετά κόπρανα των ζώων και να είναι βρεγμένη με τα ούρα τους. Πρέπει να έχει υγρασία 60-65% και περιεκτικότητα σε άζωτο 1-1,5% επί της ξηράς ουσίας (ξ.ο). Αν δεν έχει αρκετό άχυρο προσθέτουμε, ώστε στο τελικό προϊόν η αναλογία κοπριάς σε βάρος να είναι περίπου 1/1. Για να δώσουμε τη σωστή υγρασία (71-72%) η κοπριά προβρέχεται και στοιβάζεται σε σωρό, όπου βρέχεται μέχρι να αποκτήσει τη παραπάνω υγρασία.

Αν χρησιμοποιείται συνθετικό υπόστρωμα από άχυρο και κοτίσια κοπριά (από παχυνόμενα πουλερικά), πρέπει το άχυρο να είναι σε καλή κατάσταση (όχι βρεγμένο, μαυρισμένο κ.λ.π.) και η κοπριά νωπή και φρέσκια.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας των υλικών που θα ανακατευτούν πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι στον ένα τόνο άχυρο πρέπει να προσθεθούν 600-800 κιλά κοτίσιας κοπριάς και ότι θα παραχθούν 2-3 τόνοι υποστρώματος (ε.β. υποστρώματος περίπου 500 kg/m³).

Στην αρχή της φάσης I το υπόστρωμα περιέχει: N=1,5-2 % επί της ξ.ο. (πρέπει όχι περισσότερο από 2%), Υγρασία 71-71%, pH=8,5-9, αναλογία άνθρακα προς άζωτο C/N=22-30.

Η διαδικασία είναι η ακόλουθη: σε υπαίθριο χώρο πάνω σετσιμεντένιο δάπεδο, οι μπάλες του άχυρου λύνονται, βρέχονται και με τη βοήθεια ενός φορτωτού ανακατεύονται με την μισή ποσότητα της κοπριάς. Στη συνέχεια το μίγμα διαβρέχεται για ν' αποκτήσει τη σωστή υγρασία και στοιβάζεται στα τούνελ ζύμωσης σε σωρό ύψους 2-2.5 m. Τα τούνελ ζύμωσης είναιτσιμεντένιοι θάλαμοι εφοδιασμένοι με υποδαπέδιο σύστημα εξαναγκασμένου αερισμού για εξασφάλιση αεροβίων συνθηκών σε όλη τη μάζα του υποστρώματος. Απαιτούνται τουλάχιστον δύο τούνελ ζύμωσης καθώς κατά διαστήματα 2 ή 3 ημερών το υπόστρωμα εξάγεται από το ένα τούνελ, προστίθεται η υπόλοιπη κοπριά και γύψος, ανακατεύεται και διαβρέχεται αν χρειάζεται, με ειδικά μηχανήματα και επανατοποθετείται

στο δεύτερο τούνελ. Ο γύψος προστίθεται σε ποσότητα 25-30 κιλά ανά τόννο υποστρώματος σαν διορθωτικό της δομής και του pH του υποστρώματος. Η διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 10-14 ημέρες και γίνονται συνολικά 2-3 γυρίσματα.

Κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού, λόγω της μικροβιακής δραστηριότητας που αναπτύσσεται και των χημικών αντιδράσεων, το υπόστρωμα αποκτά θερμοκρασία 70-80 °C και έτσι με τη βοήθεια των υψηλών θερμοκρασιών, την παρουσία αμμωνίας και υψηλής υγρασίας, αρχίζει η αερόβια ζύμωση δηλ. η διάσπαση των υδατανθράκων μεγάλου μοριακού βάρους (κυτταρίνη, λιγνίνη) που μετατρέπονται σε χουμικά σύμπλοκα.

Το άζωτο αν και ποσοτικά ελάχιστα μειώνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, μεταβάλλεται όμως η μορφή του δηλ. από αμμωνιακό μετατρέπεται σε πρωτεϊνικό. Η περίσσεια αζώτου χάνεται υπό τη μορφή αερίου αμμωνίας. Γενικά τα συστατικά της κομπόστας, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, μετατρέπονται κατά τη ζύμωση σε μορφές που μπορεί να αφομοιώσει ο μύκητας.

Στο τέλος της φάσης I το υπόστρωμα πρέπει να έχει υγρασία 73-74%, pH=8,5, N=1,5-1,6%, αμμωνιακό άζωτο 0,4%, να είναι ομοιογενές, με καλή δομή και να έχει χρώμα καστανόμαυρο.

Φάση II (παστερίωση-ωρίμανση)

Η ζυμωμένη κομπόστα της Φάσης I τοποθετείται χύμα στα τούνελ για τη Φάση II. Η φάση αυτή γίνεται σε δύο στάδια μέσα σε ειδικούς μονωμένους θαλάμους ή τούνελς. Στο πρώτο στάδιο γίνεται η παστερίωση και στο δεύτερο η ωρίμανση του υποστρώματος.

Τα τούνελς είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να έχουν καλή θερμομόνωση και στεγανότητα και είναι εξοπλισμένα με τον κατάλληλο μηχανολογικό εξοπλισμό για παροχή ατμού, αερισμό και ανακυκλοφορία του αέρα και τους ανάλογους αυτοματισμούς. Το πάτωμα του τούνελ είναι διπλό. Το πρώτο πάτωμα είναι από μπετόν ενώ το δεύτερο που απέχει 50 cm από το πρώτο αποτελείται από δοκούς ξύλινους ή από μπετό, έτσι τοποθετημένους ώστε το συνολικό διάκενο να είναι τουλάχιστο 25%. Ο ατμός και ο αέρας διοχετεύεται στο κενό μεταξύ των δύο πατωμάτων, ενώ η κομπόστα τοποθετείται χύμα πάνω στο δεύτερο πάτωμα και σε ύψος 1.8-2 m, δηλ. περίπου το 2/3 του ύψους του τούνελ. Το γέμισμα του τούνελ γίνεται με φορτωτή ή καλύτερα με ειδικά για το σκοπό αυτό μηχανήματα.

Μετά το γέμισμα γίνεται η παστερίωση (1^ο στάδιο). Η θερμοκρασία ανεβάζεται με τον ατμό στους 60 °C όπου διατηρείται για 7-12 ώρες, για να θανατωθούν όλοι οι βλαβεροί μικροοργανισμοί που βρίσκονται στο υπόστρωμα και μπορούν να ανταγωνιστούν το μανιτάρι στην ανάπτυξή του.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 60 °C είναι επιζήμιες για το υπόστρωμα, γιατί καταστρέφουν τη χρήσιμη μικροχλωρίδα του υποστρώματος και γίνεται αδύνατη μετά η σωστή ωρίμανσή του.

Μετά τη παστερίωση η θερμοκρασία μειώνεται στους 48-50 °C όπου διατηρείται για 5-7 ημέρες για να γίνει η ωρίμανση του υποστρώματος (2^ο στάδιο). Σκοπός της ωρίμανσης είναι να δημιουργηθεί ένα υπόστρωμα όσο το δυνατό εκλεκτικό στο μυκήλιο του μανιταριού.

Η θερμοκρασία των 48-50 °C είναι ιδανική για την ανάπτυξη των θερμοφίλων μυκήτων και ακτινομυκήτων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μετατρέπουν την αμμωνία που βρίσκεται στο υπόστρωμα σε μικροβιακή πρωτεΐνη και συγχρόνως καταναλώνουν τους υδατάνθρακες μικρού μοριακού βάρους, αφήνοντας στο υπόστρωμα μόνο τα χουμικά σύμπλοκα λιγνίνης-κυτταρίνης και κυτταρίνη, που μπορούν ν' αποδομηθούν από το μυκήλιο των μανιταριών.

Στο τέλος της φάσης II το υπόστρωμα είναι έτοιμο να δεχθεί το σπόρο του μανιταριού και πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά: Υγρασία 66-68%, άζωτο 1,8-2,0% επί ξ.ο. αναλογία C/N περίπου 16, pH μεταξύ 7 και 7,5, ελεύθερη αμμωνία στον αέρα λιγότερη από 10 ppm και θερμοκρασία 25-26 °C.

1.1.2. Εμβολιασμός και επώαση του υποστρώματος

Το μυκήλιο του μανιταριού (spawn) έχει επικρατήσει να λέγεται από τους παραγωγούς "σπόρος" και η διαδικασία εμβολιασμού "σπορά". Ο σπόρος του μανιταριού είναι μυκήλιο εμβολιασμένο και αναπτυγμένο σε κόκκους σιτηρών, παράγεται από εξειδικευμένους οίκους του εξωτερικού και συντηρείται στο ψυγείο σε θερμοκρασία 2 °C μέχρι δύο μήνες. Πρέπει να είναι καλής ποιότητας και μεγάλης βλαστικότητας. Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιείται είναι 0,5% του βάρους της κομπόστας. Κανονική ποσότητα σπόρου θεωρείται εκείνη των 5 κιλών (8 lt) ανά τόνο κομπόστας. Μετά την παστερίωση, το εμβολιασμένο υπόστρωμα μπορεί να τοποθετηθεί σε ράφια, σε κιβώτια, ή πλαστικούς σάκους

(blocks). Κατά τη σπορά, η υγρασία του υποστρώματος πρέπει να είναι 65-68%, ενώ το υπόστρωμα πέζεται ώστε να γίνει αρκετά συμπαγές και κατ' αυτό τον τρόπο να έλθει ο σπόρος σε επαφή με την υγρασία του υποστρώματος και να αρχίσει να δραστηριοποιείται. Το βάθος του υποστρώματος που είναι σήμερα αποδεκτό είναι 18-20 cm που σημαίνει 85-100 kg/m² καλλιεργούμενης επιφάνειας. Γενικά με ένα τόνο κομπόστας γεμίζονται 10 m² καλλιεργούμενης επιφάνειας ή φτιάχνονται 40-50 blocks υποστρώματος.

Κατά την καλλιέργεια σε ράφια, το υπόστρωμα εξάγεται από το τούνελ, εμβολιάζεται με τον 'σπόρο' του μανιταριού και μεταφέρεται σε ειδικό συγκρότημα μηχανημάτων (αυτόματα) στους θαλάμους καλλιέργειας. Τα ράφια έχουν συνήθως πλάτος 1,5 m και μήκος όσο ο θάλαμος. Επίσης τοποθετούνται 4-5 ράφια το ένα πάνω στο άλλο και απέχουν μεταξύ τους 0,60 m. Το πρώτο ράφι απέχει από το έδαφος 0,2 – 0,3 m και το τελευταίο από την οροφή 1,20 m. Μεταξύ των ραφιών αφήνεται διάδρομος 1,2 m και μεταξύ ραφίων και τοίχων 0,80 m.

Όταν η καλλιέργεια γίνεται σε κιβώτια, χρησιμοποιούνται ισχυρές κατασκευές που να αντέχουν στις διάφορες μηχανικές καταπονήσεις. Τα κιβώτια στον θάλαμο παραγωγής στοιβάζονται μέχρι 5 για να γίνεται εύκολη η συλλογή, μεταξύ των σειρών αφήνεται διάδρομος 1,1-1,2 m, ενώ το πλάτος τους είναι συνήθως 1,5 m.

Κατά τη χρησιμοποίηση πλαστικών σάκων, με την βοήθεια δοσομετρητή γίνεται διευθέτηση του εμβολιασμένου υποστρώματος μέσα σε αυτούς, ενώ το υπόστρωμα συμπιέζεται σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου διαστάσεων 50-60 cm x 40-50 cm x 18-20 cm, δημιουργώντας blocks χωρητικότητας 20 – 30 Kg. Το σύστημα καλλιέργειας σε πλαστικούς σάκους εφαρμόζεται μόνο σε μονάδες οικογενειακής μορφής, γιατί χρειάζονται πολλά εργατικά.

Το εμβολιασμένο υπόστρωμα μεταφέρεται και τοποθετείται μέσα στο θάλαμο ώστε να διατηρηθεί η θερμοκρασία της κομπόστας που είχε κατά την σπορά και έτσι να αρχίσει αμέσως η επώαση. Σε όλη τη διάρκεια της επώασης που είναι 13-15 ημέρες οι απαιτούμενες συνθήκες είναι: θερμοκρασία κομπόστας 25-27 °C, περιεκτικότητα του αέρα σε CO₂ 2.000-3.000 ppm και σχετική υγρασία πάνω από 90%. Έτσι δεν χρειάζεται εισαγωγή φρέσκου αέρα και ο ανεμιστήρας λειτουργεί μόνο για ανακυκλοφορία του αέρα για τη διατήρηση ομοιομορφίας συνθηκών σε όλο το θάλαμο καλλιέργειας.

Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του μυκηλίου είναι 25-26 °C. Το μυκήλιο καταστρέφεται σε θερμοκρασία κομπόστας 32 °C, αλλά και θερμοκρασία πάνω από 30 °C θεωρείται επικίνδυνη και οπωσδήποτε θα προκαλέσει ελάττωση της παραγωγής. Γι' αυτό, εάν η θερμοκρασία της κομπόστας ξεπερνά τους 28 °C πρέπει αμέσως να κατέβει με εισαγωγή φιλτραρισμένου φρέσκου ψυχρού αέρα (συνήθως κατά την διάρκεια της νύκτας) ή με την κλιματιστική συσκευή.

Επικάλυψη (casing)

Όταν το μυκήλιο εξαπλωθεί σε όλη τη μάζα της κομπόστας γίνεται η κάλυψη της κομπόστας σε πάχος 5 cm με μίγμα τύρφης και ασβεστολάσπης που παρασκευάζεται στη κεντρική μονάδα ή εισάγεται. Στο μίγμα αυτό μπορεί κατά την κάλυψη να προστεθεί και ποσότητα επωασμένης κομπόστας. Η τεχνική αυτή της προσθήκης της επωασμένης κομπόστας στο μίγμα κάλυψης που διεθνώς είναι γνωστή σαν μέθοδος "Casing" εφαρμόζεται για να εμποδιστεί ο σχηματισμός μανιταριών σε πυκνές συγκεντρώσεις (clumps) πράγμα που υποβαθμίζει την ποιότητα των μανιταριών και δυσκολεύει τη συγκομιδή. Εάν δεν εφαρμοστεί η τεχνική "Casing", τότε 7-8 ημέρες από τη κάλυψη και όταν το μυκήλιο έχει φτάσει στα 3/4 του πάχους της κάλυψης γίνεται το σκάλισμα της κάλυψης (ruffling). Οι συνθήκες που χρειάζονται στο θάλαμο για τις πρώτες 12 μέρες μετά τη σπορά, είναι θερμοκρασία κομπόστας 25 °C, συγκέντρωση CO₂ 2.000-3.000 ppm, σχετική υγρασία πάνω από 90%.

Μία ή δύο ημέρες μετά τη κάλυψη, και αφού το μυκήλιο έχει ανέβει από το υπόστρωμα στο στρώμα επικάλυψης περίπου 0,5 mm, γίνεται ένα ελαφρό πότισμα 1 lt/m², με νερό στο οποίο έχει προστεθεί φορμόλη ή μυκητοκτόνο και εντομοκτόνο.

Από την 3^η μέρα της κάλυψης μέχρι την 8^η ενεργούνται καθημερινά ποτίσματα με ποσότητα νερού που εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας του υλικού κάλυψης, την ενεργότητα του μυκηλίου και το βαθμό εξάτμισης του νερού. Συνήθως χρησιμοποιούνται συνολικά 10-15 lt/m² σε πολλά ομοιόμορφα κατανεμημένα ποτίσματα με δόση για κάθε πότισμα όχι περισσότερο από 1 lt/m². Εάν η υγρασία του στρώματος της κάλυψης δεν προσεχθεί και ελαττωθεί πολύ, τότε είναι δύσκολο να αποκτήσει ξανά την αρχική υγρασία. Η εμφάνιση του μυκηλίου στην επιφάνεια της κάλυψης είναι δείκτης για την υγρασία της. Εάν η υγρασία είναι χαμηλή τότε το μυκήλιο είναι χνουδωτό σαν βαμβάκι, με αποτέλεσμα την παραγωγή μικρών μανιταριών που θα ανοίγουν πρόωρα. Εάν η υγρασία της κάλυψης είναι υψηλή τότε το μυκήλιο είναι σε σχηματισμούς κορδονιών με αποτέλεσμα την παραγωγή

λιγότερων και μεγάλων μανιταριών. Ο παραγωγός πρέπει να ελέγχει συχνά ώστε μεταξύ κομπόστας και κάλυψης να μην σχηματιστεί ξηρό στρώμα. Εάν συμβεί κάτι τέτοιο, τότε διακόπτεται η επικοινωνία μεταξύ αυτών των δύο υλικών με αποτέλεσμα την καταστροφή των αναπτυσσομένων μανιταριών.

Το πιο κρίσιμο στοιχείο που χρειάζεται μεγάλη παρακολούθηση μετά την κάλυψη, είναι η θερμοκρασία της κομπόστας. Το στρώμα της κάλυψης ενεργεί σαν είδος μονωτικού στρώματος και υπάρχει κίνδυνος ανύψωσης της θερμοκρασίας στους 30 °C. Πρέπει η θερμοκρασία της κομπόστας να διατηρείται γύρω στους 25 °C. Αυτό επιτυγχάνεται με διατήρηση της θερμοκρασίας του αέρα του θαλάμου γύρω στους 20 °C με τη κλιματιστική συσκευή ή με την εισαγωγή φρέσκου ψυχρού αέρα.

Κατά την διάρκεια της επώασης τα έντομα έλκονται από την οσμή του αναπτυσσόμενου μυκηλίου. Επίσης σπόρια μυκητολογικών ασθενειών βρίσκουν τη κομπόστα στο στάδιο της επώασης σαν το ιδανικό υλικό για την ανάπτυξή τους. Για αυτό ο θάλαμος κατά τη διάρκεια της επώασης πρέπει να είναι καλά σφραγισμένος και ο αγωγός εισαγωγής φρέσκου αέρα πρέπει να έχει κατάλληλο φίλτρο αέρα που να συγκρατεί τα σπόρια ασθενειών και σπόρια μανιταριών διαμέτρου 2-3 μ. Επίσης προληπτικό μέτρο κατά των εντόμων είναι ο ψεκασμός του θαλάμου 2-3 φορές με εντομοκτόνο.

1.1.3 Χειρισμοί κατά τη διάρκεια της καρποφορίας

Όταν το λευκό μυκήλιο είναι ορατό στην επιφάνεια της κάλυψης τουλάχιστον στα μισά blocks, η καλλιέργεια είναι έτοιμη για να δεχτεί τους χειρισμούς για το σχηματισμό των καταβολών καρποφορίας (ripping). Αυτό συμβαίνει 8-10 ημέρες από την ημέρα κάλυψης. Η θερμοκρασία του αέρα κατεβάζεται στους 16-18 °C και η περιεκτικότητα του αέρα σε CO₂ κάτω από 800 ppm με την εισαγωγή φρέσκου αέρα. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την πτώση της σχετικής υγρασίας από το 90% γύρω στο 85%, με αποτέλεσμα την αύξηση της εξάτμισης από την επιφάνεια της κάλυψης και συνεπώς το κατέβασμα της θερμοκρασίας της κάλυψης και της κομπόστας. Καλό είναι αυτή η αλλαγή να γίνει σε 3-4 ημέρες γιατί μία απότομη αλλαγή μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλου αριθμού καταβολών (κεφαλών) και κατά συνέπεια την παραγωγή μεγάλου αριθμού μικρών μανιταριών όχι καλής ποιότητας.

Αρχικά εισάγεται μεγάλη ποσότητα φρέσκου αέρα για να μειωθούν η θερμοκρασία και το CO₂, αλλά όταν αυτό επιτευχθεί, η εισαγωγή αέρα πρέπει να ρυθμιστεί ώστε να διατηρηθούν οι απαιτούμενες συνθήκες. Εισαγωγή υπερβολικής ποσότητας φρέσκου αέρα συντελεί στην αύξηση του κόστους κλιματισμού και δημιουργεί προβλήματα με τα ποτίσματα. Εάν η κάλυψη έχει κανονική υγρασία, το χαμήλωμα της θερμοκρασίας και του CO₂ θα συντελέσει στο σχηματισμό των καταβολών. Δεν γίνονται ποτίσματα κατά τη φάση σχηματισμού των κεφαλών, εκτός εάν παρατηρηθεί ξήρανση της επιφάνειας της κάλυψης. Για την αποφυγή της ξήρανσης της κάλυψης πρέπει να διατηρείται υψηλή σχετικά υγρασία 85%.

Εάν η θερμοκρασία κατέβει στους 18-20 °C, που αναφέρθηκε πιο πάνω, τότε θα σχηματιστούν λιγότερα και μεγαλύτερα μανιτάρια. Επίσης, εάν διατηρηθεί υψηλότερο ποσοστό CO₂, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό μικρότερου αριθμού κεφαλών και θα παραχθούν λιγότερα μανιτάρια μεγαλύτερου όμως μεγέθους. Συνήθως οι οίκοι που παράγουν και διαθέτουν σπόρους μανιταριών δίνουν για τις διάφορες ποικιλίες ειδικές οδηγίες για τις απαιτήσεις τους κυρίως σε θερμοκρασία, CO₂ και υγρασία.

Συνήθως όταν γίνει η αλλαγή των συνθηκών, μετά 4-5 ημέρες εμφανίζονται σαν λευκές μπαλίτσες οι καταβολές που θα αναπτυχθούν σε διάστημα μιάς εβδομάδας σε μανιτάρια έτοιμα για συγκομιδή. Συνήθως στη περίοδο σχηματισμού κεφαλών δεν γίνονται ποτίσματα. Τα ποτίσματα αρχίζουν όταν τα μικρά μανιτάρια φθάσουν το μέγεθος μπιζελιού. Πιστεύεται ότι ο ολικός αριθμός κεφαλών που θα αναπτυχθούν σε μανιτάρια σε όλη τη διάρκεια της παραγωγής, σχηματίζονται σ' αυτό το στάδιο της αλλαγής των συνθηκών που είναι και η πιο κρίσιμη περίοδος της καλλιέργειας. Γενικά ο αριθμός των κεφαλών είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των μανιταριών που τελικά θα αναπτυχθούν. Η πιο συνήθης αιτία αποτυχίας στο στάδιο αυτό είναι η υψηλή θερμοκρασία, για αυτό χρειάζεται μεγάλη προσοχή ιδιαίτερα τους θερμούς μήνες. Άλλη αιτία αποτυχίας σε αυτό το στάδιο είναι όταν η κάλυψη περιέχει λιγότερη από την κανονική υγρασία.

Ποτίσματα

Τα μανιτάρια περιέχουν 90-95% νερό γι' αυτό χρειάζονται πολλά ποτίσματα. Τα ποτίσματα πρέπει να γίνονται με ροζέτα με πολύ μικρές οπές και χαμηλή πίεση. Η υψηλή πίεση του νερού θα προκαλέσει ζημιές στην επιφάνεια των μανιταριών και τη γρήγορη κηλίδωση τους. Εάν είναι να γίνει ισχυρό πότισμα αυτό πρέπει να διαμοιραστεί σε 2-3

ποτίσματα, ώστε κάθε φορά να πέφτει 1-1,5 lt/m². Σαν οδηγός μπορεί να υπολογιστεί ένα λίτρο νερό για ένα χιλιόγραμμο αναμενόμενης ποσότηταςμανιταριών που θα συγκομιστούν. Επιπλέον υπάρχει απώλεια νερού με την εξάτμιση, γι' αυτό μπορεί να απαιτηθούν διπλάσια λίτρα νερού από τα χιλιόγραμμα αναμενόμενης παραγωγής και αυτό εξαρτάται από τις συνθήκες στο θάλαμο. Επειδή οι συνθήκες διαφέρουν από θάλαμο σε θάλαμο και από εποχή σε εποχή, οι απαιτούμενη ποσότητα νερού στο πότισμα καθορίζεται τελικά από την κρίση του παραγωγού.

Συνθήκες κατά τη διάρκεια της συγκομιδής

Οι απαιτούμενες συνθήκες μέσα στο θάλαμο από το χρόνο του σχηματισμού των κεφαλών (ripping) μέχρι το τέλος της παραγωγής είναι οι ακόλουθες:

Θερμοκρασία αέρα:	17-18 °C
Σχετική υγρασία:	85%
Διοξείδιο του άνθρακα:	800-1.000 ppm

Η παραγωγή του CO₂ στο θάλαμο εξαρτάται από τη ποσότητα τωνμανιταριών που αναπτύσσονται σε δεδομένη περίοδο και από τη θερμοκρασία του θαλάμου. Η ανάγκη σε φρέσκο αέρα είναι ανάλογη με την παραγωγή και τη θερμοκρασία και κυμαίνεται μεταξύ 2-12 m³ ανά ώρα και τετραγωνικό μέτρο καλλιεργούμενης επιφάνειας. Εκτός όμως από την ανάγκη σε φρέσκο αέρα, για υψηλή παραγωγή και καλή ποιότητα, απαιτείται και ανακυκλοφορία του αέρα με παροχή 10-15 m³ ανά ώρα και m² καλλιεργούμενης επιφάνειας. Ο αέρας που στέλνει ο ανεμιστήρας στο θάλαμο πρέπει να έχει ταχύτητα στο σημείο πάνω από ταμανιτάρια 30-50 cm/sec.

Συλλογή

Η παραγωγή τωνμανιταριών είναι κλιμακωτή δηλαδή υπάρχουν περίοδοι που η καρποφορία είναι έντονη στις λεγόμενες αιχμές ή κύματα παραγωγής (flushes), που ακολουθούνται από περιόδους ύφεσης της παραγωγής. Συνήθως το διάστημα μεταξύ των αιχμών παραγωγής είναι μία εβδομάδα. Μανιτάρια καρποφορούν επί 5-6 εβδομάδες αλλά για

ορθολογικότερη εκμετάλλευση των θαλάμων η συγκομιδή συνήθως διαρκεί 3,5 εβδομάδες (25 μέρες), οπότε έχει συλλεχθεί το 90-92% της ολικής παραγωγής.

Όσον αφορά στους χειρισμούς κατά την συγκομιδή θα πρέπει να επισημανθούν τα ακόλουθα:

1. Ταμανιτάρια όταν συλλέγονται πρέπει η επιφάνεια τους να είναι στεγνή γιατί αν υπάρχει υγρασία τότε στα σημεία που τα πιάνουμε το πιο πιθανό είναι να δημιουργηθούν κηλίδες.
2. Ταμανιτάρια πριν την συγκομιδή πρέπει να στεγνώνονται με εισαγωγή περισσότερο φρέσκου αέρα με αύξηση της ταχύτητας του ανεμιστήρα.
3. Κατά τη συλλογή χρειάζεται προσοχή να μην δημιουργούνται μεγάλες σπές στην κάλυψη. Αυτό γίνεται πιο έντονο όταν η κάλυψη έχει λιγότερη από την κανονική υγρασία.
4. Ταμανιτάρια πριν το τράβηγμα τους, κατά την συλλογή, πρέπει να στρίβονται ώστε να μην προκαλείται έντονο ξερίζωμα κάλυψης και μυκηλίου.
5. Αμέσως μετά την συλλογή πρέπει να τοποθετούνται στο ψυγείο, σε θερμοκρασία 3-4 °C και να διατηρούνται σ' αυτή τη θερμοκρασία μέχρι τη διάθεση τους.
6. Η απόδοση των εργατριών κατά την συλλογή με το χέρι κυμαίνεται 18-25 kg ανά ώρα και αυτό εξαρτάται από την πυκνότητα της παραγωγής, μέγεθοςμανιταριών και εμπειρία.

Κατά τη συλλογή ταμανιτάρια κρατιούνται από τα δάκτυλα του χεριού και με μία στριψτή ανοδική κίνηση αποκολλούνται από το στρώμα της κάλυψης. Η βάση του στίπου (κοτσάνι) που φέρει υπόλειμμα μίγματος της κάλυψης, κόβεται με μαχαίρι και ταμανιτάρια που προορίζονται για νοπή κατανάλωση τοποθετούνται σε πλαστικά κουτιά που χωρούν 1/2 kgμανιτάρια, ενώ τα υπόλοιπα ξεχωρίζονται σε εκείνα που θα πάνε για κονσερβοποίηση και εκείνα που θα απορριφθούν σαν ακατάλληλα.

Για μέση απόδοσημανιταριών 18% και 22% επί του βάρους του υποστρώματος υπολογίζεται παραγωγή 4 kg και 5 kg αντίστοιχα ανά block με 20 kg κομπόστα και για διάρκεια συλλογής 3,5 εβδομάδες.

Ταμανιτάρια την ημέρα της συγκομιδής τους προωθούνται στο συσκευαστήριο. Τα προοριζόμενα για νοπή διάθεση ελέγχονται, ζυγίζονται και συσκευάζονται με την αυτόματη μηχανή με πλαστικό φιλμ εκτάσεως, τα προοριζόμενα για κονσερβοποίηση, εάν πρόκειται να κονσερβοποιηθούν τις επόμενες 3-4 ημέρες, διατηρούνται όπως είναι στο ψυγείο, εάν είναι λίγα και πρέπει να περάσουν αρκετές μέρες για να συγκεντρωθεί κάποια ποσότητα, τότε

τοποθετούνται σε πλαστικά δοχεία των 50 kg σε διάλυμα κιτρικού οξέος και μαγειρικού αλατος (NaCl) και διατηρούνται στο ψυγείο.

Φροντίδες στο τέλος της συγκομιδής

Πριν το εξαντλημένο υπόστρωμα (spent mushroom compost) μεταφερθεί εκτός θαλάμου, πρέπει η καλλιεργούμενη επιφάνειά του να ψεκαστεί με ένα γενικό απολυμαντικό για να καταστραφούν τα εναπομείναντα μανιτάρια και τυχόν ανεπιθύμητοι ζωικοί/φυτικοί οργανισμοί. Εάν υπάρχει σοβαρό πρόβλημα ασθενειών ή εντόμων στη μονάδα, τότε πριν ο θάλαμος εκκενωθεί πρέπει να γίνει απολύμανση με ατμό. Στη συνέχεια το εξαντλημένο υπόστρωμα (ή τα blocks) φορτώνονται σε μεταφορικό μέσο με προσοχή ώστε να μην πέφτει υλικό έξω από τους θαλάμους και απορρίπτονται σε υπαίθριο αποθηκευτικό χώρο μακριά από την μονάδα από όπου παραλαμβάνονται από ενδιαφερόμενους αγρότες που χρησιμοποιούν το υπόλειμμα της καλλιέργειας ως εδαφοβελτιωτικό και λίπασμα. Μετά το άδειασμα του θαλάμου όλες οι εσωτερικές επιφάνειες πρέπει να πλυθούν με ένα γενικό απολυμαντικό και μετά να ξεπλυθούν με άφθονο νερό.

Κύκλοι παραγωγής

Η χρονική περίοδος από την επώαση του μυκηλίου μέχρι το άδειασμα και το πλύσιμο του θαλάμου διαρκεί: (α) με παστεριωμένο υπόστρωμα 63 ημέρες (9 εβδομάδες) και (β) επωασμένο υπόστρωμα 49 μέρες (7 εβδομάδες) και κατανέμεται ως εξής (Πίνακας 1):

Πίνακας 1: Χρόνος (ημέρες) που απαιτείται για ένα κύκλο παραγωγής του μανιταριού *Agaricus bisporus* όταν χρησιμοποιείται παστεριωμένο/επωασμένο υπόστρωμα.

Καλλιεργητικές φάσεις	Με παστεριωμένο υπόστρωμα	Με επωασμένο υπόστρωμα
Επώαση (ανάπτυξη μυκηλίου στο υπόστρωμα)	14 ημέρες (2 εβδομάδες)	
Κάλυψη-ανάπτυξη μυκηλίου στο στρώμα επικάλυψης	8 ημέρες (1 εβδομάδα)	8 ημέρες (1 εβδομάδα)
Επαγωγή-Ανάπτυξη καρποφοριών	13 ημέρες (2 εβδομάδες)	13 ημέρες (2 εβδομάδες)
Συγκομιδή	25 ημέρες (3,5 εβδομάδες)	25 ημέρες (3,5 εβδομάδες)
Άδειασμα θαλάμου- καθαρισμός- απολύμανση	3 ημέρες (0,5 εβδομάδα)	3 ημέρες (0,5 εβδομάδα)
ΣΥΝΟΛΟ	63 ημέρες (9 εβδομάδες)	49 ημέρες (7 εβδομάδες)

1.2. ΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΜΑΝΤΑΡΙΟΥ *AGARICUS BISPORUS*

Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί παρατίθενται οι κυριότερες ασθένειες του λευκού μανταριού που εντοπίστηκαν σε Ελληνικές επιχειρήσεις παραγωγής (Λαχουβάρης κ.α. 2000)

Πίνακας 2: Οι κυριότερες ασθένειες του *Agaricus bisporus* στην Ελλάδα

Ανάπτυξη	Αίτιο	Όνομ. ασθένειας	Συμπτωματολογία	Πηγές μόλυνσης (ΠΜ) Αντιμετώπιση (Α)
Στα μανιτάρια, υπόστρωμα και έδαφος, επικάλυψης	ΒΑΚΤΗΡΙΑ			
	<i>Pseudomonas tolaasii</i> <i>P. fluorescens</i> biotype G	Bacterial blotch Brown blotch (Βακτηριακή κηλίδωση)	Καστανο-κίτρινες ως βαθυκόστανες σπληνές κηλίδες στην επιφάνεια του πύλου των μανιταριών. Εμφανίζεται σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας. Ποσοτική και ποιοτική μείωση παραγωγής. Προσβάλλει τα μανιτάρια <i>Agaricus</i> sp. και <i>Pleurotus</i> sp.	ΠΜ: Εδαφικό στρώμα επικάλυψης, υπόστρωμα, αέρας, νερό, εργαλεία, χέρια, έντομα. Α: Καλλιεργητικές φροντίδες. Μείωση της υγρασίας, στέγνωμα των μανιταριών μετά το πότισμα με αερισμό (25-30 m ³ /α ² /h). Πότισμα με διάλυμα υποχλωριώδους νετρίου 150 ppm. Βιολογική καταπολέμηση.
Στα μανιτάρια, υπόστρωμα και έδαφος, επικάλυψης	<i>Pseudomonas</i> sp.	Mummy disease (Μουμοποίηση)	Καθυστέρηση της ανάπτυξης των μανιταριών. Οι καρποφορίες εμφανίζουν επιμηκωμένο στέλιο, ελαφρά κυρτό, με παχύτερη βάση που περιβάλλεται από χροιάδες μυκήλιο. Τα ελάσματα ζηραίνονται, ο πύλος παραμένει μικρός και δερματοποιείται. Οι ιστοί μαλακώνουν. Σημαντική απώλεια παραγωγής.	ΠΜ: Μολυσμένο έδαφος επικάλυψης ή υπόστρωμα. Α: Μείωση υγρασίας υποστρώτος. Απομόνωση μολυσμένης περιοχής, εφαρμογή 0,5% διαλύματος φορμόλης, απολύμανση ραφιών, εργαλείων, κιβωτίων. Απολύμανση με ατμό του θαλάμου στο τέλος της παραγωγής.
	ΦΥΤΙ			
Στον καλλιεργούμενο μύκητα	Mushroom viruses MV1, MV3, MV4	Dieback (Ίωση, μαρασμός, αργός θάνατος)	Το προσβεβλημένο μυκήλιο έχει χρώμα γκριζό και αργή ανάπτυξη. Τα μανιτάρια εμφανίζουν χρώμα γκριζωπό, λεπτό και μακρύ στέλιο, ελαφρά κυρτό, οι πύλοι είναι πολύ μικροί και ανοίγουν πρόωρα. Ολικός ή μερικός μαρασμός του μυκηλίου, ολική απώλεια παραγωγής. Συνήθως εμφανίζεται τέλος καλοκαιριού-φθινόπωρο.	ΠΜ: Μολυσμένο μυκήλιο ή σπόρια προσβεβλημένων μανιταριών. Α: Σχολαστική εφαρμογή μέτρων υγιεινής, μηχανημάτων και χώρων με φορμόλη 4%. Αλλαγή φίλτρων αέρα, καταπολέμηση εντόμων. Απολύμανση με ατμό του θαλάμου στο τέλος της παραγωγής. Αλλαγή καλλιεργούμενου είδους (<i>Agaricus bitorquus</i>)

Αντικείμενο	Αίτιο	Όνομ. ασθένειας	Συμπτωματολογία	Πηγές μόλυνσης (ΠΜ) Αντιμετώπιση (Α)
	ΜΥΚΗΤΕΣ			
Στο υπόστρωμα καλλιέργειας (substrate)	<i>Chaetomium olivaceum</i> <i>C. globosum</i>	Olive green mold (Ξηλαϊώδης πράσινη μούχλα)	Γκριζόλευκες στην αρχή και αργότερα ελαιόχρωμες κηλίδες στο υπόστρωμα. Ανάσχεση μυκηλιακής ανάπτυξης του καλ/μένου μανιταριού.	ΠΜ: Έδαφος & εξαντλημένο υπόστρωμα καλλιέργειας Α: Αερόβιες συνθήκες κατά την παστερίωση (Φάση II). Υγιεινή, απολύμανση με ατμό, πότισμα με 0,05% Biosite
	<i>Chrysosporium</i> spp. <i>Sepedonium</i> sp.	Willow molds (κίτρινες μούχλες)	Κιτρινόλευκες ή καστανοκίτρινες κηλίδες στο υπόστρωμα. Παραμόρφωση καταβολών, μείωση της παραγωγής του καλ/μένου μανιταριού.	ΠΜ: Εξαντλημένο υπόστρωμα καλλιέργειας (spent compost). Α: Υψηλές θερμοκρασίες κατά την ζύμωση (Φάση I) και την παστερίωση (Φάση II). Υγιεινή, απολύμανση με ατμό στο τέλος της καλλιέργειας.
	<i>Corphus comatus</i> <i>C. lagopus</i>	Inky caps (Μελανός πύλος)	Τα βασιδιοκάρπια του <i>Corphus</i> εμφανίζονται κατά την επόαση σε όχι καλά ζυμωμένα υποστρώματα που περιέχουν ελεύθερη αμμωνία.	ΠΜ: Σπόρια του μύκητα στο περιβάλλον της μονάδας Α: Σωστές συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού που εξασφαλίζουν χαμηλά επίπεδα αμμωνίας στο υπόστρωμα.
Στο εδαφικό πλέοσ επικάλυψης (soiling layer)	<i>Mycogone perniciosia</i>	Wet bubble (Υγρή σήψη)	Παραμόρφωση νεαρών καρποφοριών, έκκριση καφέ σταγόνων, σήψη των βασιδιοκαρπίων, ανάδυση δυσάρεστης οσμής. Σημαντική απώλεια παραγωγής. Ασθένεια σε έξαρση το καλοκαίρι.	ΠΜ: Εδαφικό στρώμα επικάλυψης, νερό, μολυσμένα εργαλεία, έντομα Α: Απολύμανση του υλικού επικάλυψης με ατμό ή φορμολή 1% 25 l/m ² . Υγιεινή, πότισμα με μυκ/τόνα (prochloraz Μπ, βενζιμιδαζολικά) 2 g/l/m ² . Απολ/ση θαλάμου παραγωγής
	<i>Verticillium fungicola</i> var. <i>fungicola</i> (συν. <i>V. malthousei</i>)	Dry bubble (Ξηρή σήψη)	Καστανή κηλίδαση του πύλου με εξανθήσεις γκριζού χρώματος. Παραμόρφωση καρποφοριών, μονόπλευρη ανάπτυξη, κύρτωση και σχίσμο στόμου σε λωρίδες. Σημαντική απώλεια παραγωγής. Σε έξαρση χειμώνα και άνοιξη.	ΠΜ: Εδαφικό στρώμα επικάλυψης, αέρας, νερό, εργαλεία, έντομα Α: Απολύμανση του υλικού επικάλυψης με ατμό ή φορμολή Υγιεινή, φίλτρα αέρα, πότισμα με μυκ/τόνα (prochloraz Μπ, βενζιμιδαζολικά) 2 g/l/m ² . Βιολογική κατασκόληση (<i>Trichoderma viride</i>)
	<i>Dactylium dendroides</i> (συν. <i>Cladobotrium dendroides</i>)	Cobweb (αραχνειώδης ιστός)	Χνουδοτός μυκηλιακός ιστός που καλύπτει το εδαφικό στρώμα επικάλυψης και τις καρποφορίες. Μανιτάρια μαλακά, κίτρινα. Απώλεια παραγωγής. Ασθένεια σε έξαρση το καλοκαίρι.	ΠΜ: Εδαφικό στρώμα επικάλυψης, μεταφορά κονιδίων από αέρα. Α: Απολύμανση του υλικού επικάλυψης με ατμό ή φορμολή Υγιεινή, φίλτρα αέρα, εφαρμογή μυκητοκτόνων, απολ/ση θαλάμου στο τέλος της παραγωγής.
Στο υπόστρωμα & επικάλυψη	<i>Diethiomycetes microsporus</i> (συν. <i>Pseudobalsamia microspora</i>)	Faise truffle (Ψευδοτρούφα)	Λευκο-κρέμ μυκήλιο, αρχικά κρέμ ασκοκάρπια, κοκκινο-καστανά στη συνέχεια. Ισχυρός αναγ/στής. Εμφανίζεται μετά από ανύψωση της θερμοκρασίας (>30 °C) κατά την επόαση. Μείωση παραγωγής. Ασθένεια σε έξαρση το καλοκαίρι.	ΠΜ: Εδαφικό στρώμα επικάλυψης Α: Απολύμανση του υλικού επικάλυψης με ατμό ή φορμολή Υγιεινή, εφαρμογή μυκ/τόνων (benopyl) ή φορμολής 2%
	<i>Trichoderma viride</i> <i>T. hanzianum</i> <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.	Green moulds (Πράσινες μούχλες)	Μυκηλιακές κηλίδες πράσινου χρώματος στο εδαφικό στρώμα επικάλυψης ή στο υπόστρωμα. Συνήθως σε υπερ-ζυμωμένο υποστρώμα με περίσσεια υδατ/θράκων. Ανταγωνίζονται το μυκήλιο του μανιταριού. Ποσοτική και ποιοτική μείωση παραγωγής.	ΠΜ: Εδαφικό στρώμα επικάλυψης, μεταφορά κονιδίων από αέρα. Α: Απολύμανση του υλικού επικάλυψης, μηχανημάτων και χώρων με φορμολή 2%. Υγιεινή, φίλτρα αέρα, εφαρμογή μυκητοκτόνων (benopyl, carbendazim), απολ/ση θαλάμου.

Από τις παραπάνω ασθένειες περιγράφονται στη συνέχεια οι πιο συνήθεις μυκητολογικές και ακολουθεί λεπτομερέστερη περιγραφή της βερτισιλώσης, που αποτελεί και το αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

1.2.1. Υγρή σήψη

Αίτιο της ασθένειας. Προκαλείται από τον μύκητα *Mycogone perniciososa* που ανήκει στην υποδιαίρεση των δευτερομυκήτων.

Χαρακτηριστικά προσβολής. Περιοχές της καρποφορίας του μανιταριού γίνονται λευκές και μοιάζουν με λευκό πέπλο. Το λευκό χνούδι είναι το μυκήλιο του παθογόνου. Το σύμπτωμα αυτό μπορεί να επεκταθεί μέχρι να καλύψει ολόκληρη την καρποφορία και μερικές φορές και τα ελάσματα. Μετά το στάδιο αυτό το μυκήλιο του παθογόνου εισέρχεται στη σάρκα της καρποφορίας, κάνοντας έτσι την καρποφορία μια άμορφη λευκή μάζα μαλακιά και η οποία μυρίζει χαρακτηριστικά άσχημα. Από την άμορφη αυτή μάζα στάζει ένα κιτρινόχρωμο υγρό. Αν η καρποφορία προσβληθεί πριν την διαφοροποίηση του στίπου και πύλου, αναπτύσσεται σε μια λευκή σκληροδερματώδη μάζα.

Περιγραφή του παθογόνου. Σύμφωνα με τους Fletcher κ.α. (1989), ο μύκητας *Mycogone Perniciosa* έχει μυκήλιο λευκό συμπαγές. Οι υφές του είναι έρπουσες, διακλαδιζόμενες, έχουν σεπτά (septa), υαλόμορφες διαμέτρου 3-5 μ. Οι κονιδιοφόροι αναδύονται από το μυκήλιο, διακλαδίζονται με Septa, είναι υαλόχρωμες μήκους 150-450 μ και διαμέτρου 4-5 μ καταλήγουν σε στένωση 1-2 μ. Οι πάνω βραχίονες των κονιδιοφόρων φέρουν κονίδια και είναι σπονδυλωτές με 2-4 σπονδύλους. Σε κάθε σπόνδυλο υπάρχουν 3-5 βραχίονες με περιπτώσεις και δευτερευόντων σπονδύλων. Οι βραχίονες στους σπονδύλους έχουν σχήμα αιχμηρό και κατεύθυνση προς τα πάνω, μήκους 28-40 μ και διαμέτρου 3-4 μ, καταλήγοντες σε ακίδα 1 μ. Οι κατώτεροι βραχίονες παράγουν γλαμιδοσπόρια, ακανόνιστα κατανεμημένα, διαμέτρου 3-4 μ, με ή χωρίς septa. Τα κονίδια στο τέλος των βραχιόνων είναι μονά με λεπτό τοίχωμα, υαλόμορφα, στενά, επιμήκη, λίγο αιχμηρά και στα δύο άκρα τους, και έχουν ένα ή δύο κύτταρα μήκος 12-22 μ και πλάτος 3-4 μ. Τα γλαμιδοσπόρια που σχηματίζονται στους βραχίονες του μυκηλίου και στους χαμηλότερους βραχίονες των κονιδιοφόρων (επακρίους ή πλευρικούς), είναι δικύτταρα. Το πάνω κύτταρο είναι με παχύ στρώμα, καλυπτόμενο με μικρότατα ακανθία, σφαιρικό, υαλόχρωμο μέχρι ανοικτό καστανό, έχει μήκος 14-20 μ και μεγαλύτερη εξωτερική διάσταση 16-23 μ. Το κατώτερο κύτταρο έχει σχήμα χωνιού, με λεπτά κυτταρικοί τοιχώματα, υαλόχρωμο και λείο, μήκους 8-15 μ και μεγαλύτερη εξωτερική διάσταση 12-18 μ.

Αρχική πηγή προσβολής και μετάδοσης της ασθένειας. Ο μύκητας αυτός είναι πολύ διαδομένος σαν παράσιτο παραγωγής αγρίων μανιταριών, και μπορεί να υπάρχει σε κάθε μονάδα παραγωγής μανιταριών. Η διάρκεια από την αρχή της προσβολής μέχρι την εμφάνιση

των συμπτωμάτων είναι 12-20 μέρες. Τα σπόρια του διαδίδονται κυρίως με τα ποτίσματα, αλλά επίσης και με τους εργάτες, τα ρούχα και τα εργαλεία τους. Οι ίδιοι ερευνητές (Fletcher κ.α. 1989) έδειξαν ότι η ανάπτυξη του μυκηλίου του παθογόνου μέσα από χώμα επικάλυψης είναι σχεδόν αμελητέα και ότι προσβολές πριν την επικάλυψη είναι χωρίς οικονομική σημασία. Υπάρχει συνήθως μεγαλύτερη έξαρση της ασθένειας κατά το καλοκαίρι.

Μέτρα πρόληψης και καταπολέμησης της ασθένειας. Η παστερίωση του χώματος επικάλυψης είναι το πιο απλό προληπτικό μέτρο. Χρησιμοποιώντας ατμό, ο μύκητας αυτός θανατώνεται στους 82 °C επί 30 λεπτά. Επίσης το χώμα μπορεί να απολυμανθεί με βρωμιούχο μεθύλιο. Πρέπει να αποφεύγονται οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες καλλιέργειας σε συνδυασμό με υψηλή σχετική υγρασία και μειωμένο αερισμό. Μετά την επικάλυψη πρέπει να σκονίζονται τα ράφια καλλιέργειας κάθε βδομάδα με διθειοκαρβαμιδικά μυκητοκτόνα. Το πότισμα με χλωριωμένο νερό (200 ppm Cl) εφαρμόζεται από μερικούς καλλιεργητές με καλά αποτελέσματα. Αν το χώμα επικάλυψης είναι προσβεβλημένο γίνεται διαβροχή με διάλυμα φορμαλδεύδης 1% σε αναλογία 25 λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο. Η εφαρμογή φορμαλδεύδης μπορεί να επηρεάσει την καλλιέργεια αν δεν γίνει με προσοχή για αυτό είναι καλύτερα να χρησιμοποιείται σαν τελευταία λύση. Η χρήση βενζιμιδαζολικών μυκητοκτόνων προσφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του *Mycogone Perniciosa*. Τέλος, πρέπει να καθαρίζονται καλά τα πατώματα των θαλάμων καλλιέργειας και να απολυμαίνονται συχνά, γιατί αυτά είναι η κυρία πηγή σκόνης που περιέχει τα σπόρια του παθογόνου.

Μέτρα για έλεγχο της προσβολής. Σύμφωνα με τους Fletcher κ.α. (1989): (1) Κάθε προσβλημένη καρποφορία πρέπει να καλύπτεται με αλάτι ή μυκητοκτόνο και να απομακρύνεται κάθε μέρα πριν το πότισμα. (2) Τα έντομα και ιδίως της οικογένειας Scaridae πρέπει να καταπολεμούνται γιατί μεταφέρουν σπόρια. (3) Όταν η προσβολή είναι σοβαρή πρέπει να χαμηλώνεται η θερμοκρασία καλλιέργειας κάτω από τους 150 °C. (4) Νερό από τα ράφια που είναι προσβλημένα δεν πρέπει να πέφτει στα άλλα. (5) Οι προσβλημένες κηλίδες μπορούν να ψεκάσθουν με Benomyl αλλά πρέπει να δίδεται προσοχή να μην εξαπλώνονται τα σπόρια του παθογόνου. (6) Ο θάλαμος και το υπόστρωμα πρέπει να παστεριώνονται στο τέλος κάθε παραγωγικού κύκλου, το ίδιο και τα σκεύη και εργαλεία. (7) Συνιστάτε επίσης η κάλυψη των προσβλημένων καρποφοριών με πλαστικά δοχεία, αφού πρώτα ρίξουμε πάνω αλάτι ή μυκητοκτόνο. (8) Όλα τα κομμάτια των καρποφοριών πρέπει να απομακρύνονται όσο το δυνατόν συντομότερα από τα ράφια καλλιέργειας μετά από κάθε συλλογή.

1.2.2. Αραχνοειδής ιστός

Αίτιο της ασθένειας. Προκαλείται από τον μύκητα *Dactylium dendroides*. Επίσης αναφέρεται και ως *Cladobotryum mycophilum* και *Cladobotryum dendroides*.

Χαρακτηριστικά προσβολής. Κύριο σύμπτωμα είναι η ανάπτυξη ενός χονδροειδούς μυκηλιακού ιστού που εξαπλώνεται γρήγορα (24 ώρες) από το επίστρωμα σε διάφορα σημεία και καλύπτει ταμανιτάρια σε οποιοδήποτε στάδιο. Τελικά τα προσβεβλημέναμανιτάρια μεταχρωματίζονται σε ανοικτό καφετί και σαπίζουν. Κατά καιρούς το μυκήλιο του παθογόνου μπορεί να αλλάζει χρώμα από σομόν ως καφέ ή κόκκινο.

Περιγραφή του παθογόνου. Ο μύκητας *Dactylium dendroides* έχει σχετικά μεγάλα σπορία που παράγονται πάνω στους κάθετους κονιδιοφόρους. Η ανάπτυξη των σπορίων ξεκινάει σε θερμοκρασίες 10-33 °C και σε τιμές pH 3 με 8. Η έκθεση των σπορίων σε θερμοκρασίες 46-50 °C για περίπου μισή ώρα τα θανατώνει (Hyun Jong Kwon, 2002).

Αρχική πηγή προσβολής. Το παθογόνο μεταφέρεται μέσα στην καλλιέργεια από μολυσμένο χώμα επικάλυψης ή από τον αέρα που εισέρχεται μέσα στους θαλάμους. Η μεταφορά μέσα στην καλλιέργεια μπορεί να γίνει από το νερό κατά την διεξαγωγή του ποτίσματος ή από τους εργατές και τα έντομα. Συνήθως τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται μετά το πρώτο κύμα παραγωγής.

Μέτρα πρόληψης και καταπολέμησης της ασθένειας. Η καταπολέμηση της ασθένειας μπορεί να γίνει με καλή υγιεινή ή με την χρησιμοποίηση μυκητοκτόνων. Θα πρέπει να απομακρύνονται τα προσβεβλημέναμανιτάρια αμέσως μαζί με μέρος του χώματος επικάλυψης ή να ρίχνεται αλάτι στην περιοχή που εμφανίστηκε το παθογόνο. Ο Αραχνοειδής ιστός μπορεί να αντιμετωπιστεί ικανοποιητικά με χρήση βενζιμιδαζολικών μυκητοκτόνων. Κάλο είναι τα μυκητοκτόνα να εφαρμόζονται όταν η ασθένεια βρίσκεται στα αρχικά ακόμα στάδια της εξάπλωσης. Αν η πηγή του παθογόνου είναι το χώμα επικάλυψης τότε καλό είναι η εφαρμογή των μυκητοκτόνων να γίνει πριν το πρώτο κύμα παραγωγής.

Μέτρα για έλεγχο της προσβολής. Οι Fletcher κ.α. (1989) συστήνουν: (1) απομάκρυνση των προσβεβλημένων περιοχών αμέσως μόλις γίνουν αντιληπτές και εφαρμογή μυκητοκτόνου στο συγκεκριμένο σημείο. (2) αποφυγή μεταφοράς του μολυσμένου επιχώματος σε υγιείς καλλιέργειες μέσω των εργατών.

1.2.3. Ακανόνιστη κηλίδωση

Αίτιο της ασθένειας. Προκαλείται από τον μύκητα *Trichoderma spp.* υπάρχουν διάφορα είδη που σχετίζονται με την καλλιέργεια των μανιταριών όπως είναι *Trichoderma aureoviridae*, *T. harzianum*, *T. pseudokoningii* και *T. Virid*.

Χαρακτηριστικά προσβολής. Σύμφωνα με τους Fletcher κ.α. (1989) κύριο σύμπτωμα των μυκήτων αυτών είναι η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων σκουροπράσινων σπορίων που είναι εμφανή σε διάφορα στάδια της καλλιέργειας. Οι προσβολές ποικίλουν ανάλογα με το είδος και μπορεί να είναι από ακίνδυνες μέχρι πολύ ζημιογόνες. Ο μύκητας ξεκινά από ένα λευκό μυκήλιο στο υπόστρωμα ή το επίστρωμα ή ακόμα και σε υπολείμματα από το πρώτο κύμα καλλιέργειας που σε διάστημα 2-4 ημερών γίνεται πράσινο μόλις σχηματισθούν τα σπόρια. Η σοβαρότερη προσβολή προκαλείται από τα είδη *T. koningii*, *T. pseudokoningii* όπου παρατηρούνται κηλίδες ανοικτού καστανού χρώματος στον πύλου του μανιταριού όπου αργότερα γίνονται πολυάριθμες και πιο έντονο καστανό, μεγέθους κάτω από 5mm χωρίς προσδιορισμένες άκρες. Τα μανιτάρια από την έναρξη της προσβολής είναι ακατάλληλα για πώληση και καταστρέφονται.

Αρχική πηγή προσβολής. Τα σπόρια του παθογόνου βρίσκονται στο χώμα ή σε οργανικά υλικά και μπορούν να μεταφέρονται εύκολα με τον αέρα, τα έντομα και τους νηματώδεις. Επίσης από τους εργάτες και τα εργαλεία μπορεί να γίνει εύκολα η μεταφορά τους μέσα στην καλλιέργεια. Η απαιτήσεως των διάφορων ειδών σε θερμοκρασία για να αναπτυχθούν διαφέρει και κυμαίνεται μεταξύ 22-26 °C.

Μέτρα πρόληψης και καταπολέμησης της ασθένειας. Η καταπολέμηση του *Trichoderma* όταν αυτό βρίσκεται στην επιφάνεια του επιχώματος δεν είναι απαραίτητη, αν όμως έχουμε δημιουργία κηλίδων στα μανιτάρια καλό είναι να γίνει ψεκασμός κατά το τέλος της ανάπτυξης του μυκηλίου με Benomyl το οποίο θα προκαλέσει μείωση της ανάπτυξης του παθογόνου.

Μέτρα για έλεγχο της προσβολής. Οι Fletcher κ.α. (1989) συστήνουν: (1) φιλτράρισμα του αέρα κατά τη παστερίωση του υποστρώματος (phase II) και κατά την φάση της επώασης στους θαλάμους. (2) απολύμανση όλων των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται κατά τη σπορά και φροντίδα για τη σωστή υγιεινή του προσωπικού που εμπλέκεται σε αυτή. (3) κάλυψη των ραφιών όπου επωάζεται το υπόστρωμα με χαρτί εμποτισμένο με απολυμαντικό. (4) έλεγχος των ακάρεων και των τρωκτικών.

1.2.4. Η βερτισιλίωση ή καστανή κηλίδωση

1.2.4.1. Αίτιο

Αίτιο της ασθένειας είναι ο μύκητας *Verticillium fungicola*, ο οποίος ανήκει στην:

ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ: *Deuteromycotina*

ΚΛΑΣΗ: *Hyphomycetes*

ΤΑΞΗ: *Momiliales*

Ο μύκητας απαντάται στις εξής τρεις μορφές: *Verticillium fungicola* var. *fungicola* (syn. *V. malthousei*), *Verticillium fungicola* var. *aleophilum* και *Verticillium psalliotae*. Η προσβολή από το *V. fungicola* είναι συνήθεις σε καλλιέργειες του λευκού μανιταριού (*Agaricus bisporus*). Είναι μία από τις σοβαρότερες μυκητολογικές ασθένειες για τους μανιταροκαλλιεργητές και μπορεί να καταστρέψει μέσα σε μικρό διάστημα μια ολόκληρη παραγωγή αν δεν ληφθούν προστατευτικά μέτρα.

1.2.4.2. Συμπτώματα

Εξωτερικά συμπτώματα προσβολής. Τα συμπτώματα διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης που βρίσκεται το μανιτάρι. Σε νεαρό στάδιο τα μανιτάρια που έχουν προσβληθεί παρουσιάζονται σαν μια άμορφη μάζα ιστών που δεν έχει το χαρακτηριστικό σχήμα της καρποφορίας. Σε μεγαλύτερο στάδιο οι καρποφορίες παρουσιάζουν παραμορφώσεις στον στίπο και τον πύλο (Fletcher κ.α. 1989). Σαν κύριο σύμπτωμα του στίπου είναι το ξεφλούδισμα προς τα κάτω και κατά λωρίδες, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα και την παραμόρφωση του πύλου (Atkins & Atkins 1971) (Εικόνα 1). Επίσης, τα μανιτάρια που έχουν προσβληθεί καλύπτονται με ένα λεπτό γκριζόλευκο μυκήλιο και παρ' όλο που μεταχρωματίζονται παραμένουν στεγνά και δεν σαπίζουν. Ο πύλος ακόμα μπορεί να εμφανίσει σημάδια χρώματος καστανού έως γκριζωπού (Εικόνα 2) με διάμετρο (1-2 cm). Τα σημάδια αυτά έχουν συνήθως ένα κίτρινο ή γκριζογαλαζωπό στεφάνι γύρω τους (Fletcher κ.α. 1989).

Οι μύκητες *V. fungicola* var. *aleophilum* και *V. psalliotae* διαφέρουν από το *V. fungicola* var. *fungicola* στο ότι δεν προκαλούν παραμορφώσεις, αλλά επηρεάζουν το πύλο του μανιταριού σχηματίζοντας κηλίδες σκούρου καφέ χρώματος σχεδόν όμοιες με αυτές των

βακτηριών. Οι κηλίδες μπορεί να γίνουν λευκές όταν το παθογόνο αρχίσει να παράγει σπόρια.



Εικόνα 1. Παραμορφώσεις στίπου



Εικόνα 2. Κηλίδες στο πύλο μανταριού

Εσωτερικά συμπτώματα προσβολής. Τα κυριότερα συμπτώματα στο εσωτερικό των καρποσωμάτων είναι τα ακόλουθα (Atkins & Atkins 1971): (1) Στο στίπο συνήθως εμφανίζονται γκριζοκαστανοί μεταχρωματισμοί σε βάθος 1-2 mm σε μέτριες προσβολές και μέχρι το κέντρο σε σοβαρές προσβολές. (2) Οι μεταχρωματισμένες κηλίδες της προσβλημένης καρποφορίας είναι ξηρότερες και πιο δερματώδεις από τους κανονικούς ιστούς. (3) Τα παραμορφωμένα μανιτάρια μπορεί να παρουσιάσουν και κοιλότητα, μικρή ή μεγάλη στην συνένωση του στίπου με το πύλο. Αυτό μπορεί να παρουσιασθεί και σε υγιείς καρποφορίες. Με την χρήση όμως μικροσκοπίου φαίνονται οι υφές και τα σπόρια του παθογόνου. (4) Οι υφές του παρασίτου αναπτύσσονται σε όλη την μάζα της καρποφορίας και δεν φανερώνουν πάντα συμπτώματα.



Εικόνα 3. Καρποφορία του *Verticillium sp.*

1.2.4.3. Επιδημιολογία

Οι καρποφορίες του *Verticillium sp.* παράγουν κονίδια τα οποία δημιουργούνται μέσα σε εξειδικευμένες κατασκευές τους κονιδιοφόρους (Εικόνα 3). Άλλες μορφές σπόρων δεν είναι γνωστές. Τα κονίδια μπορούν να μεταφερθούν με τον αέρα, τα έντομα, το νερό και τους εργάτες που συγκομίζουν ταμανιτάρια. Με την βοήθεια μια κολλώδους ουσίας που τα περιβάλλει είναι εύκολο να προσκολλούνται σε επιφάνειες και να μεταφέρονται (Fletcher κ.α. 1989). Οι σπόροι του *V. fungicola* μπορεί να βρίσκονται σε κατάσταση λήθαργου μέχρι να έρθουν σε επαφή με το μυκήλιο τουμανιταριού το οποίο τους παρακινεί να βλαστήσουν (www.ruralni.gov.uk 2001). Η διάρκεια που μπορεί το παθογόνο να επιβιώσει είναι τουλάχιστον 12 μήνες σε υγρό έδαφος και 7 τουλάχιστον μήνες σε ξηρασία (Atkins & Atkins 1971).

Το παθογόνο συνήθως βρίσκεται στο έδαφος το οποίο είναι και η κυριότερη πηγή μόλυνσης. Όταν η ασθένεια εμφανίζεται σε στάδιο που ταμανιτάρια βρίσκονται σε μορφή καταβολών αυτό συνήθως υποδηλώνει ότι η μόλυνση έχει προέλθει από το χώμα επικάλυψης. Όταν η ασθένεια εμφανιστεί σε μεγαλύτερο στάδιο σημαίνει ότι η προσβολή έχει γίνει από εξωτερικές πηγές (www.ruralni.gov.uk 2001). Τα σπόρια του *Verticillium sp.* χρειάζονται περίπου δύο εβδομάδες για να εμφανίσουν συμπτώματα (Kwon 2001).

1.3. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΒΕΡΤΙΣΙΛΙΩΣΗΣ



1.3.1. Μέτρα υγιεινής

Η υγιεινή είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τον περιορισμό της βερτισιλίωσης. Λόγω της εύκολης μεταφοράς των σπορίων έχει μεγάλη σημασία να δίνεται μεγάλη προσοχή σε ότι κινείται γύρω και μέσα στους θαλάμους. Κανείς από τους εμπορικούς σπόρους του λευκού μανιταριού της αγοράς δεν είναι ανθεκτικός στην βερτισιλίωση (Fletcher κ.α. 1989, Flegg 2003).

Προληπτικά μέτρα υγιεινής που θα πρέπει να παίρνονται κάθε φορά που ξεκινάει μια νέα καλλιέργεια είναι τα εξής (Φραντζεσκάκης 1990, Zervakis κ.α. 2001b):

- (1) Το φίλτράρισμα του αέρα μπορεί να κατακρατήσει όλη τη σκόνη και τα σπόρια από τον εισερχόμενο αέρα στους θαλάμους καλλιέργειας. Μπορεί όμως να εισέλθει αφιλτράριστος αέρας στους θαλάμους από τις πόρτες ή άλλα σημεία. Για αυτό στο θάλαμο πάντα πρέπει να υπάρχει μια υπερπίεση αέρα, η οποία θα αποτρέπει την εισαγωγή αφιλτράριστου αέρα.
- (2) Λόγω της μακροζωίας του παρασίτου ακόμη και σε ξηρές συνθήκες, όλες οι επιφάνειες του θαλάμου πρέπει να πλένονται και να απολυμαίνονται συχνά, το ίδιο τα σκεύη και τα εργαλεία. Στην πράξη οι εργάτες πρέπει να αλλάζουν συχνά ρούχα εργασίας, να απολυμαίνουν τα μαχαιρίδια και τα καλάθια συλλογής.
- (3) Ένα άλλο σημείο που θα πρέπει να προσεχθεί είναι το υλικό επικάλυψης. Αν διαπιστωθεί ότι το υλικό επικάλυψης αποτελεί πηγή μόλυνσης, μπορεί να αποστειρωθεί με ατμό στους 63 °C, επί μια ώρα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και βρωμιούχο μεθύλιο.
- (4) Απαραίτητη είναι η τελική παστερίωση του θαλάμου καλλιέργειας (με ατμό για 12 ώρες στους 70 °C), ιδιαίτερα περιπτώσεις προσβολής

Μέτρα κατά την διάρκεια της καλλιέργειας

- (1) Όταν εμφανιστούν προσβεβλημένα μανιτάρια θα πρέπει να απομακρυνθούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Η απομάκρυνση θα πρέπει να γίνεται με πανί ή σφουγγάρι που

- έχει διαβραχεί με απολυμαντικό. Απολυμαντικό επίσης θα πρέπει να περιέχει και ο κουβάς που ρίχνονται τα μανιτάρια.
- (2) Οι προσβεβλημένοι θάλαμοι θα πρέπει να συγκομίζονται τελευταίοι έτσι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος μεταφοράς του παθογόνου από τους εργάτες.
 - (3) Η διασπορά μπορεί επίσης να διακοπεί με την κάλυψη των προσβεβλημένων καρποφοριών. Αυτή μπορεί να γίνει είτε με την χρησιμοποίηση χοντρού αλατιού πάνω στις προσβεβλημένες καρποφορίες ή την χρησιμοποίηση πλαστικών ποτηριών. Ποτέ δεν θα πρέπει οι μολυσμένες καρποφορίες να μένουν ακάλυπτες.
 - (4) Η καταπολέμηση των εντόμων και η παρεμπόδιση τους να εισβάλλουν στους θαλάμους είναι απαραίτητο μέτρο για το περιορισμό της εξάπλωσης του παθογόνου.
 - (5) Οι στίποι των μανιταριών που πετάγονται κατά την συγκομιδή θα πρέπει μαζεύονται αμέσως όπως επίσης και τα μανιτάρια που πέφτουν στο πάτωμα.
 - (6) Αν η προσβολή βρίσκεται σε μεγάλο στάδιο καλό είναι να διακόψουμε την καλλιέργεια είτε με απολύμανση του θαλάμου στους 70 °C είτε με απολυμαντικό. Είναι ιδιαίτερα βασικό να βεβαιωθούμε ότι η απολύμανση ήταν αποτελεσματική. Η θερμοκρασία στους 70 °C για δέκα ώρες είναι αρκετή για να θανατώσει όλους τους οργανισμούς. Το μολυσμένο χώμα επικάλυψης θα πρέπει να απομακρυνθεί από την φάρμα.

Μέτρα στο τέλος της καλλιέργειας.

- (1) Κατά το άδειασμα των θαλάμων θα πρέπει να γίνει απολύμανση των ραφιών έτσι ώστε να εξοντωθούν τα σπόρια και το μυκήλιο που βρίσκεται στην επιφάνεια του υποστρώματος.
- (2) Όταν αδειάσει ο θάλαμος θα πρέπει να καθαριστεί καλά. Καλό είναι να βρέξουμε το πάτωμα έτσι ώστε να αποφύγουμε την δημιουργία σύννεφου σκόνης.
- (3) Αφού καθαριστούν οι τοίχοι και το πάτωμα θα πρέπει στην συνέχεια να γίνει ψεκασμός με απολυμαντικό όπως είναι η φορμόλη.
- (4) Αερισμός του θαλάμου για την απομάκρυνση των καπνών του απολυμαντικού είναι απαραίτητος έτσι ώστε σε περίπτωση που εισέλθει κάποιος, να αποφευχθεί τυχόν πρόβλημα στην υγεία του.

- (5) Κάθε μέρος του εξοπλισμού που έχει χρησιμοποιηθεί σε θάλαμο με ασθένεια πρέπει να απολυμανθεί πριν ξεκινήσει η καινούργια καλλιέργεια (π.χ. λάστιχα ποτίσματος, μαχαίρια, βούρτσες, κιβώτια, κ.α.).
- (6) Οποιοσδήποτε αναμιγνύεται με το καθαρισμό ενός θαλάμου με ασθένεια θα καλυφθεί με σπόρια του παθογόνου σε ρούχα, μαλλιά, χέρια, παπούτσια κ.λπ. Πρέπει λοιπόν, το προσωπικό να κάνει μπάνιο, να αλλάζει ρούχα πριν έρθει σε επαφή με άλλες καλλιέργειες.

1.3.2. Χημική καταπολέμηση – Μυκητοκτόνα

Με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων των ανεπτυγμένων χωρών, αυξάνονται συνεχώς και οι απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού για τρόφιμα υψηλής ποιότητας. Μέσα στο ορισμό της ποιότητας των τροφίμων έχει συμπεριληφθεί κατά την τελευταία εικοσαετία και η περιεκτικότητά τους σε ρυπαντές, με ιδιαίτερη έμφαση στα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων (γεωργικών φαρμάκων, προϊόντων φυτοπροστασίας ή γεωργικών παρασιτοκτόνων), εξαιτίας των γνωστών τοξικολογικών ιδιοτήτων τους. Κάθε χημική ουσία που προτείνεται σαν προϊόν φυτοπροστασίας λοιπόν από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας) περνάει από διαδικασία έγκρισης ή επανέγκρισης κατά τις οποίες γίνεται ανάλυση των ωφελειών που μπορεί να προσφέρει όπως και των δυσμενών επιπτώσεων που μπορεί να προκύπτουν από την χρήση της. Ακόμα, ο χρόνος εφαρμογής των φυτοφαρμάκων δεν είναι καθορισμένος και εξαρτάται από την εμφάνιση των συμπτωμάτων, επομένως θα πρέπει να προσδιοριστούν τα συμπτώματα με ακρίβεια. Είναι επίσης σημαντικό να γίνει σωστή αραίωση του φάρμακου έτσι ώστε η συγκέντρωσή του να είναι κατάλληλη για ασφαλή κάλυψη της καλλιέργειας. Ακόμα, θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην κατανομή των φυτοφαρμάκων τα οποία θα πρέπει να διανεμηθούν σε όλη την επιφάνεια του υποστρώματος (Beyer κ.α. 1996).

Γενικά, τα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη καταπολέμηση μυκητολογικών ασθενειών στην καλλιέργεια των μανιταριών είναι ακόμα περιορισμένα σε αριθμό και μπορεί να διαφέρουν ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ακόμα και αν υπάρχουν κοινοτικές οδηγίες που πρέπει να εναρμονιστούν. Για παράδειγμα, στην Ιρλανδία (Staunton & Dunne 2001) από το 2001 είναι εγκεκριμένα και χρησιμοποιούνται τα μυκητοκτόνα που αναφέρονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση μυκητολογικών ασθενειών στην καλλιέργεια των μανιταριών (Staunton & Dunne 2001).

Δραστική Ουσία	Χημική Σύσταση	Εμπορική Ονομασία
Prochloraz	1 - (N - προπύλ - N - (2 - (2, 4, 6 - τριχλωροφαινοξυ) εθύλ) καρβομύλ) μιδαζόλη	Octave Sporgon 50 WP
Carbendazin	Μέθυλο - 2 - βενζιμιδαζολοκαρβαμιδικός εστέρας.	Bavistin DF, Bavistin FL, Derosal Carbazol 500L
Chlorothalonil	Τετραχλωροϊσοφθαλονιτρίλιο.	Bravo 500 Bravo 720
Thiabendazol	2 - (4 - θειαζολύλο) βενζιμιδαζόλη.	Hymush
Zineb	Αίθυλενο-1,2-δις-διθειοκαρβαμιδικός ψευδάργυρος.	Dithane Amitan E Super

Στην Ελλάδα, τα εγκεκριμένα φυτοφάρμακα για την καλλιέργεια των μανιταριών σήμερα (Υπουργείο Γεωργίας, προσωπική επικοινωνία) είναι τα μυκητοκτόνα με captan, carbendazim, diethonfencarb, diflubenzaron, maneb και thiram και τα εντομοκτόνα με δραστική ουσία την azadirachtin και dichlorvos.

Benomyl

Το Benomyl (σκέυασμα Benlate) ήταν το πρώτο μυκητοκτόνο που κυκλοφόρησε στην Ευρώπη το 1969 και είχε πολύ καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του *V. fungicola*. Σύμφωνα με τον Γεωργόπουλο (1979), η δραστική ουσία benomyl είναι μυκητοτοξική σε εξαιρετικά μικρές συγκεντρώσεις (π.χ. 0,1 ppm), μπορεί να καταπολεμήσει τις κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες εκτός αυτών που οφείλονται σε ωομύκητες, θανατώνει τα αυγά των ακάρεων, είναι διασυστηματική, έχει μεγάλη διάρκεια στο εσωτερικό του φυτού και μηδαμινή οξεία τοξικότητα για τα ανώτερα φυτά και ζώα. Η εκτεταμένη χρήση του φαρμάκου όμως οδήγησε στην εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών του παθογόνου στη δραστική ουσία benomyl. Η αντίσταση αυτή του μύκητα στο μυκητοκτόνο έκανε τους ερευνητές να ψάξουν για εναλλακτικά φάρμακα και ταυτόχρονα ενημερώθηκαν οι καλλιεργητές για μέτρα

που θα έπρεπε να λάβουν ώστε να αποφύγουν την αντίσταση αυτή του παθογόνου. Σήμερα, το φυτοφάρμακο αυτό έχει καταργηθεί.

Chlorothalonil

Το 1972 έκανε την εμφάνισή του ένα νέο μυκητοκτόνο με δραστική ουσία την chlorothalonil, το οποίο ήταν αποτελεσματικό εναντίον μεγάλου φάσματος μυκήτων, παθογόνων σε λαχανικά, καλλωπιστικά και φυτά μεγάλης καλλιέργειας, όπως πρώιμος και όψιμος περονόσπορος της πατάτας, ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες του γένους *Botrytis*, μερικά ωίδια, του φουζικλαδίου και της καστανής σήψης των οπωροφόρων (Γεωργόπουλος 1979). Τα αποτελέσματα όμως στην καταπολέμηση του *V. fungicola* δεν ήταν πάντα ικανοποιητικά αν και δεν εμφανίστηκαν ανθεκτικά στελέχη στην ουσία chlorothalonil.

Prochloraz

Στα τέλη της δεκαετίας του '70, δείγματα από το νέο φάρμακο με τη δραστική ουσία prochloraz δοκιμάστηκαν σε μανιτάρια και βρέθηκε ότι είναι πολύ αποτελεσματικό κατά τριών σημαντικών ασθενειών συμπεριλαμβανομένου και των ανθεκτικών στελεχών του *Verticillium* spp. Αν και έχουν περάσει σχεδόν 25 χρόνια εφαρμογής του, το prochloraz (με εμπορική ονομασία Octave), θεωρείται ακόμη και σήμερα ένα αποτελεσματικό μυκητοκτόνο για την καταπολέμηση της βερτισιλίωσης των μανιταριών και χρησιμοποιείται ευρέως στην καλλιέργεια του λευκού μανιταριού.

Υπάρχουν διάφορες μορφές του prochloraz διαθέσιμες. Η πιο ικανοποιητική σε αποτελεσματικότητα είναι το σύμπλεγμα prochloraz – manganese. Ανήκει στην ομάδα των μιδαζολικών μυκητοκτόνων (δρα ως παρεμποδιστής στην βιοσύνθεση της εργοστερόλης) με το κωδικό όνομα BTS 40542 και την χημική σύσταση 1 - (N - propyl - N - (2 - (2, 4, 6 - trichlorophenoxy) ethyl) carboxyl) imidazole.

Το μυκητοκτόνο αυτό χρησιμοποιήθηκε σε πειράματα από τον Eicker (1985) που περιγράφονται στην συνέχεια. Η καλλιέργεια του παθογόνου έγινε σε potato dextrose agar (PDA). Το στέλεχος του *A. bisporus* που χρησιμοποιήθηκε ήταν Hauser AX60 και το υλικό επικάλυψης (casing) μείγμα τύρφης και ασβεστόλιθου. Η καλλιέργεια έγινε σε κιβώτια διαστάσεων 390 x 390 x 390 mm. Το κάθε κιβώτιο γεμίστηκε με 7 κιλά υποστρώματος και 50 mm. υλικού κάλυψης. Τα πειραματικά τεμάχια εμβολιάστηκαν με τα κονίδια του παθογόνου

πέντε μέρες μετά απο την τοποθέτηση του χώματος επικάλυψης. Η εφαρμογή του μυκητοκτόνου έγινε σε δύο δόσεις, 7 ημέρες μετά την τοποθέτηση του χώματος επικάλυψης και μετά την συγκομιδή του πρώτου κύματος σε δόσεις των 3,82 l/m². Τα κονίδια που είχαν αρχικά παραχθεί σε τριβλία με PDA, κατακλύστηκαν με απιονισμένο νερό. Κάθε πειραματικό τεμάχιο δέχθηκε 20 ml κονιδίων το οποίο περιείχε περίπου 10.000 κονίδια/ml. Τα κιβώτια που δεν εμβολιάστηκαν με το παθογόνο καλύφθηκαν με πανιά.

Το ποσοστό προσβολής απο το παθογόνο *V. fungicola* σε κάθε πειραματικό τεμάχιο εκτιμήθηκε μετρώντας τον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών απο κάθε επέμβαση και εκφραζοντάς το σαν ποσοστό του ολικού αριθμού των μανιταριών όλων των κιβωτίων της κάθε συγκεκριμένης επέμβασης. Επίσης καταγράφηκε η συνολική απόδοση σε μανιτάρια (kg/m²) που παράχθηκε σε κάθε επέμβαση.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι το σύμπλεγμα prochloraz – manganese είχε πολύ μικρή επίδραση στην ανάπτυξη του μυκηλίου του μανιταριού στις ποσότητες που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης το μυκήλιο του *V. fungicola* εμποδίστηκε με σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις της ουσίας prochloraz. Η ποσότητα του φάρμακου δεν επηρέασε την απόδοση της καλλιέργειας αλλά μείωσε τα συμπτώματα του παθογόνου σε σχέση με τα πειραματικά τεμάχια που δεν δέχθηκαν μυκητοκτόνο (μάρτυρες). Το 42% από τους μάρτυρες εμφάνισαν συμπτώματα ενώ οι επεμβάσεις που δέχθηκαν φάρμακο είχαν ποσοστό προσβεβλημένων μανιταριών μόνο 7,3%. Ακόμα ένα ποσοστό της τάξης του 6% των μαρτύρων εμφάνισαν συμπτώματα που μπορεί να οφείλονται σε μεταφορά του *V. fungicola* κατά την διεξαγωγή του πειράματος.

1.3.3 Φυτοφάρμακα και υπολειμματικότητα

Το θέμα των υπολειμμάτων προϊόντων φυτοπροστασίας στα τρόφιμα είναι εξόχως αντιφατικό και άκρως πολύπλοκο. Επειδή δε έχει σοβαρές επιπτώσεις (οικονομικές, υγειονομικές, πολιτικές) αποτελεί αντικείμενο ειδικών μελετών στις αναπτυγμένες χώρες, με βάση τις οποίες προβαίνουν σε ρυθμίσεις για την προστασία του καταναλωτή. Οι ρυθμίσεις αυτές απορρέουν απο μελέτη των ιδιοτήτων (τοξικολογικών, βιολογικών κ.α.) καθε ουσίας που προτείνεται σαν προϊόν φυτοπροστασίας και συνήθως καθορίζονται με την διαδικασία έγκρισης ή επανέγκρισης της.

Οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν καθορίσει ανώτατα όρια υπολειμμάτων (MRL) σε εθνικό επίπεδο και έχουν θέση σε ισχύ νομοθετικά μέτρα, με τα οποία ορίζεται ότι γεωργικά

προϊόντα εγχώρια ή εισαγόμενα, δεν επιτρέπεται να τεθούν σε κυκλοφορία, εάν οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι δείξουν ότι η περιεκτικότητα τους σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων τα υπερβαίνει (Λέτζα-Ρίζου 1994). Τα όρια αυτά καθορίζονται κυρίως για γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση για χρήση σε συγκεκριμένες καλλιέργειες στη νομοθετούσα χώρα και για τις οργανοχλωριωμένες ενώσεις οι οποίες λόγω της εμμονής τους στο περιβάλλον είναι δυνατόν να ρυπαίνουν τα παραγόμενα τρόφιμα ακόμη και πολλά χρόνια μετά την απαγόρευση της χρήσης τους. Το στοιχείο της αποδεκτής ημερήσιας λήψης για τον άνθρωπο αποτελεί τη βάση για το καθορισμό των ανωτάτων ορίων υπολειμμάτων στα διάφορα γεωργικά προϊόντα.

Βασική υποχρέωση κάθε κράτους είναι η διενέργεια τακτικών δειγματοληπτικών ελέγχων στα γεωργικά προϊόντα της αγοράς, με τους οποίους να διαπιστώνεται εάν η περιεκτικότητα των τροφίμων που προσφέρονται στον καταναλωτή ανταποκρίνεται στις κοινοτικές προδιαγραφές από πλευράς υπολειμμάτων. Κύριοι παράγοντες για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των ελέγχων είναι η δειγματοληψία και η ανάλυση.

Σύμφωνα με διεθνείς εκτιμήσεις η δειγματοληψία είναι υπεύθυνη για 20-25% παραλλακτικότητα στο τελικό αποτέλεσμα της ανάλυσης κάποιου φορτίου. Για την μείωση αυτής της παραλλακτικότητας η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εικονήσει κοινοτική μέθοδο δειγματοληψίας. Η δειγματοληψίες θα πρέπει να πραγματοποιούνται από εξουσιοδοτημένους από τα κράτη μέλη για το σκοπό αυτό υπαλλήλους.

Ο τρόπος δειγματοληψίας έχει τις εξής παραμέτρους: (1) Κάθε παρτίδα προς ανάλυση αποτελεί αντικείμενο χωριστής δειγματοληψίας. (2) Κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας και της παρασκευής του δείγματος εργαστηρίου πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις προς αποφυγή οποιασδήποτε αλλοιώσεως, ικανής να τροποποιήσει την περιεκτικότητα σε κατάλοιπα, να επηρεάσει τις αναλύσεις ή την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος εργαστηρίου. (3) Αν είναι δυνατόν στοιχειώδη δείγματα θα πρέπει να λαμβάνονται από διάφορα μέρη της παρτίδας. Τα προϊόντα που είναι αλλοιωμένα δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ως δείγματα. Ο ελάχιστος αριθμός στοιχειωδών δειγμάτων προς λήψη είναι παρτίδα < 50 kg ελάχιστος αριθμός δειγμάτων 3, παρτίδα 50 ως 500 kg ελάχιστος αριθμός δειγμάτων 5 και παρτίδα > 500 kg ελάχιστος αριθμός δειγμάτων 10. (4) Το συνολικό δείγμα αποτελείται από μίγμα των στοιχειωδών δειγμάτων. Το συνολικό δείγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τελικό. Αν όμως το συνολικό δείγμα είναι υπερβολικά μεγάλο τότε με

κατάλληλη μέθοδο αφαιρέσεως παρασκευάζουμε το τελικό δείγμα. (6) Παρασκευή, με βάση το τελικό δείγμα, τόσων δειγμάτων εργαστηρίου, όσων ορίζουν οι εθνικοί κανόνες.

Επίσης, σε ό,τι αφορά την ανάλυση των δειγμάτων, ο προσδιορισμός υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων σε δείγματα αγνώστου ιστορικού, όπως τα προϊόντα της αγοράς, απαιτεί εξειδικευμένες και δαπανηρότατες αναλύσεις, που περικλείουν πολλές παγίδες. Το πλήθος των γεωργικών προϊόντων για τα οποία έχουν καθορισθεί MRLs, πολλά από τα οποία εμπεριέχουν φυσικές ουσίες που μπορεί να ταυτιστούν με ορισμένα φυτοφάρμακα (π.χ. θειούχες ενώσεις των σκόρδων), το πλήθος των γεωργικών φαρμάκων για τα οποία απαιτείται να γίνει έλεγχος, καθώς και τα χαμηλά όρια αναλυτικού προσδιορισμού, καθιστούν τις αναλύσεις αυτές από τις δυσκολότερες και απαιτητικότερες σε εξοπλισμό, αντιδραστήρια και ειδικευμένο προσωπικό.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

2.1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα 7 διαφορετικών μυκητοκτόνων (carbendazim, prochloraz, mancozeb, famoxadone μίγμα με cymoxanil, famoxadone μίγμα με cymoxanil, tebuconazole, trifloxystrobin) στην αντιμετώπιση του *Verticillium fungicola* παθογόνου του λευκού μανιταριού *Agaricus bisporus*. Κατ' αρχήν, αξιολογήθηκε η επίδραση των σκευασμάτων στην γραμμική αύξηση του μυκηλίου του μανιταριού σε σωλήνες με υλικό επικάλυψης και διαπιστώθηκε ότι τα μυκητοκτόνα στις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν δεν είχαν σημαντική επίδραση. Ωστόσο καταγράφηκε μικρή θετική επίδραση στην μυκηλιακή αύξηση παρουσία famoxadone και tebuconazole. Στην συνέχεια, έγινε αξιολόγηση των σκευασμάτων σε πιλοτικές συνθήκες σε δύο διαδοχικές καλλιέργειες του μανιταριού που είχαν τεχνητά εμβολιαστεί με το παθογόνο. Για την αξιολόγηση της δράσης των σκευασμάτων στις καλλιέργειες μετρήθηκαν α) ο αριθμός των μανιταριών ανά κύμα παραγωγής, β) ο αριθμός των προσβεβλημένων μανιταριών (για την εκτίμηση της προσβολής της καλλιέργειας και της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων) και γ) η παραγωγικότητα της καλλιέργειας μέσω της βιολογικής αποδοτικότητας (BA%). Οι μετρήσεις συγκρίθηκαν με τον μάρτυρα που περιείχε μόνο το παθογόνο.

Τα αποτελέσματα όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα έδειξαν ότι οι δραστικές ουσίες famoxadone και trifloxystrobin περιόρισαν την προσβολή και αντιμετώπισαν το παθογόνο σε επίπεδα καλύτερα και από το σκεύασμα αναφοράς prochloraz που ήδη χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του *V. fungicola*. Το σκεύασμα tebuconazole αντιμετώπισε και αυτό ικανοποιητικά την ασθένεια αλλά προκάλεσε έντονες παραμορφώσεις στις καρποφορίες, γεγονός που το καθιστά ακατάλληλο για χρήση. Αναφορικά με την επίδραση των επεμβάσεων στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας, τα αποτελέσματα της BA% έδειξαν ότι η υψηλότερη παραγωγή καταγράφηκε στις επεμβάσεις με famoxadone ακολουθούμενη από αυτές με mancozeb, ενώ μείωση προκάλεσαν τα μυκητοκτόνα tebuconazole και trifloxystrobin στην πρώτη καλλιέργεια. Ο τρόπος εφαρμογής των μυκητοκτόνων (μονή δόση ή σε δύο χρονικές στιγμές) δεν έδειξε να επιδρά στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Ωστόσο η επίδραση των παραπάνω σκευασμάτων στην

βιολογική αποδοτικότητα των καλλιεργειών δεν ήταν σταθερή και φαίνεται να εξαρτάται από την παρουσία του παθογόνου, τη δοσολογία και ενδεχομένως τον χρόνο εφαρμογής

2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.2.1 Βιολογικό υλικό

Στα πειράματα της παρούσας πτυχιακής μελέτης χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό στέλεχος 2810 (Le Lion) του λευκού μανταριού *Agaricus bisporus*. Ο μύκητας για την φύλαξη του επί μακρόν διατηρήθηκε στους 25 °C και σε θρεπτικό υλικό potato dextrose agar (PDA, Merck). Το εμβόλιο ('σπόρος') που χρησιμοποιήθηκε δημιουργήθηκε μετά την ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα σε σπόρο κεχριού, στον οποίο είχε προηγουμένως προστεθεί 1,5% CaSO₂·H₂O (ξ.β) και 3% CaCO₃·2H₂O (ξ.β) και μετά από αποστείρωσή του στους 121 °C για 1 ώρα σε δύο συνεχόμενες ημέρες (Diamantopoulou κ.α. 2001). Ακολούθησε επώαση στους 26 °C για 2-3 εβδομάδες.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ο παθογόνος μύκητας *V. fungicola* στέλεχος 4519, ο οποίος παραχωρήθηκε από το Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γενετικής και Βιοτεχνολογίας. Ο μύκητας αυτός διατηρήθηκε επίσης στους 25 °C και σε θρεπτικό υλικό PDA (Merck).

2.2.2 Σκευάσματα μυκητοκτόνων

Στα πειράματα του Εργαστηρίου Εδώδιμων Μυκήτων του ΕΘΙΑΓΕ/ΠΕΜΚ που αναφέρονται στην παρούσα πτυχιακή μελέτη δόθηκε έμφαση στην αξιολόγηση νέων μυκητοκτόνων για την αντιμετώπιση του παθογόνου μύκητα *V. fungicola* που προκαλεί σοβαρές προσβολές στην καλλιέργεια του λευκού μανταριού *A. bisporus* με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση της ποιότητάς του. Η επιλογή των υπό αξιολόγηση μυκητοκτόνων έγινε με βάση τα παρακάτω στοιχεία:

1. Τα διαθέσιμα εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα για την καλλιέργεια του μανταριού στην Ελλάδα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, στις Η.Π.Α και στην Αυστραλία.
2. Τις αναφορές ανθεκτικότητας του παθογόνου *V. fungicola* στα βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα.

3. Τα εγκεκριμένα στην Ε.Ε. για άλλες χρήσεις μυκητοκτόνα που θα παραμείνουν σε κυκλοφορία μετά το τέλος του 2003.
4. Το φάσμα δράσης εγκεκριμένων για άλλες χρήσεις στη χώρα μας μυκητοκτόνων.
5. Τα δεδομένα υπολειμματικότητας των δραστικών ουσιών εγκεκριμένων για άλλες χρήσεις μυκητοκτόνων.
6. Τον τρόπο δράσης των δραστικών ουσιών εγκεκριμένων μυκητοκτόνων σε υποκυτταρικό επίπεδο.
7. Τη μορφή εγκεκριμένων σκευασμάτων.

Συνεκτιμώντας τα παραπάνω, στα πειράματα που αναφέρονται συμπεριλήφθηκαν οι επεμβάσεις με τα σκευάσματα Octave 50 WP (prochloraz 50%), Derosal 50 WP (carbendazim 50%), Equation Contact WG (famoxadone 6,25% + mancozeb 62,5%), Equation Pro WG (famoxadone 22,5% + cymoxanil 30%), Dithane M-45 WP (mancozeb 72%), Folicur 25 WG (tebuconazole 25%) και Flint 50 WG (trifloxystrobin 50%).

Τα φάρμακα prochloraz και carbendazim χρησιμοποιήθηκαν σαν μυκητοκτόνα αναφοράς καθώς χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση του *V. fungicola* στη καλλιέργεια μανιταριών. Συγκεκριμένα το carbendazim έχει χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα, ενώ το prochloraz χρησιμοποιείται διεθνώς.

2.2.3. Πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης των σκευασμάτων στην γραμμική αύξηση (Κr) του *Agaricus bisporus* σε σωλίνες

Για να εξεταστεί η τοξικότητα των φυτοφαρμάκων στο μύκητα *A. bisporus* χρησιμοποιήθηκε η δοκιμή της γραμμικής αύξησης του μυκηλίου σε σωλίνες όπως περιγράφεται από τους Smith κ.α. (1995), με κάποιες τροποποιήσεις που αναφέρονται παρακάτω.

Πραγματοποιήθηκαν δύο διαδοχικά πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν 5 σωλίνες για κάθε ξεχωριστή επέμβαση. Γυάλινοι σωλίνες (200x30 mm) πληρώθηκαν ομοιόμορφα με 54 g μαύρης τύρφης που αποτελεί το υλικό επικάλυψης της καλλιέργειας του μανιταριού (εταιρείας BVB Euroveen). Ακολούθησαν δύο διαδοχικές αποστειρώσεις μιας ώρας στους 105 °C σε δύο συνεχόμενες ημέρες. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η ποσότητα των σκευασμάτων που αντιστοιχούσε σε συγκεκριμένη συγκέντρωση δραστικής ουσίας (Πίνακας 4) και αφού διαλύθηκε σε 10 ml αποστειρωμένου νερού ανά σωλίνη, εφαρμόστηκε στην άνω επιφάνεια των σωλίνων. Ακολούθησε εμβολιασμός στην επιφάνεια του υλικού επικάλυψης

με 'σπόρο' του μύκητα *A. bisporus*, δηλ. μυκήλιο αναπτυγμένο σε σπόρο κεχριού σε ποσοστό 1%. Ο εμβολιασμός των σωλήνων έγινε σε θάλαμο με ασηπτικές συνθήκες για αποφυγή εξωτερικών μολύνσεων. Τέλος, αφού οι σωλήνες πωματίστηκαν με βαμβάκι μεταφέρθηκαν σε επωαστικό θάλαμο με συνθήκες θερμοκρασίας 26 °C και σχετικής υγρασίας 85%. Μετά την πάροδο περίπου μίας εβδομάδας παρατηρήθηκε ανάπτυξη της αποικίας του μύκητα και άρχισε η μέτρηση της αύξησής της από τη στιγμή που το μέτωπο ανάπτυξης ήταν μεγαλύτερο από 30 mm.

Η γραμμική ταχύτητα αύξησης του μυκηλίου Κγ (mm/ημέρα) υπολογίστηκε από τον μέσο όρο των μετρήσεων σε 4 εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα των σωλήνων.

Πίνακας 4: Σκευάσματα και συγκεντρώσεις δραστικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν στα δύο πειράματα (ΣΙ, ΣΙΙ) της μέτρησης της γραμμικής αύξησης (Κγ) του μυκηλίου *A. bisporus* σε σωλήνες.

Σκευάσματα μυκητοκτόνων	Δραστική Ουσία	Συγκεντρώσεις δραστικής ουσίας (mg/l)	
		ΣΙ	ΣΙΙ
Octave 50 WP	Prochloraz	0,002	0,002
			2,00
			5,00
Derosal 50 WP	Carbendazim	0,07	0,07
			5,00
			10,00
Equation contact WG	Famoxadone	0,045	0,045
			0,45
			0,90
Equation Pro WG	Famoxadone	0,16	0,16
			1,64
			3,27
Dithane M-45 WP	Mancozeb	0,002	0,002
			2,00
			5,00
Folicur 25 WP	Tebuconazole	0,01	0,01
			0,05
			0,10
Flint 50 WP	Trifloxystrobin	0,12	0,12
			1,00
			2,00

2.2.4. Αξιολόγηση της επίδρασης των μυκητοκτόνων στην εκδήλωση της βερτισιλίωσης σε πιλοτικές συνθήκες καλλιέργειας μανιταριών με τεχνητή μόλυνση με *V. fungicola*

2.2.4.1. Μεθοδολογία πειραμάτων.

Πλαστικά κιβώτια (0,145 m²) πληρώθηκαν με 12-14 kg νεπού υποστρώματος (υγρασίας 70%) εμβολιασμένο με 'σπόρο' *A. bisporus* σε ποσοστό 2% το οποίο είχε προηγουμένως παρασκευαστεί στην Ελληνική Φάρμα Μανιταριών (Ευβοίας) με τις συνήθειες εμπορικές διαδικασίες παραγωγής υποστρώματος του λευκού μανιταριού. Ακολούθησε η επώαση του εμβολιασμένου υποστρώματος στους 26 °C, 13 ημέρες μετά την έναρξη της οποίας, προστέθηκε στην επιφάνεια των κιβωτίων επίχωμα από μίγμα τύρφης και ασβεστολίθου (casing, της εταιρείας BVB Euroveen) σε πάχος 4 cm. Η θερμοκρασία του υποστρώματος διατηρήθηκε στους 25,5 ± °C για 4-5 ημέρες, οπότε και έγινε εισαγωγή φρέσκου αέρα με σκοπό τη μείωσή της στους 19 °C, ενώ η θερμοκρασία του αέρα σταθεροποιήθηκε στους 17 °C. Αυτή η θερμοκρασία (17±0,5 °C) διατηρήθηκε μέχρι το τέλος της συγκομιδής, ενώ η σχετική υγρασία του χώρου ρυθμίστηκε στο 85-90% και η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στο 0,09-0,12% (κ.ο.). Πριν την έναρξη των πειραμάτων και την εισαγωγή των κιβωτίων στο θάλαμο έγινε απολύμανση των χώρων καλλιέργειας με χλωρίνη.

Οι συγκεντρώσεις των σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στα 2 πειράματα (Πίνακας 5). Η καθορισθείσα κατά περίπτωση ποσότητα σκευάσματος προστέθηκε σε νερό και εφαρμόστηκαν (2 lt/m² υποστρώματος) σε δύο χρονικές περιόδους: α) 5 ημέρες μετά την προσθήκη του υλικού επιχώματος στην επιφάνεια του υποστρώματος (ολόκληρη δόση-single application) και β) η μισή δόση 5 ημέρες μετά την προσθήκη του υλικού επιχώματος στην επιφάνεια του υποστρώματος και η άλλη μισή δόση στο τέλος του πρώτου κύματος παραγωγής των μανιταριών (split application).

Πίνακας 5: Μυκητοκτόνα (σκευάσματα – δραστικές ουσίες) που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές καλλιέργειες I, II κατά τη καλλιέργεια του *A. bisporus* σε κιβώτια.

Σκευάσματα μυκητοκτόνων	Δραστική ουσία επεμβάσεων	(g/m ²)	Πειράματα
Octave 50 WP	Prochloraz	1.2	I, II
		1.8	I
		0.6/0.6	II
Derosal 50 WP	Carbendazim	1.2	I
Equation contact WG	Famoxadone	0,1	I
		0,16	I
Equation Pro WG	Famoxadone	0,5	I, II
		0,25/0,25	II
		0,73	I
		1,00	II
Dithane M-45 WP	Mancozeb	0,5/0,5	II
		1,2	I
Folicur 25 WP	Tebuconazole	0,8	I
		1,2	I
Flint 50 WP	Trifloxystrobin	0,8	II
		0,4/0,4	II
		1,2	I, II
		0,6/0,6	II
		2,0	I

Η επίδραση των σκευασμάτων στην εμφάνιση της βερτισιλίωσης αξιολογήθηκε μέσω τεχνητής μόλυνσης της καλλιέργειας του *A. bisporus* 24 ώρες μετά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων. Η επιφάνεια του επιχώματος ψεκάστηκε με 50 ml αιώρηματος σπορίων (10⁶ σπόρια/ml) του παθογόνου *V. fungicola*, το οποίο προήθλε με συλλογή σπορίων από αποικία του μύκητα ηλικίας 10 ημερών με αποστειρωμένο απιονισμένο νερό και αφού είχε προσδιοριστεί η πυκνότητα του διαλύματος σε σπόρια μέσω αιματοκυτομέτρου. Την αμέσως επόμενη ημέρα έγινε αναμόχλευση του υλικού επικάλυψης με το υπόστρωμα έτσι ώστε το μόλυσμα να ενσωματωθεί στο υλικό επικάλυψης. Συνολικά, χρησιμοποιήθηκαν 6 κιβώτια για κάθε επέμβαση φαρμάκου και 6 που δέχτηκαν μόνο νερό (μάρτυρες μόνο με *V. fungicola*), τα οποία αριθμήθηκαν και τοποθετήθηκαν σε τυχαία διάταξη στο θάλαμο καλλιέργειας σε ελεγχόμενες συνθήκες.

Όταν οι καταβολές απέκτησαν το μέγεθος μπιζελιού ('pea' size) ξεκίνησε η διαδικασία ποτίσματος των κιβωτίων με νερό βρύσης. Η συχνότητα των ποτισμάτων εξαρτήθηκε από το στάδιο ανάπτυξης των μανιταριών και το ποσοστό υγρασίας του επιχώματος. Οι καρποφορίες συγκομίστηκαν με το χέρι κατά τα 3 πρώτα κύματα παραγωγής (σε 22 ημέρες) και ο αριθμός καθώς και το βάρος τους καταγράφονταν καθημερινά. Το 1^ο κύμα συγκομίστηκε 15-18 μέρες μετά την εφαρμογή του υλικού επικάλυψης, ενώ το 2^ο μεταξύ 25 και 28 ημερών.

2.2.4.2. Αποτελεσματικότητα επεμβάσεων

Για την αξιολόγηση της δράσης των σκευασμάτων στην εκδήλωση της ασθένειας μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των μανιταριών ανά κύμα παραγωγής, όπως και ο αριθμός των προσβεβλημένων. Υπολογίστηκε το ποσοστό προσβολής (προσβολή %), σε όλες τις επεμβάσεις που είχαν ψεκαστεί με μόλυσμα *V. fungicola* (παρουσία και απουσία μυκητοκτόνων). Τελικά η αποτελεσματικότητα εκτιμήθηκε σε σχέση με το μέσο όρο της προσβολής στα κιβώτια του μάρτυρα (απουσία μυκητοκτόνου, μόνο *V. fungicola*).

2.2.4.3. Αξιολόγηση των επεμβάσεων μέσω της βιολογικής αποδοτικότητας (%)

Κατά την καταγραφή υπολογίστηκε η επίδραση των φαρμάκων στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας μέσω της βιολογικής αποδοτικότητας (B.A) που ορίζεται ως το πηλίκο του βάρους των παραγόμενων μανιταριών προς το ξηρό βάρος του υποστρώματος (x100). Μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των παραγόμενων μανιταριών και τα μανιτάρια κατατάχτηκαν στις κατηγορίες 'υγιή' ή 'προσβεβλημένα'. Ακόμα υπολογίστηκε ο αριθμός των μανιταριών που εμφάνισαν παραμορφώσεις στον πύλο λόγω της παρουσίας φυτοφαρμάκων. Η σοβαρότητα της ασθένειας αξιολογήθηκε σύμφωνα με τον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών. Επιπλέον, για την αξιολόγηση των επεμβάσεων εξετάστηκαν και παραμέτροι που αφορούσαν την ποιότητα των μανιταριών (όπως το ποσοστό των παραμορφωμένων μανιταριών).

2.2.5. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Στα δεδομένα των πειραμάτων υπολογίστηκε η τυπική απόκλιση (TA) και κάποια αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά με την μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Ε.Σ.Δ) σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$.

2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.3.1. Επίδραση των μυκητοκτόνων στη γραμμική αύξηση (Κγ) του *Agaricus bisporus* σε σωλήνες με υλικό επικάλυψης

Τα πρώτα δύο πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής μελέτης αφορούσαν σωλήνες πληρωμένους με υλικό επικάλυψης και αποσκοπούσαν στον προσδιορισμό της επίδρασης των διαφόρων σκευασμάτων φυτοφαρμάκων στην αύξηση του μύκητα *A. bisporus* σε συνθήκες επώασης που προσομοίαζαν με αυτές της καλλιέργειάς του σε κιβώτια.

Τα αποτελέσματα των δύο πειραμάτων δίνονται στους παρακάτω Πίνακες 6 και 7, από τους οποίους φαίνεται ότι τα περισσότερα φάρμακα που χρησιμοποιήθηκαν στις συγκεκριμένες συγκεντρώσεις δεν επηρέασαν σημαντικά την ταχύτητα αύξησης του μυκηλίου, καθώς οι τιμές του Κγ στατιστικά δεν διέφεραν σημαντικά από τον μάρτυρα. Γενικά στο πρώτο πείραμα (Πίνακας 6), παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα δεν επηρεάστηκε από τη παρουσία των μυκητοκτόνων αναφοράς prochloraz και carbendazim, όπως και των υπό εξέταση mancozeb και famoxadone. Ωστόσο καταγράφηκε μικρή θετική επίδραση του famoxadone (με cymoxanil) όπως και του tebuconazole που ευνόησαν την ανάπτυξη του μύκητα, ενώ το trifloxystrobin την επιβράδυνε ελαφρά.

Πίνακας 6: Επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων σκευασμάτων φυτοφαρμάκων στη γραμμική αύξηση (Κγ) του μανιταριού *A. bisporus* σε σωλήνες με υλικό επικάλυψης κατά τη διεξαγωγή του πρώτου πειράματος.

Δραστική ουσία	Συγκέντρωση (mg/l)	Γραμμική αύξηση Κγ ^a (mm/ημέρα)
Μάρτυρας (νερό)	0,00	2,39 αβ
Carbendazim	0,07	2,60 αβ
Prochloraz	0,002	2,51 αβ
Mancozeb	0,002	2,51 αβ
Famoxadone ^β	0,045	2,62 β
Famoxadone ^γ	0,16	2,54 αβ
Tebuconazole	0,01	2,66 β
Trifloxystrobin	0,12	2,22 α

^a οι τιμές ανά στήλη με όμοια γράμματα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά στατιστικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$.

^β μίγμα με mancozeb.

^γ μίγμα με cymoxanil.

Στη δεύτερη σειρά πειραμάτων όπου δοκιμάστηκαν 3 συγκεντρώσεις μυκητοκτόνων (Πίνακας 2), φάνηκε ότι και στις υψηλότερες συγκεντρώσεις δεν υπάρχει αλληλεπίδραση φαρμάκου – μύκητα, καθώς οι τιμές της γραμμικής αύξησης δεν διέφεραν σημαντικά από τον μάρτυρα. Εξαιρέση αποτέλεσαν τα σκευάσματα με δραστικές ουσίες το carbendazim και το trifloxystrobin που χρησιμοποιήθηκαν στις συγκεντρώσεις 10 και 2 mg/lit αντίστοιχα, οι οποίες προκάλεσαν μείωση της ταχύτητας αύξησης του μυκηλίου.

Πίνακας 7: Επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων σκευασμάτων φυτοφαρμάκων στη γραμμική αύξηση (Kg) του μανιταριού *A. bisporus* σε σωλήνες με υλικό επικάλυψης κατά την διεξαγωγή του δεύτερου πειράματος.

Δραστική ουσία	Συγκέντρωση (mg/lit)	Γραμμική αύξηση (Kg) ^a
Μάρτυρας (νερό)		2,42 γ
Carbendazim	0,07	2,13 αβγ
	5,00	1,96 αβγ
	10,00	1,53 αβ
	0,002	2,23 βγ
Prochloraz	2,00	2,10 αβγ
	5,00	2,15 αβγ
	0,002	2,63 γ
Mancozeb	2,00	2,55 γ
	5,00	2,36 γ
	0,045	2,29 βγ
Famoxadone ^β	0,45	2,23 βγ
	0,90	2,27 βγ
	0,16	2,15 αβγ
Famoxadone ^γ	1,64	1,99 αβγ
	3,27	2,05 αβγ
	0,01	2,55 γ
Tebuconazole	0,05	2,04 αβγ
	0,10	2,08 αβγ
	0,12	2,37 γ
Trifloxystrobin	1,00	2,25 βγ
	2,00	1,30 α

^a οι τιμές ανά στήλη με όμοια γράμματα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά στατιστικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$.

^β μίγμα με mancozeb.

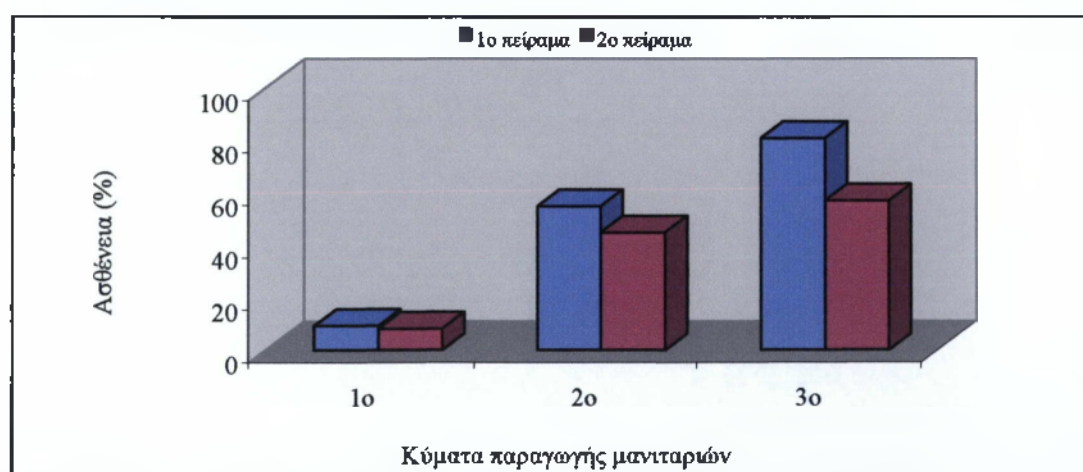
^γ μίγμα με cyproxanil.

Αν και η γρήγορη αύξηση του μυκηλίου στους σωλήνες δεν συνεπάγεται με βεβαιότητα την υψηλή παραγωγικότητα κατά την καλλιέργεια του λευκού μανιταριού (Smith κ.α. 1995), η πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ φαρμάκων και μυκηλίου μπορεί να επηρεάσει την πρωιμότητα της καλλιέργειας, η οποία ευνοείται από την γρήγορη αύξηση του μυκηλίου (Zervakis κ.α. 2001a, Philippoussis κ.α. 2003).

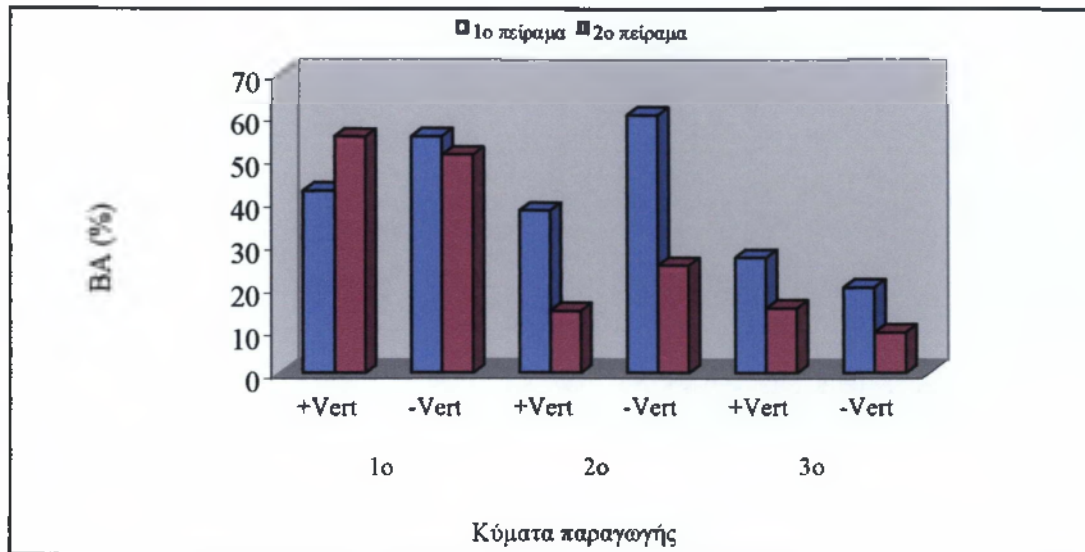
2.3.2 Επίδραση των μυκητοκτόνων στην καταπολέμηση της ασθένειας και τη παραγωγικότητα της καλλιέργειας

2.3.2.1. Επίδραση στην εκδήλωση της ασθένειας (αποτελεσματικότητα %)

Όσον αφορά στην εκδήλωση της ασθένειας στον μάρτυρα, δηλαδή σε κιβώτια μόνο με νερό που μολύνθηκαν τεχνητά με *V. fungicola* (Διάγραμμα 1), θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στις δύο πειραματικές καλλιέργειες στο πρώτο κύμα καρποφορίας που ξεκίνησε 6 ημέρες μετά την εφαρμογή του παθογόνου καταγράφηκε πολύ μικρό ποσοστό προσβολής (8,2-9,3%). Ο αριθμός των ασθενών μανιταριών αυξήθηκε σημαντικά στο δεύτερο κύμα (45-55%) και μεγιστοποιήθηκε στο τρίτο κύμα, όπου η προσβολή έφτασε το 55% στη δεύτερη και το 80% στη πρώτη καλλιέργεια αντίστοιχα. Ως αποτέλεσμα, η παραγωγικότητα των καλλιεργειών που εκτέθηκαν στο παθογόνο κατά το πρώτο κύμα καρποφορίας δεν επηρεάστηκε από αυτό (Διάγραμμα 2). Αύξηση στον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών καταγράφηκε αργότερα κατά το δεύτερο και τρίτο κύμα παραγωγής, τα οποία ξεκίνησαν 7 και 14 ημέρες μετά το τέλος του πρώτου κύματος αντίστοιχα (Διάγραμμα 1). Αυτή η εκδήλωση της ασθένειας και η περαιτέρω εξάπλωσή της κατά την εξέλιξη της καλλιέργειας του *A. bisporus* εκφράζεται και ως μείωση της βιολογικής αποδοτικότητας στα αντίστοιχα κύματα παραγωγής (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 1. Ποσοστό προσβολής από τον μύκητα *V. fungicola* στα τρία κύματα παραγωγής δύο πειραματικών καλλιεργειών του μανιταριού *A. bisporus*.

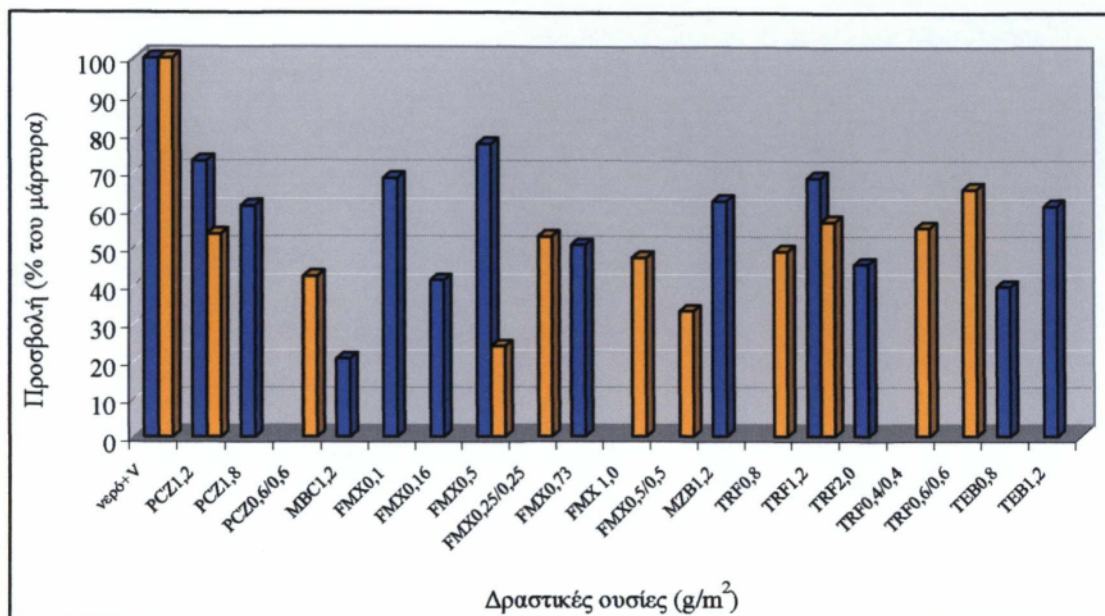


Διάγραμμα 2. Η βιολογική αποδοτικότητα (BA%) σε κάθε ένα από τα τρία διαδοχικά κύματα παραγωγής του μανιταριού *A. bisporus* παρουσία (+Vert) και απουσία (-Vert) του παθογόνου μύκητα *V. fungicola* σε δύο πειραματικές καλλιέργειες χωρίς φάρμακα.

Ως προς το συνολικό ποσοστό της προσβολής των καλλιεργειών σε σχέση με τον μάρτυρα (νερό + *V. fungicola*, Διάγραμμα 3) αρχικά παρατηρείται ότι στη δεύτερη καλλιέργεια υπήρξε καλύτερη αντιμετώπιση της ασθένειας (μικρότερο ποσοστό προσβολής) από ό,τι στην πρώτη, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως στην πιθανή διαφορετική πυκνότητα του εμβολίου του παθογόνου, σε λιγότερο επιτυχημένη ενσωμάτωσή του στο υλικό επικάλυψης κ.α. Ωστόσο, στην πρώτη πειραματική καλλιέργεια τα μυκητοκτόνα με δραστικές ουσίες carbendazim σε συγκέντρωση 1,2 g/m², famoxadone σε συγκεντρώσεις 0,16 και 0,73 g/m² και tebuconazole σε συγκέντρωση 0,8 g/m² έλεγξαν ικανοποιητικά την ασθένεια με την προσβολή να κυμαίνεται από 20% (carbendazim) έως 50% famoxadone 0,73 g/m²). Θα πρέπει να αναφέρουμε επίσης ότι τα παραπάνω μυκητοκτόνα αντιμετώπισαν πιο αποτελεσματικά την βερτισιλίωση από ό,τι η δραστική ουσία ανάφορας prochloraz, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην ανθεκτικότητα του παθογόνου σε αυτό το σκεύασμα. Τέλος, η χρήση της trifloxystrobin βοήθησε στην καταπολέμηση της προσβολής στη μεγαλύτερη συγκέντρωση 2,0 g/m² που εφαρμόστηκε.

Στη δεύτερη πειραματική καλλιέργεια, η επίδραση των φαρμάκων συνολικά ήταν πολύ θετική στην αντιμετώπιση της ασθένειας (Διάγραμμα 3). Ιδιαίτερα διακρίνονται για τη μικρή προσβολή τους σε σχέση με τον μάρτυρα τα κιβώτια με famoxadone στη συγκέντρωση

0,5 g/m² (προσβολή 23,85%), με famoxadone όταν αυτό εφαρμόστηκε στις δύο δόσεις 0,5/0,5 g/m² (προσβολή 33,16%), αλλά τα μυκητοκτόνα prochloraz 0,6/0,6g/m² και famoxadone 1,0 g/m²



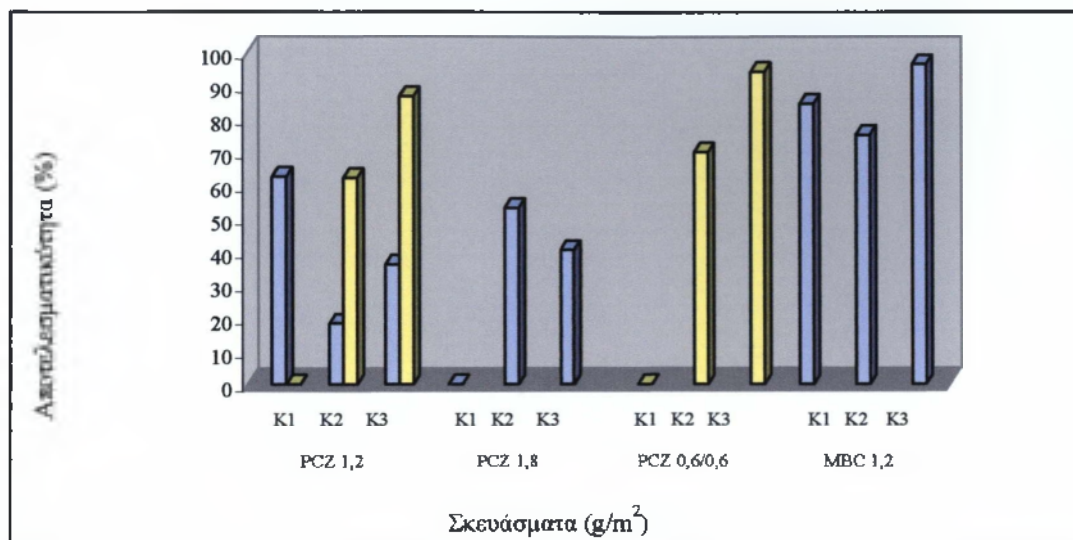
Διάγραμμα 3. Ποσοστό προσβολής (% του μάρτυρα) των τεχνητά μολυνσμένων με *V. fungicola* μανιταριών *A. bisporus* μετά από εφαρμογή των σκευασμάτων prochloraz, carbendazim, famoxadone, mancozeb, tebuconazole και trifloxystrobin. Το μπλε χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το πορτοκαλί στη 2^η.

έλεγξαν ικανοποιητικά την ασθένεια (προσβολή μικρότερη από 50%). Ικανοποιητικά αποτελέσματα αντιμετώπισης της ασθένειας έδωσε και το σκεύασμα με trifloxystrobin 0,8 g/m² είτε αυτό εφαρμόστηκε σε ολόκληρη δόση, είτε σε δύο μισές 0,4/0,4 g/m².

Στα διαγράμματα που παρουσιάζονται παρακάτω (Διαγράμματα 4-8) αναλύεται η επίδραση κάθε σκευάσματος στην αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης της ασθένειας ξηρής σήψης σε κάθε ένα από τα τρία κύματα παραγωγής των μανιταριών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα εμπορικά σκευάσματα των μυκητοκτόνων με prochloraz και carbendazim που χρησιμοποιήθηκαν σαν μυκητοκτόνα αναφοράς (Διάγραμμα 4), αντιμετώπισαν ικανοποιητικά την ασθένεια. Ειδικά για το prochloraz, τα αποτελέσματα της καταπολέμησης έγιναν πιο φανερά στο τρίτο κύμα της δεύτερης καλλιέργειας και μάλιστα στη μικρότερη συγκέντρωση 1,2 g/m². Καθώς η αύξηση της δόσης του prochloraz δεν βελτίωσε σημαντικά την καταπολέμηση του παθογόνου, η συγκέντρωση στη χαμηλή συγκέντρωση 1,2 g/m² είναι ικανοποιητική αν εκτιμήσουμε επίσης και την βιολογική

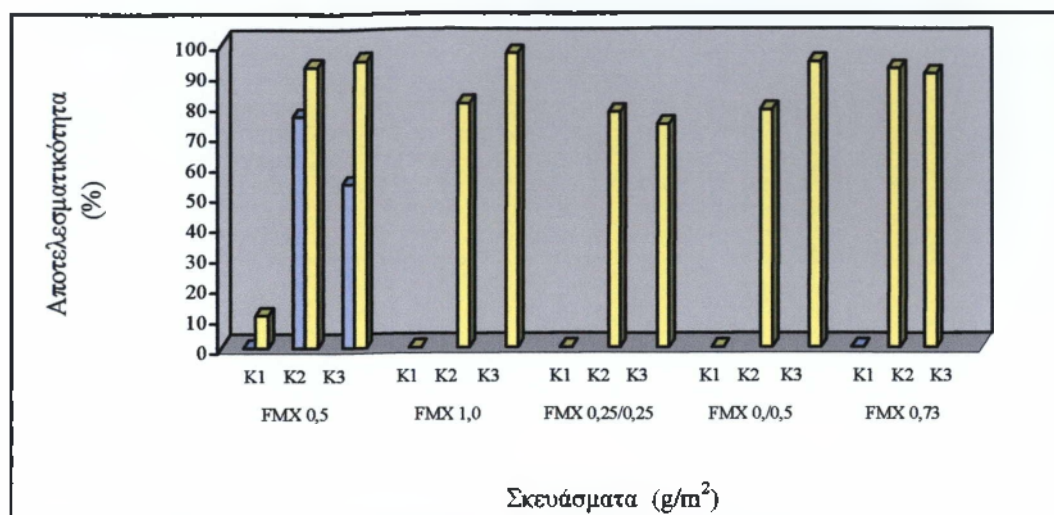
αποδοτικότητα. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρονται και στη διεθνή βιβλιογραφία (Zaayen & van Adrichem 1982, Fletcher κ.α.1983, Grogan κ.α. 2000).



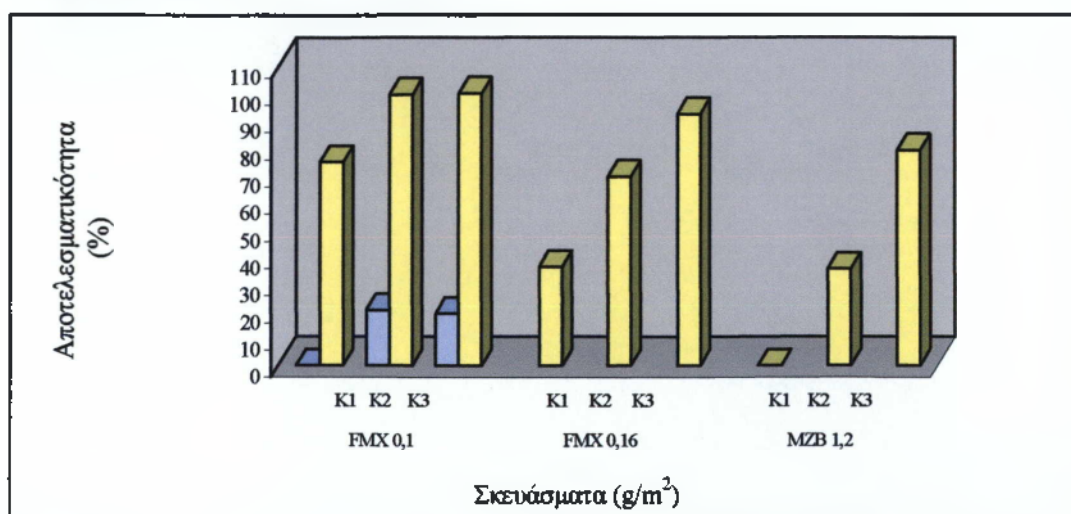
Διάγραμμα 4. Η επίδραση των δραστικών ουσιών prochloraz (PCZ) και carbendazim (MBC) ενάντια του *V. fungicola* σε δύο καλλιέργειες του *A. bisporus*. Η εφαρμογή των σκευασμάτων έγινε 5 ημέρες μετά την προσθήκη του επιχώματος ή σε δύο χρονικές στιγμές (I), 5 ημέρες μετά την προσθήκη του επιχώματος και 20 ημέρες αργότερα. Το σκεύασμα με την ουσία carbendazim εφαρμόστηκε πέντε μέρες μετά την επικάλυψη. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας βασίστηκε στον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών σε κάθε ένα από τα τρία κύματα (K1, K2, K3). Το μωβ χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το κίτρινο στη 2^η

Η αντιμετώπιση της ασθένειας από το famoxadone με cymoxanil (Διάγραμμα 5) ή mancozeb (Διάγραμμα 6) ήταν αντίστοιχη ή και καλύτερη από τα αναφερθέντα παραπάνω μυκητοκτόνα αναφοράς. Όσο αφορά στην περιεκτικότητα σε δραστική ουσία, το μείγμα famoxadone με cymoxanil έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα όταν η συγκέντρωση famoxadone βρισκόταν σε συγκεντρώσεις τόσο μικρές όσο 0,5 g/m², αν και η επίδραση του σκευάσματος έγινε αντιληπτή από το δεύτερο κύμα παραγωγής και μετά. Η δραστικότητα του παραπάνω σκευάσματος αποδίδεται στο famoxadone, καθώς το cymoxanil είναι ένα εκλεκτικό μυκητοκτόνο κατά των ωομυκήτων με μικρή υπολειμματικότητα. Η ασθένεια περιορίστηκε επίσης με την εφαρμογή του famoxadone σε δόσεις των 0,1 ή 0,16 g/m² ως μείγμα μαζί με mancozeb, η δραστικότητα του οποίου μάλλον οφείλεται στην παρουσία του mancozeb, καθώς αυτό το μυκητοκτόνο χρησιμοποιήθηκε και μόνο του σε αναλογία 1,2 g/m² και μείωσε τον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών με παρόμοιο τρόπο (Διάγραμμα 5). Αυτού του

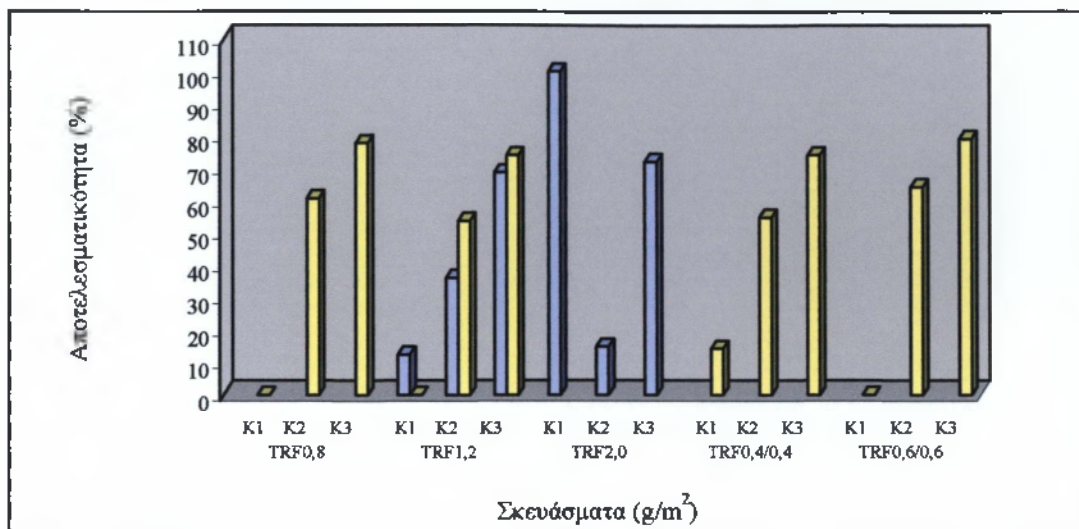
τύπου η βιολογική δράση της δραστικής ουσίας mancozeb όπως και άλλων dithiocarbamate μυκητοκτόνων ενάντια του *Verticillium* είναι γνωστή (Gaal κ.α. 1978).



Διάγραμμα 5. Η επίδραση της δραστικής ουσίας famoxadone (FMX) που χρησιμοποιήθηκε ως μείγμα με την cymoxanil κατά του *V. fungicola* σε δύο καλλιέργειες του *A. bisporus*. Η εφαρμογή των σκευασμάτων έγινε 5 ημέρες μετά την προσθήκη του επιχώματος ή σε δύο χρονικές στιγμές (1), 5 ημέρες μετά την προσθήκη του επιχώματος και 20 ημέρες αργότερα. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας βασίστηκε στον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών σε κάθε ένα από τα τρία κύματα (K1, K2, K3). Το μωβ χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το κίτρινο στη 2^η.



Διάγραμμα 6. Η επίδραση των δραστικών ουσιών mancozeb (MZB) και famoxadone (FMX) που χρησιμοποιήθηκε ως μείγμα με τη mancozeb κατά του *V. fungicola* σε δύο καλλιέργειες του *A. bisporus*. Το μείγμα εφαρμόστηκε 5 μέρες μετά την επικάλυψη του υποστρώματος με το επίχωμα. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας βασίστηκε στον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών σε κάθε ένα από τα τρία κύματα (K1, K2, K3). Το μωβ χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το κίτρινο στη 2^η.



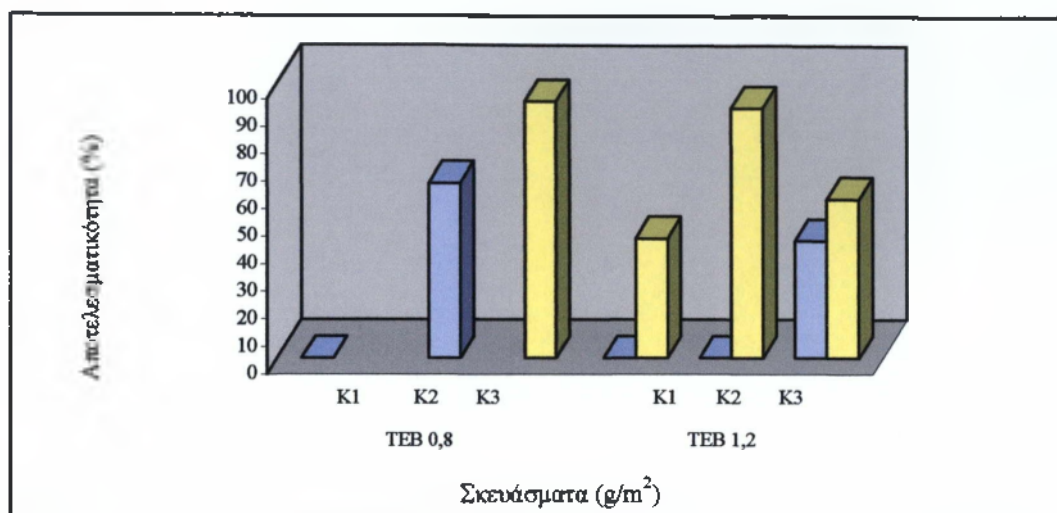
Διάγραμμα 7. Η επίδραση της δραστικής ουσίας trifloxystrobin (TRF) στην αντιμετώπιση του *V. fungicola* σε δύο καλλιέργειες του *A. bisporus*. Η εφαρμογή των σκευασμάτων έγινε 5 ημέρες μετά την προσθήκη του επιχώματος ή σε δύο χρονικές στιγμές (1), 5 ημέρες μετά την προσθήκη του επιχώματος και 20 ημέρες αργότερα. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας βασίστηκε στον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών σε κάθε ένα από τα τρία κύματα (K1, K2, K3). Το μωβ χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το κίτρινο στη 2^η.

Ικανοποιητικά αποτελέσματα αντιμετώπισης της ασθένειας έδωσε και το σκεύασμα του trifloxystrobin στη δοσολογία 0,8 g/m², όπως διαπιστώνεται από το τρίτο κύμα παραγωγής στο οποίο η εκδήλωση της ασθένειας είναι μέγιστη (Διάγραμμα 7). Στις υψηλότερες συγκεντρώσεις 1,2 g/m² και 2,0 g/m² που δοκιμάστηκε, το σκεύασμα με trifloxystrobin έδωσε ανάλογα αποτελέσματα με αυτών με prochloraz, παρόλο που η επίδραση της ουσίας αυτής ήταν ασταθής στην παραγωγή μανιταριών. Επίσης, η ικανοποιητική αντιμετώπιση της ασθένειας που επιτεύχθηκε αυξάνοντας την συγκέντρωση της ουσίας trifloxystrobin στα 2 g/m² σχετίστηκε με σημαντική μείωση της παραγωγής μανιταριών, γεγονός που πάλι δεικνύει αλληλεπίδραση του μανιταριού με το παθογόνο.

Ακόμα, κατά την εφαρμογή της δραστικής ουσίας tebuconazole σε συγκέντρωση 0,8 g/m² (Διάγραμμα 8) αντιμετωπίστηκε η ασθένεια τόσο αποτελεσματικά όσο και στην περίπτωση της ουσίας - αναφοράς prochloraz.

Αξιοσημείωτο είναι τέλος το γεγονός ότι η μονή εφαρμογή των φαρμάκων (ολόκληρη δόση 5 ημέρες μετά την επικάλυψη του υποστρώματος) δίνει καλύτερα αποτελέσματα

αντιμετώπισης της ασθένειας από την εφαρμογή της ίδιας συγκέντρωσης δραστικής ουσίας σε δύο δόσεις.



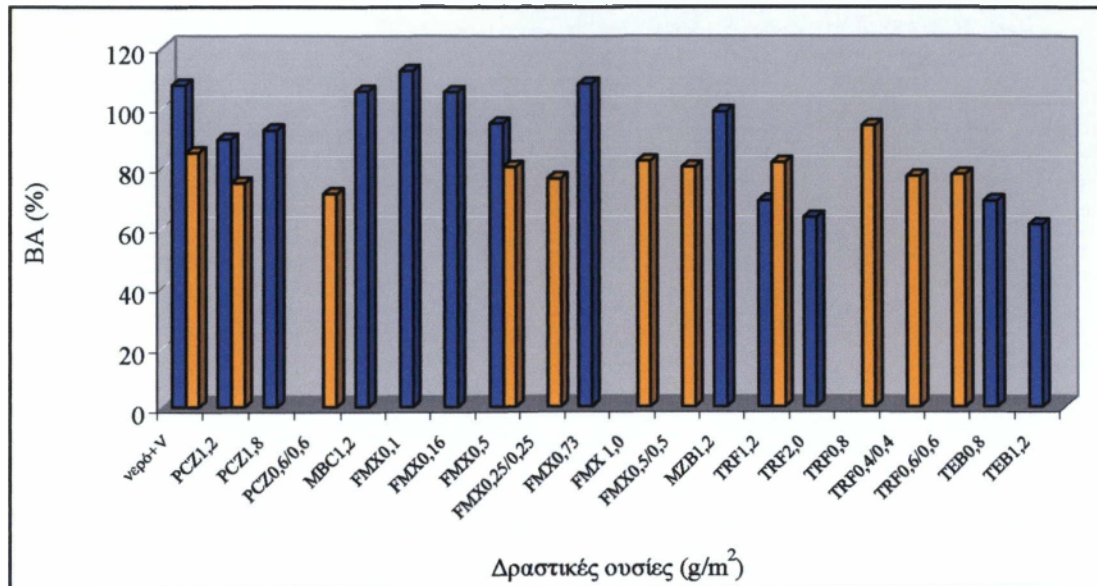
Διάγραμμα 8. Η επίδραση της δραστικής ουσίας tebuconazole (TEB) ενάντια) στην αντιμετώπιση του *V. fungicola* σε δύο καλλιέργειες του *A. bisporus*. Το μείγμα εφαρμόστηκε 5 μέρες μετά την επικάλυψη του υποστρώματος με το επίχωμα. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας βασίστηκε στον αριθμό των προσβεβλημένων μανιταριών σε κάθε ένα από τα τρία κύματα (K1, K2, K3). Το μωβ χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το κίτρινο στη 2^η.

2.3.2.2. Επίδραση στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας (βιολογική αποδοτικότητα %) μετά από τεχνητή μόλυνση με *V. fungicola*

Η συνολική βιολογική αποδοτικότητα (BA%) που καταγράφηκε στις δύο πειραματικές καλλιέργειες του μανιταριού *A. bisporus* μετά τη χρήση των μυκητοκτόνων σκευασμάτων απεικονίζεται στο Διάγραμμα 9. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, η δεύτερη καλλιέργεια εμφάνισε μειωμένη παραγωγικότητα σε σχέση με την πρώτη, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε διάφορες παραμέτρους όπως στην χρησιμοποίηση διαφορετικής παρτίδας υποστρωμάτων ή και υλικού επικάλυψης, σε πιθανή διαφορά στην ποσότητα του σπόρου ή στη βλαστικότητα του, στις συνθήκες καλλιέργειας στους θαλάμους (υγρασία, θερμοκρασία κ.α.).

Αναλυτικά βλέπουμε ότι την υψηλότερη παραγωγικότητα, εκτός από το σκεύασμα-αναφορά carbendazim έδωσε το μυκητοκτόνο famoxadone στην πρώτη καλλιέργεια σε όλες τις συγκεντρώσεις στις οποίες εφαρμόστηκε και ιδιαίτερα στην 0,1 g/m² (BA 111,99%), χωρίς μάλιστα αυτή να διαφέρει από τη BA του μάρτυρα (BA 107,32%). Ακόμα, η δραστική ουσία

mancozeb επέδρασε με ανάλογο τρόπο με την prochloraz δίνοντας ικανοποιητική ποσότητα μανιταριών, αντίθετα οι tebuconazole και trifloxystrobin μείωσαν σημαντικά την παραγωγή της καλλιέργειας, η οποία εμφάνισε τιμές BA 60-70%.



Διάγραμμα 9. Επίδραση των σκευασμάτων prochloraz, carbendazim, famoxadone, mancozeb, tebuconazole και trifloxystrobin στην συνολική Βιολογική αποδοτικότητα (BA%) δύο καλλιεργειών του μανιταριού *A. bisporus* μετά από τεχνητή μόλυνση με *V. fungicola*. Το μπλε χρώμα αντιστοιχεί στη 1^η πειραματική καλλιέργεια και το πορτοκαλί στη 2^η.

Στη δεύτερη καλλιέργεια (Διάγραμμα 9), καταγράφηκαν συνολικές αποδόσεις με παρόμοιες τιμές BA και δεν παρατηρήθηκαν οι επιδράσεις των μυκητοκτόνων, θετικές ή αρνητικές που είχαν παρουσιαστεί την πρώτη φορά. Ωστόσο, και στις δύο καλλιέργειες δεν φάνηκε να επιδρά ο τρόπος εφαρμογής των φαρμάκων (μονή δόση ή σε δύο χρονικές στιγμές) στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών.

Στον Πίνακα 8 δίνονται τα αποτελέσματα που αφορούν τη βιολογική αποδοτικότητα της καλλιέργειας ανά κύμα παραγωγής, σύμφωνα με τον οποίο οι καλλιέργειες που ψεκάστηκαν με τις δραστικές ουσίες prochloraz και carbendazim έδωσαν υψηλές τιμές βιολογικής αποδοτικότητας στο πρώτο κύμα παραγωγής μανιταριών. Επίσης, η ουσία famoxadone ακόμα και στη χαμηλή συγκέντρωση 0,1 g/m² αύξησε την απόδοση της προσβεβλημένης με *V. fungicola* καλλιέργειας. Τέτοια αποτελέσματα δεν καταγράφηκαν στην περίπτωση της ουσίας mancozeb, η οποία όταν εφαρμόστηκε μόνη της έδειξε ότι υστερεί σε σχέση με τη famoxadone στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις. Είναι αξιοσημείωτο επίσης ότι ενώ

η ουσία famoxadone σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από 0,5 g/m² περιόρισε την εμφάνιση της ασθένειας, δεν αύξησε σημαντικά την βιολογική αποδοτικότητα του *A. bisporus*, δεικνύοντας μία αλληλεπίδραση μεταξύ του μύκητα και του παθογόνου, η οποία είχε αρνητική επίδραση στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας.

Επίσης, οι καλλιέργειες όπου εφαρμόστηκε η δραστική ουσία tebuconazole έδειξαν μειωμένη παραγωγικότητα, παρόλο που το σκεύασμα αυτό ήταν αποτελεσματικό στην καταπολέμηση του *V. fungicola* (Διάγραμμα 8). Από τις επεμβάσεις με trifloxystrobin, η συγκέντρωση δραστικής ουσίας 0,8 g/m² βελτίωσε την απόδοση των μανιταριών σε σχέση με το σκέτο νερό, ενώ οι υψηλότερες συγκεντρώσεις είχαν το αντίθετο αποτέλεσμα.

Ακόμη, από τα δεδομένα του συγκεκριμένου πειράματος είναι δύσκολο να εξηγηθεί το γεγονός ότι η εφαρμογή σε δύο χρονικές στιγμές της ίδιας συγκέντρωσης των ουσιών prochloraz, famoxadone και trifloxystrobin μείωσε την απόδοση της καλλιέργειας. Επιπλέον, εφόσον η αποτελεσματικότητα που επιτεύχθηκε με τις δύο ξεχωριστές εφαρμογές των σκευασμάτων με δραστικές ουσίες prochloraz, famoxadone ή trifloxystrobin 5 ημέρες μετά την επικάλυψη και 20 ημέρες αργότερα ήταν λιγότερο ικανοποιητική σε σχέση με την μία εφαρμογή 5 ημέρες μετά την επικάλυψη, είναι φανερό ότι η αρχική συγκέντρωση των δραστικών ουσιών είναι ο καθοριστικός παράγοντας για τον έλεγχο της ασθένειας, κάτι που έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές για σκευάσματα με την ουσία prochloraz (Mamoun κ.α. 1995).

Η αντιμετώπιση της ασθένειας με τα σκευάσματα που εφαρμόστηκαν ήταν ασταθής και μη ικανοποιητική κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος. Καθώς η παρουσία της ασθένειας στο στάδιο αυτό ήταν μικρή, η ανικανότητα αυτή των σκευασμάτων μπορεί να οφείλεται στην περιορισμένη κατανομή των ενεργών συστατικών του υποστρώματος και/ή στην μικρή έκθεση του παθογόνου στα μυκητοκτόνα. Επίσης, διαφορά στην αποτελεσματικότητα των μυκητοκτόνων μπορεί να επιτευχθεί εάν αυτά εφαρμοστούν σε στελέχη *A. bisporus* πιο ευαίσθητα στο *V. fungicola* ή αν το παθογόνο βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση, αν και η πυκνότητα του εμβολίου του παθογόνου που χρησιμοποιήθηκε ήταν σε αποδεκτά όρια (Mamoun κ.α. 1995). Λαμβάνοντας υπόψη ότι το *V. fungicola* δεν αναπτύσσεται στην κομποστοποιημένο υπόστρωμα, αλλά εισέρχεται στην καλλιέργεια μαζί με το υλικό επικάλυψης, θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα των παραπάνω σκευασμάτων όταν το παθογόνο προσθέτεται στην καλλιέργεια ταυτόχρονα με το υλικό επικάλυψης.

Τα δεδομένα του παρόντος πειράματος είναι τα πρώτα από όσο γνωρίζουμε που αναφέρονται στην επίδραση των δραστικών ουσιών famoxadone, trifloxystrobin και tebuconazole στην καταπολέμηση του *V. fungicola*. Ανεξάρτητα από το γεγονός ότι και τα τρία σκευάσματα με τις παραπάνω δραστικές ουσίες φαίνεται ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην καταπολέμηση του παθογόνου, πρέπει πρώτα να εξεταστεί η εκλεκτικότητά τους ως προς το ίδιο το μανιτάρι καθώς και ο τρόπος διάλυσής τους κατά την καλλιέργεια, προτού δοθεί μια τελική απάντηση.

Πίνακας 8: Επίδραση των σκευασμάτων prochloraz, carbendazim, famoxadone, mancozeb, tebuconazole και trifloxystrobin στην κατά κόματα Βιολογική αποδοτικότητα της καλλιέργειας (%) του μανιταριού *A. bisporus* μετά από τεχνητή μόλυνση με *V. fungicola*.

Επεμβάσεις (g/m ²)	Βιολογική αποδοτικότητα (%)											
	Πειραματική καλλιέργεια I						Πειραματική καλλιέργεια II					
	Κύμα 1	TA	Κύμα 2	TA	Κύμα 3	TA	Κύμα 1	TA	Κύμα 2	TA	Κύμα 3	TA
Μάρτυρας (νερό+μόλυσμα)	42,46	±5,88	37,89	±8,50	26,96	±5,18	55,16	±10,97	14,53	±4,39	15,14	±1,04
Prochloraz 1,2	44,32	7,19	29,93	6,23	15,04	7,14	38,17	10,39	16,21	9,54	20,38	6,19
Prochloraz 1,8	39,00	5,33	36,82	11,10	16,46	5,32	88	-	88	-	88	-
Prochloraz 0,6/0,6 ^a	88 ^β	-	88	-	88	-	35,65	13,29	18,92	6,06	16,44	9,79
Carbendazim 1,2	47,00	7,41	37,21	6,47	20,89	9,21	88	-	88	-	88	-
Famoxadone ^γ 0,1	40,21	6,85	53,14	3,43	18,64	1,39	88	-	88	-	88	-
Famoxadone ^γ 0,16	40,46	5,13	49,00	15,82	15,50	4,67	88	-	88	-	88	-
Famoxadone ^δ 0,5	47,75	13,07	21,36	5,47	25,36	6,73	38,14	7,78	26,42	6,40	15,49	3,54
Famoxadone ^δ 0,25/0,25	88	-	88	-	88	-	36,05	12,07	13,63	5,03	26,50	6,41
Famoxadone ^δ 0,73	49,36	5,95	42,82	6,41	15,60	3,78	88	-	88	-	88	-
Famoxadone ^δ 1,0	88	-	88	-	88	-	41,81	11,30	23,60	9,51	16,56	4,96
Famoxadone ^δ 0,5/0,5	88	-	88	-	88	-	33,69	13,16	13,72	2,94	32,65	4,30
Mancozeb 1,2	45,68	11,96	42,00	6,66	10,86	9,55	88	-	88	-	88	-
Tebuconazole 0,8	16,00	3,45	18,32	4,57	34,57	4,32	88	-	88	-	88	-
Tebuconazole 1,2	24,00	8,70	14,21	5,26	22,71	7,74	88	-	88	-	88	-
Trifloxystrobin 0,8	88	-	88	-	88	-	49,26	8,10	16,92	6,81	27,71	8,58
Trifloxystrobin 0,4/0,4	88	-	88	-	88	-	36,78	5,22	13,21	3,68	27,09	9,57
Trifloxystrobin 1,2	20,57	6,95	14,43	6,72	33,86	8,98	40,53	6,09	17,29	2,66	23,67	9,06
Trifloxystrobin 0,6/0,6	88	-	88	-	88	-	37,23	11,50	12,31	9,74	28,18	2,67
Trifloxystrobin 2,0	10,96	5,17	22,68	9,68	29,64	9,33	88	-	88	-	88	-

^a Εφαρμογή μυκητοκτόνου σε δύο χρονικές στιγμές, 5 ημέρες μετά την προσθήκη του υλικού επικάλυψης και 20 ημέρες αργότερα

^β 88: δεν δοκιμάστηκαν.

^γ μίγμα με mancozeb.

^δ μίγμα με cyproxanil.

Αξιολογώντας ποιοτικά τις καρποφορίες του συλλέχθηκαν από τις δύο καλλιέργειες παρουσία των μυκητοκτόνων, παρατηρήθηκε ότι ορισμένες δραστικές ουσίες των σκευασμάτων αυτών προκάλεσαν παραμορφώσεις στον πύλο του μανιταριού (Πίνακας 9), καθιστώντας τα μανιτάρια αυτά ακατάλληλα προς νωπή κατανάλωση. Οι παραμορφώσεις αυτές ήταν τόσο εμφανείς που προκάλεσαν σημαντική ποιοτική υποβάθμιση των μανιταριών, τα οποία αναγκαστικά κρίθηκαν ακατάλληλα για κατανάλωση ως νωπό προϊόν και προορίστηκαν για κονσεβοποίηση.

Πίνακας 9: Ποσοστό παραμορφωμένων μανιταριών (% συνολικού αριθμού μανιταριών) που προέκυψε μετά από εφαρμογή των επεμβάσεων με prochloraz, carbendazim, famoxadone, mancozeb, tebuconazole και trifloxystrobin σε δύο καλλιέργειες του μανιταριού *Agaricus bisporus*.

Επεμβάσεις (g/m ²)	Παραμορφωμένα μανιτάρια (% συνολικού αριθμού μανιταριών)	
	Πειραματική καλλιέργεια I	Πειραματική καλλιέργεια II
Μάρτυρας (νερό)	0,00	0,00
Prochloraz 1,2	0,00	0,00
Prochloraz 1,8	0,00	δδ
Prochloraz 0,6/0,6 ^a	δδ ^β	0,00
Carbendazim 1,2	1,31	δδ
Famoxadone ^γ 0,1	0,00	δδ
Famoxadone ^γ 0,16	0,00	δδ
Famoxadone ^δ 0,5	0,00	0,00
Famoxadone ^δ 0,25/0,25	δδ ^β	0,00
Famoxadone ^δ 0,73	0,00	δδ
Famoxadone ^δ 1,0	δδ	0,00
Famoxadone ^δ 0,5/0,5	δδ	0,00
Mancozeb 1,2	0,00	δδ
Tebuconazole 0,8	29,41	δδ
Tebuconazole 1,2	34,08	δδ
Trifloxystrobin 0,8	δδ	4,47
Trifloxystrobin 0,4/0,4	δδ	5,07
Trifloxystrobin 1,2	2,78	1,68
Trifloxystrobin 0,6/0,6	δδ	5,89
Trifloxystrobin 2,0	0,00	δδ

^a Εφαρμογή μυκητοκτόνου σε δύο χρονικές στιγμές, 5 ημέρες μετά την προσθήκη του υλικού επικάλυψης και 20 ημέρες αργότερα.

^β δδ: δεν δοκιμάστηκαν.

^γ μίγμα με mancozeb.

^δ μίγμα με cytochanil.

Όπως γίνεται φανερό από τον Πίνακα 9, οι παραμορφώσεις του πύλου κυμάνθηκαν, σε σχέση με τον συνολικό αριθμό μανιταριών, σε πολύ μικρά ποσοστά για τα κιβώτια με δραστική ουσία carbendazim (1,32%), χαμηλά για αυτά με trifloxystrobin (2,78 έως 5,89%), ενώ αξιοσημείωτο είναι το πολύ μεγάλο ποσοστό των παραμορφώσεων που προκάλεσε η δραστική ουσία tebuconazole και στις δύο συγκεντρώσεις που εφαρμόστηκε. Το ποσοστό των παραμορφωμένων μανιταριών ήταν 29,41% στη χαμηλή συγκέντρωση (0,8 mg/m²) και 34,08% στην υψηλή (1,2 mg/m²). Για τον λόγο αυτόν, το μυκητοκτόνο Folicur που περιέχει την ουσία αυτή δεν δοκιμάστηκε ξανά στην επόμενη καλλιέργεια, παρά το γεγονός ότι ελάττωσε τον αριθμό των ασθενών μανιταριών και έδωσε υψηλή βιολογική αποδοτικότητα.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα από τα πειράματα της παρούσας πτυχιακής μελέτης μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα.

- Τα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν τόσο ως σκευάσματα όσο και ως δραστικές ουσίες δεν είχαν σημαντική επίδραση στη ταχύτητα αύξησης του μυκηλίου του *A. bisporus*.
- Επειδή το ποσοστό προσβολής στο μάρτυρα (κυρίως στα πρώτα δυο κύματα) ήταν χαμηλό, η διαφοροποίηση των σκευασμάτων ως προς την δυνατότητα τους να περιορίσουν την προσβολή (αποτελεσματικότητα τους) σε συνθήκες πράξης δεν ήταν σαφής. Μπορούμε να συμπεράνουμε πάντως ότι και τα τρία υπο μελέτη μυκητοκτόνα (famoxadone, trifloxystrobin, tebuconazole) έδωσαν εφάμιλλα αποτελέσματα με τα μυκητοκτόνα αναφοράς (prochloraz και carbendazim). Η επίδραση τους όμως στην βιολογική αποδοτικότητα των καλλιεργειών δεν ήταν σταθερή και φαίνεται να εξαρτάται από την παρουσία του παθογόνου, τη δοσολογία και ενδεχομένως τον χρόνο εφαρμογής.
- Η πρόκληση έντονων παραμορφώσεων στις καρποφορίες από το σκεύασμα του μυκητοκτόνου tebuconazole είναι ο κυριώτερος περιοριστικός παράγοντας επιλογής του μυκητοκτόνου αυτού για να αξιοποιηθεί στην πράξη.

- Με τα μέχρι τώρα δεδομένα δεν κατέστη δυνατός ο διαχωρισμός των επιδράσεων των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στη καλλιέργεια (σύστημα παθογόνου-ξενιστή). Κατά συνέπεια είναι αναγκαία η μελέτη της επίδρασης των μυκητοκτόνων παρουσία και απουσία του παθογόνου. Με αυτό τον τρόπο θα γίνει ολοκληρωμένη μελέτη (σε διαφορετικούς θαλάμους) τόσο των επιδράσεων που έχουν τα σκευάσματα σε μη μολυσμένα μανιτάρια (δηλαδή μόνο στην βιολογική αποδοτικότητα, φυσιολογική εμφάνιση) όσο και στην αντιμετώπιση της ασθένειας σε μολυσμένα μανιτάρια (δηλαδή μόνο μελέτη αποτελεσματικότητας).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τα αρχικά αποτελέσματα από τα πειράματα αποτελεσματικότητας και βιολογικής αποδοτικότητας για τα σκευάσματα του famoxadone όσο του trifloxystrobin είναι ενθαρρυντικά και θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω, κυρίως όσον αφορά στην εκλεκτικότητάς τους αλλά και την υπολειμματικότητα τους για να τεκμηριωθεί η δυνατότητα χρήση τους ως νέα μυκητοκτόνα στην καταπολέμηση της βερτισιλίωσης του λευκού μανιταριού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

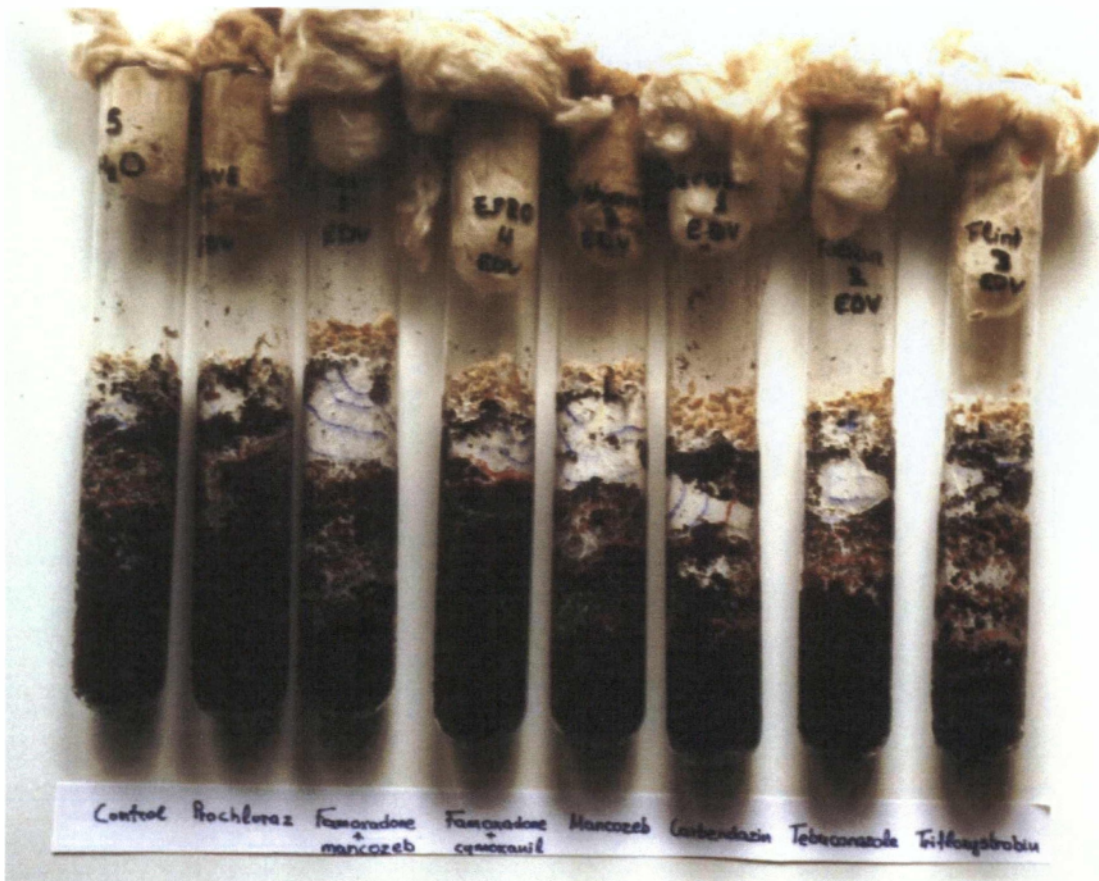
- Atkins, P. & Atkins, F. (1971). Major diseases of the cultivated white mushroom. Εκδ. Mushroom Growers Association Publication, pp. 23
- Beyer, M.D., Wuest J.P., Kremser J.J. Verticillium Dry Bubble Fact Sheet. www.mushgrowinginfo.cas.psu.edu.
- Bhatt, N. & Singh R. P. (2000). Chemical and biological management of major fungal pathogens of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. In L. Van Griensven (ed.) *Science and Cultivation of Edible Fungi* 15: 843-848. Rotterdam: Balkema
- Bobek, P., I. Ozdin & L. Kuniak, (1994). Mechanism of hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats - reduction of cholesterol absorption and increase of plasma cholesterol removal. *Zeitsch. Ern Rhungs.* 33: 44-50.
- Βυζαντινόπουλος, Σ. (2000). Περιοδικό ΕΘΙΑΓΕ. Τεύχος 2 (15). Οκτώμβριος-Δεκέμβριος.
- Γεωργόπουλος, Σ.Γ. (1979). Καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών. Γεωπονική Σχολή Αθηνών.
- Cohran, K. (1978). Medical effects. In S. T. Chang & W. A. Hayes (ed): *The biology and cultivation of edible mushrooms*, pp. 169-187. Academic Press, New York.
- Crisan, E. V. & A. Sands. (1978). Nutritinal value. In S. T. Chang & W. A. Hayes (ed): *The biology and cultivation of edible mushrooms*, pp. 137-168. Academic Press, New York.
- Delmas, J. (1989). Les champignons et leur culture. La Maison Rustique, Flammarion, Paris.
- Diamantopoulou, P. & Philippoussis, A. (2001). Production attributes of *Agaricus bisporus* white and off-white strains and the effect of CaCl₂ irrigation on productivity and quality. *Scientia Horticulturae* 91 (3-4): 379-391.
- Eicker A. (1985). A report on the use of prochloraz – manganese complex fungicide for the control of the major fungal pathogens of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). University of Pretoria South Africa pp.23
- Flegg, P. (2003). The response of *A.bisporus* to pathogens. *Mushroom Journal* 641: 14-15.
- Fletcher J.T., White R. F., Gaze R. H. (1989). Mushrooms: Pest and Disease Control. 2nd edition. Intercept Publication. pp. 174.
- Gaal S, Stanek J & Szili I, (1978). *Verticillium* control in mushroom growing using different fungicides. *Mushroom Science* 10: 337-347.
- Grewal, P.S. & Sohi, H.S. (1987). Integrated control of pests and diseases in mushroom cultivation. In P.J. Wuest, D. J. Royse & R. B. Beelman (eds): *Developments in Crop Science, Cultivation of Edible Fungi* pp. 667-677. Elsevier Publishing, Amsterdam.

- Grogan HM, Keeling C & Jukes AA, (2000). *In vivo* response of the mushroom pathogen *Verticillium fungicola* (dry-bubble) to prochloraz-mangense, In *Proceedings of the British Crop Protection Conference-Pests and Diseases*, pp. 273-278
- Hyun Jong Know. (2002). How can we control wet bubble disease caused by *Mycogone pernicioso*. www.Mushworld.com.
- Κωστάκης, Χ. (1986). Ασθένειες-εχθροί και ανωμαλίες του κηρευτικού μανιταριού. Εκπαιδευτικές σημειώσεις, Ηγουμενίτσα.
- Kwon, M. (2001). You can beat Dry Bubble. *Verticillium fungicola*. www.Mushworld.com.
- Λέντζα-Ρίζου, Χ. (1994). Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων στα αγροτικά προϊόντα. Εκδόσεις Επτάλοφος, Αθήνα σελίδες 166.
- Λαχουβάρης, Ε., Ζερβάκης, Γ., Φιλιπούσης, Α., & Δήμου, Δ. (2000). Οι κυριότερες ασθένειες της εμπορικής καλλιέργειας του λευκού μανιταριού *Agaricus bisporus* στην Ελλάδα. *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου*. 3-5 Οκτωβρίου, Καλαμάτα (Πόστερ).
- Lelley, J. & Straetmans, U. (1987). Hygiene in mushroom growing-disinfection, disinfectants and their suitability for mushroom farms. In P.J. Wuest, D. J. Royle & R. B. Beelman (eds): *Developments in Crop Science, Cultivation of Edible Fungi* pp. 621-636. Elsevier Publishing, Amsterdam.
- Mamoun M., Olivier J.M. & Vedier. (1995). Discussions on assessment of artificial infections with *Verticillium fungicola* for breeding programmes. *Mushroom Sci* 14: 669-677.
- Nair, N. G. & Fahy, P. C. (1976). Commercial application of biological control of mushroom bacterial blotch. *Australian Journal Agricultural Research*. 27: 415-422.
- Oei, P. (1993). La culture des champignons. Ministaire Franchise de la Cooperation, CTA, GRET, TOOL, Amsterdam. pp. 322
- Olivier, J.M., Guillaumes, J. & Martin, D. (1978). Study of a bacterial disease of mushroom cap. In *Proceedings of 4th International Conferance. Plant Pathology and Bacteriology*. 903-916.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P., Arapoglou D., Bocari M. & Israilides C. (2004). Agricultural waste utilisation for the production of the medicinal mushroom *Lentinula edodes*. In the *Proceedings of the International Conference for the Protection and Restoration of the Environment VII*, Myconos, Greece, p. 33.
- Philippoussis, A., Diamantopoulou, P. & Israilides, C. (2005). Production of functional food from the sporophores of the medicinal mushroom *Lentinula edodes* through exploitation of lingo-cellulosic agricultural residues. In the *Proceedings of the International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology (BioMicro World-2005)*, 15-18 March, Badajoz, Spain, pp. 634.

- Philippoussis, A. & Zervakis, G. (2000). Cultivation of edible mushrooms in Greece: Presentation of the current status and analysis of future trends. In L. Van Griensven (ed.) *Science and Cultivation of Edible Fungi* 15: 843-848. Rotterdam:Balkema
- Sanderson, F.R. (1973). Benomyl for the control of false truffles. *The Mushroom Journal* 12: 546-547.
- Smith JF, Wood DA & Thurston CE, (1995). Growth measurement of *Agaricus* mycelium in composted substrates as an indicator of compost selectivity and mushroom productivity. *Mushroom Science* 14: 293-301
- Stamets, P. (1993). The Puddy Straw Mushroom of the Genus *Volvariella*. 'Growing gourmet and medicinal mushrooms'. Ten Speed Press, Berkeley, pp. 552
- Staunton L. (2002). Chemical and Biological Control of Mushrooms Pest and Diseases www.Mushworld.com.
- Staunton L. & Dunne R. (2001). Integrated disease and pest control in Irish mushroom tunnels. www.teagasc.ie
- Tragoff, H. & Ricard, R.L. (1976). Biological control of *Verticillium malthousei* by *Trichoderma viride* spray on casing soil in commercial mushroom production. *Plant Disease Reporter* 60 (8): 677-680.
- Φίλιππούσης, Α. (1998). Στοιχεία καλλιέργειας του λευκού μανιταριού *Agaricus bisporus*. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε – Ερευνητική Μονάδα Μανιταριών Ι.Γ.Ε.Μ.Κ., Αθήνα, σελίδες 25.
- Φίλιππούσης, Α., Διαμαντοπούλου Π. & Ισραηλίδης Κ. (2005). Μελέτες παραγωγής λειτουργικού τροφίμου με ανοσοδιεγερτικές ιδιότητες από το μανιτάρι *Lentinula edodes*. 'Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου Συνεδρίου 'Βιοτεχνολογίας & Τεχνολογίας Τροφίμων', 31 Μαρτίου, 1& 2 Απριλίου, Αθήνα., σελ. 508-516.
- Φίλιππούσης, Α. & Ζερβάκης, Γ. (1998). Παραγωγή και κατανάλωση των εδώδιμων μανιταριών στην Ελλάδα και διεθνώς, ανάλυση της υφισταμένης κατάστασης και των προοπτικών για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 9 (1): 60-72.
- Φραντζεσκάκης, Ι. (1990). Βιολογία και καλλιέργεια των βρώσιμων μανιταριών. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελίδες 224.
- Umar, M.H., Geels, F.P., Van Griensven L.J.L.D. (2000). Pathology and pathogenesis of *Mycogone perniciosus* infection of *Agaricus bisporus*. In L. Van Griensven (ed.) *Science and Cultivation of Edible Fungi* 15: 843-848. Rotterdam:Balkema.
- Van Griensven, L.J.L.D. (1988). The cultivation of mushrooms. Mushroom Experimental Station, Horst, pp. 515.
- Van Zaayen, A.V. (1972). Mushroom virus disease in the Netherlands: symptoms, etiology, electron microscopy, spread and control. *Agriculture Research Report* 782, pp. 130.

- Van Zaayen, A.V. (1978). The control of wet bubble disease of mushrooms caused by *Mycogone perniciosa*. *Champignonculture* 22 (3): 77-81.
- Van Zaayen, A.V. & Van Adrichem J.V. (1982). Prochloraz for control of fungal pathogens of cultivated mushrooms. *Netherland Journal Plant Pathology* 88: 203-213.
- Verticillium fungicola*. www.ruralni.gov.uk
- Wasser, S. & Weis, A. (1999). Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: Current Perspectives (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms* 1, : 31-62.
- Wong, W.C., Fletcher, J.T., Unsworth, B.A. & Preece, T.F. (1982). A note on ginger blotch, a new bacterial disease of the cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. *Journal of Applied Bacteriology* 52: 43-48.
- Zervakis, G., Philippoussis, A., Ioannidou, S., & Diamantopoulou, P. (2001a). Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia Microbiologica* 46 (3): 231-234.
- Zervakis, G., Philippoussis, A. & Dimou, D. (2001b). The main diseases of commercially grown white mushroom *Agaricus bisporus*, in Greece. *Phytopathologia Mediterranea* 40 (2): 184.
- Zhang, J., G. Y. Whang, C. Zhuang, T. Mizuno, H. Ito, C. Suzuki, H. Okamoto & J. X. Li. (1994). Antitumor polysaccharides from a Chinese mushroom: Yuhuangmo, the fruiting body of *Pleurotus citrinopileatus*. *Bioscience, Biotechnology & Biochemistry*. 58: 1195-1201.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ



Εικ.1. Αξιολόγηση της επίδρασης των μυκητοκτόνων στη γραμμική αύξηση του μύκητα *A. bisporus* σε σωλίνες με τύρφη (Εργ. Εδάδμων Μυκήτων, ΕΘΙΑΓΕ/Ι.ΓΕ.Μ.Κ)



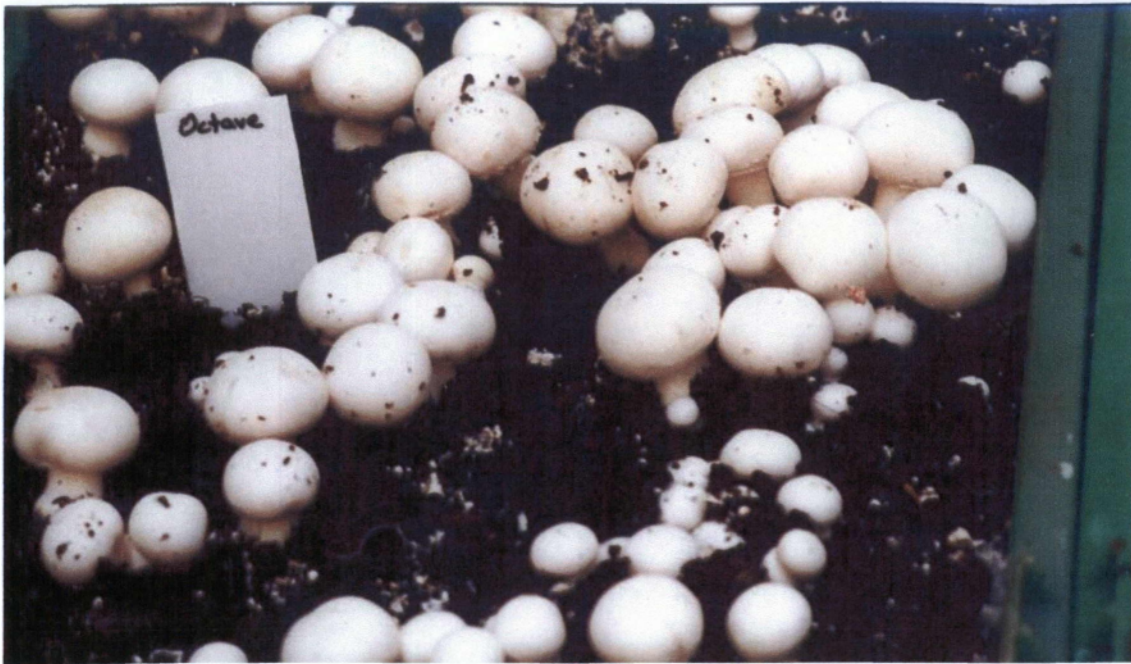
Εικ.2. Πειραματική διάταξη κιβωτιών για αξιολόγηση της επίδρασης των φυτοφαρμάκων σε συνθήκες πλοτικής καλλιέργειας του *A. bisporus* (Εργ. Εδάδμων Μυκήτων, ΕΘΙΑΓΕ/Ι.ΓΕ.Μ.Κ.).



Εικ.3. Συμπτώματα της ασθένειας της βερτισιλώσεως ή καστανής κηλίδωσης στα μανιτάρια.



Εικ.4. Προσβολή του μάρτυρα (χωρίς εφαρμογή μυκητοκτόνων) από το παθογόνο κατά την πειραματική καλλιέργεια. Διακρίνονται οι χαρακτηριστικές καστανές κηλίδες στην επιφάνεια των μανιταριών.



Εικ.5. Καρποσώματα του *A. bisporus* κατά την εφαρμογή του prochloraz στο πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του μυκητοκτόνου στην εκδήλωση της βερτισιλίωσης.



Εικ.6. Δεύτερο κύμα παραγωγής του *A. bisporus* κατά την εφαρμογή του carbendazim στο πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του μυκητοκτόνου στην εκδήλωση της βερτισιλίωσης.



Εικ.7. Παραμορφωμένα καρποσώματα του *A. bisporus* κατά την εφαρμογή του tebuconazole στο πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του μυκητοκτόνου στην εκδήλωση της βερτισιλίωσης.



Εικ.8. Καρποσώματα του *A. bisporus* κατά την εφαρμογή του trifloxystrobin στο πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του μυκητοκτόνου στην εκδήλωση της βερτισιλίωσης.



Εικ.9. Δεύτερο κύμα παραγωγής του *A. bisporus* κατά την εφαρμογή του μυκητοκτόνου famoxadone (μίγμα με cyproconil, εμπορικό σκεύασμα Equation Pro) στο πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του μυκητοκτόνου στην εμφάνιση της βερτισιλίωσης.



Εικ.10. Δεύτερο κύμα παραγωγής του *A. bisporus* κατά την εφαρμογή του μυκητοκτόνου famoxadone (μίγμα με mancozeb, εμπορικό σκεύασμα Equation Contact) στο πείραμα αξιολόγησης της επίδρασης του μυκητοκτόνου στην εμφάνιση της βερτισιλίωσης.