



Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Πελοποννήσου
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων

Πτυχιακή εργασία

**"Η χρήση πτητικών ουσιών στην αντιμετώπιση
μετασυλλεκτικών ασθενειών των φυτικών
προϊόντων".**



Αναστάσιος Γεωργίου

ΚΑΛΑΜΑΤΑ
2013

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
(Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ)
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**"Η ΧΡΗΣΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΗΝ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ
ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ".**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Αναστάσιος Γεωργίου

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Μαρία Παπαδοπούλου

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Σοφία Αγριοπούλου

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2013

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην περάτωση αυτής της πτυχιακής εργασίας, ιδιαίτερα την κ.Παπαδοπούλου Μαρία και την κ. Αγριοπούλου Σοφία. Επίσης ευχαριστώ θερμά τη φίλη μου και την οικογένειά μου που πολλές φορές σιωπηλά με παρότρυναν να συνεχίσω και με υποστήριξαν όλα αυτά τα χρόνια.

Η πτυχιακή μου αφιερώνεται στους γονείς μου και στη μνήμη του θείου μου, ιατρού, Βαγγέλη Σκοπετέα που έφυγε από τη ζωή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φυτά, η πηγή της τροφής του ανθρώπου και των ζώων, προσβάλλονται από ένα μεγάλο αριθμό διαφόρων κατηγοριών φυτοπαράσιτων. Περίπου 100.000 ασθένειες προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς και άλλα παθογόνα αίτια, όπως οι μύκητες, τα βακτήρια, οι ιοί. Οι μύκητες και τα βακτήρια προκαλούν πολύ σοβαρές ζημιές τόσο στον αγρό όσο και στα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα. Οι καλλιέργειες που προσβάλλονται από παθογόνους μικροοργανισμούς στον αγρό παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες στη συντήρησή τους.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα: «Η χρήση πτητικών ουσιών στην αντιμετώπιση μετασυλλεκτικών ασθενειών των φυτικών προϊόντων» έχει σκοπό τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ασθενειών των φυτικών προϊόντων κατά την αποθήκευσή τους και τη χρήση των πτητικών ουσιών, ως εναλλακτικός τρόπος στην αντιμετώπισή τους. Επίσης παρουσιάζονται τρόποι για τη μείωση των μετασυλλεκτικών απωλειών και κατά συνέπεια τη βελτίωση των οποροκηπευτικών προϊόντων. Για να επιτευχθεί αυτό, όπως διαπιστώνεται και σε επόμενα κεφάλαια, κρίνονται απαραίτητες οι προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις με προσεκτικούς χειρισμούς κατά τη συγκομιδή και κυρίως η εφαρμογή κατάλληλων μετασυλλεκτικών χειρισμών κατά τη μεταφορά και τη συντήρησή τους.

Έτσι, στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται εκτενής ανάλυση των μετασυλλεκτικών ασθενειών, των παθογόνων που τις προκαλούν, καθώς και των τρόπων αντιμετώπισής τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται και ταξινομούνται τα μυκητοκτόνα και τα βακτηριοκτόνα. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εναλλακτικοί τρόποι αντιμετώπισης των ασθενειών με τη ρύθμιση διαφόρων παραγόντων, όπως το αιθυλένιο και το όζον στους χώρους αποθήκευσης. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά κυρίως σε φυσικά σκευάσματα που αναδύουν με φυσικούς τρόπους πτητικές ουσίες. Τέλος υπάρχουν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική αυτή έρευνα.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	9
1.1. ΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ, ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ.....	9
1.1.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΥΚΗΤΩΝ.....	13
1.2. ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	15
1.2. 1. ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	15
1.2.2. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΗΨΕΩΝ ΝΩΠΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ...	21
1.3. ΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ, ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	22
1.3.1. ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ.....	25
1.3.2. ΒΑΚΤΗΡΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	26
1.3.3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΣΗΨΕΩΝ.....	29
1.4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ	29
1.4.1 ΜΥΚΟΤΟΞΙΝΕΣ	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ – ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΤΟΝΑ	36
2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	36
2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΥΚΗΤΟΚΤΩΝΩΝ.....	38
2.2.1. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ.....	39
2.2.2. ΟΡΓΑΝΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ.....	41
2.2.3. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ	42
2.2.4. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΔΙΑΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ	43
2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΟΙ ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ	53
3.1. ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ	53
3.2. ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	57
3.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ	57
3.3. ΟΖΟΝ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ.....	64
3.3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ ΣΕ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ	65
3.4. ΤΟ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ ΣΤΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΖΩΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	70
3.5. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ CO ₂	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΕ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.	74

4.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΥΜΟΥ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ.....	74
4.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΡΙΓΑΝΗΣ <i>Origanum onites</i> L, ΔΙΚΤΑΜΟΥ <i>Origanum dictamnus</i> L, ΔΥΟΣΜΟΥ <i>Mentha spicata</i> ΜΕ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ	75
4.3. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΤΗΤΙΚΗΣ ΑΛΛΙΣΙΝΗΣ ΣΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ ΣΚΟΡΔΟΥ <i>Allium sativum</i> L. ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΕ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ, ΜΥΚΗΤΕΣ ΚΑΙ ΩΜΥΚΗΤΕΣ.....	80
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84
Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	84
Β. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	86
Γ. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	88

Εισαγωγή:

Με την εμφάνιση της βιομηχανίας και την αύξηση των πληθυσμών των πόλεων άρχισε να αυξάνεται η ζήτηση γεωργικών προϊόντων. Επιπλέον οι αυξημένες διατροφικές απαιτήσεις τόσο σε ποσοτικό όσο και σε ποιοτικό επίπεδο σχετίζονται άμεσα με το μεγάλο πρόβλημα της διατροφής του ανθρώπου. Οι προσπάθειες που γίνονται ώστε να επιλυθεί το πρόβλημα αυτό δεν αφορούν μόνο στο να εξευρεθούν τρόποι για την αύξηση της γεωργικής παραγωγής, αλλά επεκτείνονται ιδιαίτερα και στους τομείς που αφορούν την αποθήκευση και διακίνηση των παραγόμενων προϊόντων. Σχεδόν όλα τα αγροτικά προϊόντα δεν καταναλώνονται άμεσα, αλλά αποθηκεύονται είτε για μικρό, είτε για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε αποθηκευτικούς χώρους. Ωστόσο, όταν ένα προϊόν αποθηκεύεται υποβαθμίζεται ποιοτικά, γεγονός που αποδίδεται σε διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος του αποθηκευτικού χώρου, που πολλές φορές προκαλούν σημαντικές ζημιές. Η βασική προτεραιότητα είναι η ελαχιστοποίηση των ποσοτικών και ποιοτικών απωλειών από εχθρούς και παθογόνους μικροοργανισμούς, για όσο διάστημα παραμένει το προϊόν στην αποθήκη.

Οι σημαντικότεροι οργανισμοί που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα τρόφιμα είναι τα έντομα, τα ακάρεα, τα τρωκτικά, οι μύκητες και τα βακτήρια. Οι απώλειες που μπορούν να προκληθούν στα προϊόντα από την δράση αυτών των οργανισμών κατά το στάδιο της αποθήκευσης, μπορεί να είναι πολύ μεγάλες και ανέρχονται διεθνώς σε πολλά δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Οι μετασυλλεκτικές ασθένειες προκαλούνται κυρίως από :

1. Δευτερομύκητες (Fusarium, Botrytis, Alternaria, Penicillium κ.α)
2. Ωομύκητες (Pythium, Phytophthora)
3. Ζυγομύκητες (Rhizopus, Mucor)
4. Βακτήρια (Erwinia, Pseudomonas).

Η αξιολογη πρόοδος της επιστήμης στο βιολογικό και τεχνολογικό τομέα, για να επιλυθεί το πρόβλημα αυτό δεν περιορίζεται μόνο στην εξεύρεση τρόπων αύξησης και καλύτερευσης της γεωργικής παραγωγής, αλλά επεκτείνεται στους τομείς διακίνησης και αποθήκευσης των παραγόμενων προϊόντων, με σκοπό την μείωση των απωλειών και ζημιών από έντομα και ασθένειες. Η όλη προσπάθεια είχε σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση και την αναθεώρηση των μέτρων προστασίας της γεωργίας, παρ' όλα αυτά όμως οι προκαλούμενες ζημιές στη γεωργική παραγωγή από τους διάφορους εχθρούς και ασθένειες, εξακολουθούν ακόμη και σήμερα να είναι σημαντικές. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων, οι απώλειες γεωργικών προϊόντων κατά την

αποθήκευση, ανέρχονται σε ποσοστό περίπου 17% της παγκόσμιας παραγωγής, εκ των οποίων το 7% από τρωκτικά και ασθένειες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι μόνο από τις απώλειες των σιτηρών από έντομα κατά την αποθήκευση και την καλλιέργειά τους, θα έφταναν για να αποτρέψουν τους λιμούς στις υπανάπτυκτες χώρες.

Τα παθογόνα των φυτών είναι μικροοργανισμοί που προκαλούν ασθένειες στα φυτά. Βρίσκονται παντού (έδαφος, αέρα, νερό κλπ.). Το μέγεθος των ποικίλλει και αυξάνεται κατά σειρά βακτήρια, ζυμομύκητες, ευρωτομύκητες. Η μεγαλύτερη διάσταση τους είναι της τάξεως των λίγων μικρών (μ).

Οι μικροοργανισμοί προσβάλλουν όλα τα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων:

- ❖ Υδρολύουν το άμυλο και τη κυτταρίνη και ζυμώνουν τα απλά σάκχαρα.
- ❖ Υδρολύουν τα λίπη και έλαια.
- ❖ Προσβάλλουν τις πρωτεΐνες και παράγουν οσμές σήψεως και αμμωνίας.
- ❖ Παράγουν οξέα από τη διάσπαση συστατικών των τροφίμων και προκαλούν ξύνισμα σε αυτά.
- ❖ Παράγουν αέρια και προκαλούν αφρισμό στα τρόφιμα.
- ❖ Προκαλούν ανεπιθύμητους μεταχρωματισμούς στα τρόφιμα.
- ❖ Παράγουν τοξίνες, που, όταν καταναλωθούν μαζί με τα τρόφιμα, προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις.

Οι καλλιέργειες που προσβάλλονται από παθογόνους μικροοργανισμούς στον αγρό παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες στη συντήρησή τους. Οι συνθήκες φυτοϋγείας στον αγρό και η αφαίρεση τυχόν προσβεβλημένων φυτών είναι δυνατόν να επηρεάσουν το μέγεθος των μετασυλλεκτικών απωλειών.

Η προστασία των καλλιεργειών και των αποθηκευμένων προϊόντων από τους παθογόνους οργανισμούς για να είναι αποτελεσματική, οικονομική και ασφαλής, πρέπει να γίνεται με τις κατάλληλες στρατηγικές, χρησιμοποιώντας μεθόδους και μέσα που εφαρμόζονται σωστά, μετά από γνώση και συνεκτίμηση διάφορων παραγόντων που την επηρεάζουν.

Μία μεγάλη ποικιλία πτητικών ουσιών (αλκοόλες, κετόνες, αλδεύδες, εστέρες, τερπένια κ.α.) έχουν βρεθεί σε φυτικούς ιστούς. Ένας από τους ρόλους που έχουν στη φύση είναι η προστασία έναντι ασθενειών και η απώθηση εντόμων -εχθρών. Αυτή την ιδιότητα τους προσπαθεί να εκμεταλλευθεί ο άνθρωπος με υποκαπνισμό των ουσιών αυτών σε αποθηκευτικούς χώρους. Η μέθοδος παρουσιάζει δύο πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα:

- α) μπορεί να συνδυαστεί σε μία προσπάθεια παραγωγής βιολογικών προϊόντων και

β) μπορεί να εφαρμοστεί μαζί με τη μέθοδο της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, οι στεγανοί θάλαμοι της οποίας αποτελούν πολύ καλό χώρο δράσης των πτητικών ουσιών που μπορούν να φτάσουν σε όλα τα σημεία του χώρου.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται πολλές προσπάθειες και μελέτες για την χρήση διάφορων πτητικών στην αντιμετώπιση των μετασυλλεκτικών απωλειών των φυτικών προϊόντων. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών είναι αρκετά θετικά , όπως π.χ. οι ουσίες οξικό οξύ και ακεταλδεύδη έχουν δώσει αξιόλογα αποτελέσματα στην καταπολέμηση μετασυλλεκτικών μυκητολογικών σήψεων σε μήλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Οι μετασυλλεκτικές ασθένειες των νωπών φρούτων και λαχανικών, που εκδηλώνονται κατά τη διάρκεια της συντήρησης στα ψυγεία ή και στα ράφια των καταστημάτων αποτελούν τον κύριο παράγοντα πρόκλησης ποσοτικών απωλειών αλλά και ποιοτικής υποβάθμισης και οφείλονται σε μη παρασιτικά και παρασιτικά αίτια (μύκητες, βακτήρια).

1.1. ΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ, ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικοί μη φωτοσυνθετικοί οργανισμοί και ανήκουν σε ξεχωριστό βασίλειο, το βασίλειο των μυκήτων. Για την ακρίβεια, είναι χημειοετερότροφοι αερόβιοι μονοκυτταρικοί μικροοργανισμοί περισσότερο ανθεκτικοί σε όξινες συνθήκες και ξηρότερο περιβάλλον από τα βακτήρια. Είναι μια μεγάλη ομάδα μικροοργανισμών με πάνω από 100.000 είδη που ζουν παρασιτικά προκαλώντας διάφορες ασθένειες στα φυτά και στους ανθρώπους. Υπάρχουν και χρήσιμοι μύκητες όπως οι μύκητες της ζύμης που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων και άλλοι που χρησιμοποιούνται στη φαρμακοβιομηχανία (πενικιλίνη). Όλοι οι μύκητες είναι χημειοετερότροφοι κατά κύριο λόγο σαπρόφυτα, αλλά και ορισμένοι παθογόνοι, όπως προαναφέρθηκε παραπάνω, κυρίως για τα φυτά αλλά και για τα ζώα και τον άνθρωπο. Μεγαλύτερη είναι η σημασία των παθογόνων μυκήτων για τα φυτά, αυτοφυή και καλλιεργούμενα, και για το λόγο αυτό εξελίχθηκε και διαμορφώθηκε από πολύ παλιά, ως ιδιαίτερος κλάδος της επιστήμης, η φυτοπαθολογία. Υπάρχουν πολλές χιλιάδες είδη, ενώ πάνω από 500 έχουν ενοχοποιηθεί για λοιμώξεις. Χωρίζονται σε παρασιτικούς (λοιμογόνους) και σαπροφυτικούς (μη παθογόνους, που όμως μπορεί να έχουν εφαρμογές σε παρασκευή κρασιού, ψωμιού κ.α.). Οι μύκητες μπορεί να παράγουν αντιβιοτικά. Το πρώτο αντιβιοτικό που ανακάλυψε ο *Fleming*, η πενικιλίνη προέρχεται από ένα είδος *Penicillium* (υφομύκητα). Υπάρχουν τέλος μύκητες τοξινογόνοι των οποίων οι τοξίνες προκαλούν μεγάλες ζημιές στα ζώα αλλά και στον άνθρωπο.

Από άποψη μορφολογίας οι μύκητες διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τους ζυμομύκητες και τους υφομύκητες.

Οι ζυμομύκητες είναι σφαιρικοί ή ελλειψοειδείς σχηματισμοί που αναπαράγονται δια εκβλαστήσεων σε ειδικά θρεπτικά υλικά. Πρόκειται δηλαδή για ελλειψοειδείς, σφαιρικούς ή ραβδόμορφους μικροοργανισμούς. Το μέγεθός τους ποικίλλει από 2-6 μm, ενώ ο πολλαπλασιασμός τους γίνεται με εκβλάστηση, διχοτόμηση (σχιζομύκητες) ή σπορογονία (δυσμενείς συνθήκες). Μπορεί να είναι σπορογόνοι ή και άσποροι. Ενώ η κυτταρική οργάνωση των ζυμομυκήτων περιλαμβάνει:

- Κυτταρικό τοίχωμα από ημικυτταρίνη, χιτίνη. (Συχνά γλοιώδες περίβλημα που προκαλεί συγκόλληση).
- Κυτταρική μεμβράνη
- Κυτταρόπλασμα με πυρήνα, χυμοτόπια και σπειρωτά κοκκία.

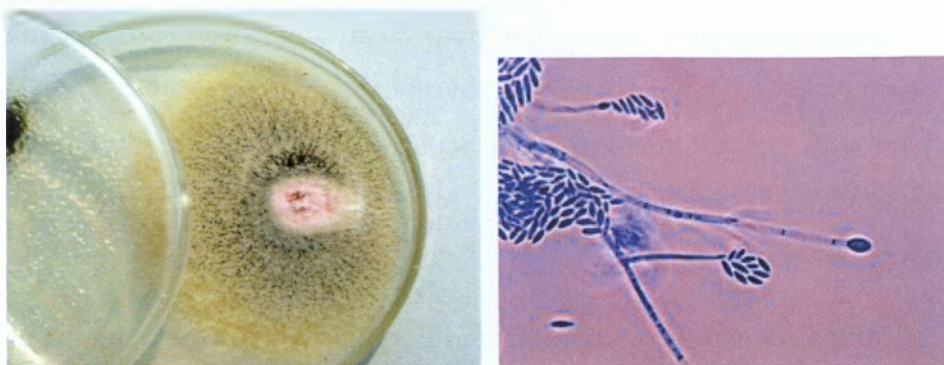
Οι ζυμομύκητες είναι αερόβιοι, ανθεκτικοί σε χαμηλό pH και ενεργότητα νερού, αλλά είναι ευαίσθητοι στη θερμοκρασία. Οι ζυμομύκητες προκαλούν αλλοιώσεις, αλλά όχι παθογένεια.

Αντίθετα, οι υφομύκητες ή νηματοειδείς μύκητες, αποτελούνται από κυλινδρικούς σχηματισμούς, τις υφές, που μεγαλώνουν με διακλαδώσεις και επιμηκύνσεις σχηματίζοντας χνουδατές αποικίες (το μυκήλιο, εικόνα 1).

Υπάρχει και μια άλλη κατηγορία μυκήτων, οι καλούμενοι δίμορφοι μύκητες, αναπτύσσονται στον ξενιστή ως ζυμομύκητες, ενώ σε θερμοκρασία περιβάλλοντος λαμβάνουν τη μορφή υφομυκήτων.

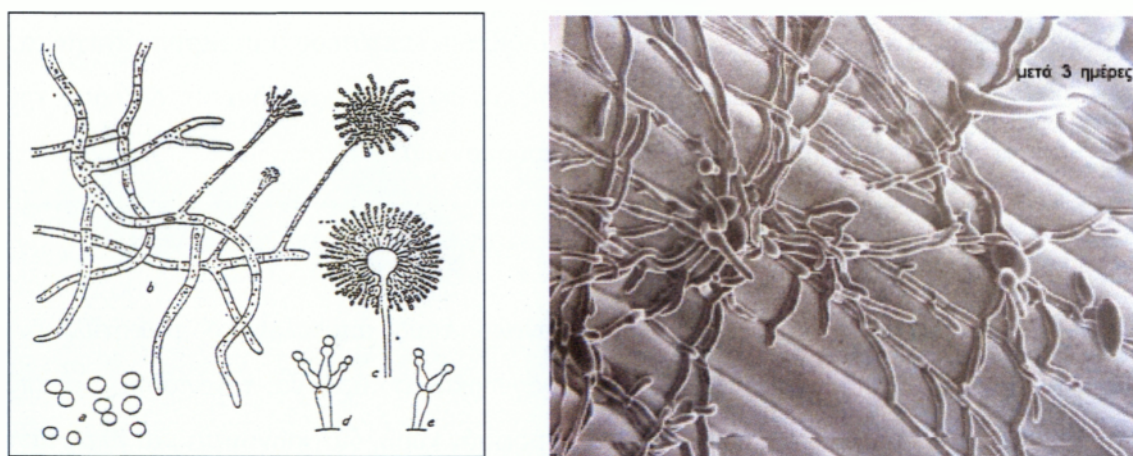


Εικόνα 1: Το μυκήλιο του μύκητας του γένους *Altaria* (Πηγή: <http://www.flickr.com/photos/>)



Εικόνα 2: Το μυκήλιο του μύκητα σε PDA (αριστερά), και τα Κονίδια του μύκητα του γένους *Fusarium* (Πηγή: <http://en.wikipedia.org>)

Οι λεγόμενες υφομύκητες ή νηματοειδείς μύκητες είναι μικροοργανισμοί νηματοειδούς μορφής και κατατάσσονται από πολλούς επιστήμονες στην ομάδα των Ευρωτομύκητες (Μούχλες). Όπως και ζυμομύκητες, οι ευρωτομύκητες είναι αερόβιοι, ανθεκτικοί σε χαμηλές θερμοκρασίες, χαμηλό pH και ενεργότητα νερού, και συνήθως ευαίσθητοι σε ψηλές θερμοκρασίες. Όσον αφορά την οργάνωσή τους, είναι μονοκύτταροι οργανισμοί και αποτελούνται από ένα βλαστικό και ένα καρποφόρο μέρος. Το βλαστικό μέρος περιλαμβάνει διακλαδωμένα νηματοειδή κύτταρα (νηματώδη υφή) που σχηματίζουν μυκήλια. (εικόνα 3). Το δε καρποφόρο μέρος αποτελεί μια νηματώδη υφή (κονιδιοφόρος) που σχηματίζει σπόρια.



Εικόνα 3 : Αριστερά - Σχηματική αναπαράσταση του μυκηλίου και των σπόρων του μύκητα *Aspergillus niger*, a) Κονίδια, b) Μυκήλιο με κονιδιοφόρους, c) Κονιδιοφόροι, d & e) Διακλαδωμένα στηρίγματα. Δεξιά - Οι διακλαδιζόμενες υφές του μυκηλίου ενός Ασκομύκητα στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σαρώσεως.

Αρκετά είδη των ευρωτομυκήτων είναι παθογόνα., αλλοίωσης ή ωφέλιμοι (ωρίμανση τυριού, οργανικά οξέα, αντιβιοτικά, ένζυμα). Οι ευρωτομύκητες που αναπτύσσονται στα τρόφιμα δεν είναι παθογόνοι με εξαίρεση την κάτω από ορισμένες ακραίες συνθήκες κακής πρακτικής δυνατότητα παραγωγής από ορισμένους μυκοτοξινών που είναι ιδιαίτερα τοξικές.

Παρακάτω αναφέρονται τα πιο χαρακτηριστικά στοιχεία των προαναφερόμενων ομάδων μυκήτων. Αυτά είναι τα εξής

1) Βλαστομύκητες (Ζύμες) π.χ. *Candida albicans*

Έχει πολυμορφισμό, πολλαπλασιάζεται με εκβλάστηση του θυγατρικού κυττάρου από το μητρικό, παράγει υφές (ψευδοϋφές) και σπάνια αληθείς υφές σε κατάλληλα υποστρώματα) και βλαστοκονίδια. Τα βλαστοκύτταρα είναι μονοκύτταρια σχήματος σφαιρικού ή ωσειδούς και διαμέτρου 2-60 μm και διαθέτουν κυτταρική μεμβράνη, ωσειδή πυρήνα, μιτοχόνδρια, ριβοσώματα, ενδοπλασματικό δίκτυο συχνά συνδεδεμένο με την πυρηνική μεμβράνη και κενοτόπια.

Οι ψευδοϋφές της *C. albicans* αποτελούνται από επιμήκη κύτταρα. Τα εκβλαστώματα και τα μητρικά κύτταρα επιμηκύνονται, παραμένουν ενωμένα, δίνουν συνεχώς ένα με δύο νέα εκβλαστώματα, τα οποία παραμένουν επίσης ενωμένα και μ' αυτό τον τρόπο σχηματίζεται μάρφωμα παρόμοιο με μυκητύλλιο, με διακλαδώσεις το ψευδομυκητύλλιο.

Κατά το σχηματισμό αληθών υφών παρατηρείται επιμήκυνση της εκβλάστησης, η οποία ονομάζεται βλαστικός σωλήνας, και διαθέτει λεπτότερο κυτταρικό τοίχωμα. Σε κατάλληλα υποστρώματα οι υφές της *C. albicans* παράγουν σπόρια με διπλό ή τριπλό κυτταρικό τοίχωμα τα χλαμυδοσπόρια ή χλαμυδοκονίδια.

2) Μυκηλιακοί μύκητες

Φέρουν αληθινές υφές, που το σύνολο τους αποτελεί το μυκητύλλιο. Το μυκητύλλιο εξελισσόμενο παράγει τα αναπαραγωγικά του όργανα, τα σπόρια. Τα σπόρια όταν βρεθούν σε κατάλληλο περιβάλλον προσροφούν νερό, διογκώνονται και βλαστάνουν, προβάλλοντας ένα μικρό βλαστικό σωλήνα, ο οποίος εξελίσσεται στην επιμήκη, νηματοειδή υφή. Οι μυκηλιακοί μύκητες που ανήκουν στους Ζυγομύκητες διαθέτουν υαλοειδές κοινοκύτταρο μυκήλιο χωρίς εγκάρσια διαφράγματα (π.χ. *Mucor*). Οι ασκομύκητες αν και διαθέτουν παρόμοιας διαμέτρου υφές αυτές χωρίζονται σε τμήματα με εγκάρσια διαφράγματα. Αυτά οριοθετούν διαφορετικά κύτταρα, αλλά φέρουν και οπή

επικοινωνίας στο κέντρο.

3) Δερματοφύτα.

Είναι υπαρκτός μετά από μίτωση, μονογονικός ή ασεξουαλικός (εκβλάστηση ή διαίρεση κυτάρων) (ατελείς ή ανάμορφοι μύκητες). Με μείωση ή αμφιγονικός ή σεξουαλικός (σύζευξη δύο στελεχών διαφορετικών ή του ίδιου μύκητα, ένωση κυττάρων, συνένωση πυρήνων, μειωτική διαίρεση) (τελειόμορφοι μύκητες (παλαιότερα δευτερομύκητες). Συχνά υπάρχουν στον ίδιο μύκητα και οι δύο τρόποι πολλαπλασιασμού.

Τέλος οι μυκηλιακοί μύκητες δηλαδή αυτοί που παράγουν υφές και οι βλαστομύκητες ή ζύμες επίσης οι δίμορφοι μύκητες που έχουν τα χαρακτηριστικά και των μυκηλιακών και των βλαστομυκήτων συμπεριλαμβάνονται στους λεγόμενους μικρομύκητες. Ενώ οι μυκηλιακοί μύκητες που παράγουν υφές και έχουν ευδιάκριτες καρποφορίες, τα γνωστά μανιτάρια (Βασιδιομύκητες) αναφέρονται ως μακρομύκητες με μανιτάρια που πολλοί είναι εδώδιμοι αλλά και πολλοί είναι δηλητηριώδεις για τον άνθρωπο (πχ του γένους *Amanita*).

1.1.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΥΚΗΤΩΝ

Οι μύκητες από το 1983 πλέον περιλαμβάνονται στο ξεχωριστό βασίλειο, το βασίλειο των μυκήτων (Regnum Fungi) και ως Στραμενόπιλα κάποια είδη σε τέσσερα διαφορετικά φύλλα του βασιλείου των Πρωτίστων. Σύμφωνα με τα τελευταία φυλογενετικά δεδομένα, το βασίλειο Μυκήτων αποτελείται από 4 φύλλα: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*. Το βασίλειο Στραμενόπιλα περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τα φύλλα: *Oomycota*, *Hyphochytriomycota* και *Labyrinthulomycota*, που προγενέστερα εξετάζονταν ως μύκητες. Επίσης, το βασίλειο των πρωτίστων αποτελούν τα παρακάτω 4 φύλλα: *Mycxomycota*, *Dictyosteliomycota*, *Acrasiomycota* και *Piasmodiophoromycota*. (Ζερβάκης, 1998).

Το νέο βασίλειο περιλαμβάνει δύο φύλα (συννομοταξίες) τους Μυξομύκητες (*Μυχομυκοτίνια*), που κινούνται με αμοιβαδοειδή κίνηση και στερούνται κυτταρικού τοιχώματος στην βλαστική τους φάση και τους Ευμύκητες (*Ευμυκοτίνια*) που έχουν κυτταρικό τοίχωμα, δεν κινούνται και είναι μονοκύτταριοι αποτελούμενοι από βλαστοκύτταρα ή από διακλαδιζόμενες υφές. Βλαστομύκητες που σχηματίζουν ψευδοϋφές (*Candida albicans*, *C.tropicalis*, *C.parapsilosis*, *C.krusei* κ.α.), που σχηματίζουν αρθροσπόρια (γεώτριχο, τριχόσπορο), που δεν σχηματίζουν υφές ή ψευδοϋφές (*Cryptoco*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* ή *C.glabrata*, *Saccharomyces*), που παράγουν μαύρη χρωστική

(*Wangiella dermatitidis*).

❖ Υφομύκητες χωρίς διαφράγματα στις υφές: (Ζυγομύκητες.) *Rhizopus*, *Mucor*, *Absidia*, *Syncephalastrum*, *Circinella*, *Cunninghamella*

1. Με κονίδια σε κεφαλές: Ασπέργιλλοι (*A.niger*, *A.flavus*, *A.fumigatus* κ.α.)
2. Με κονίδια σε μορφώματα σαν «σκούπα ή χρωστήρας»: *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Scopulariopsis*
3. Με κονίδια σε ομάδες – σωρούς: *Cephalosporium*, *Trichoderma*, *Fusarium* κ.α.
4. Με μεμονωμένα εκφυόμενα κονίδια: *Chrysosporium*, *Allescheria*, *Sepedonium* κ.α.

❖ Χρωμομύκητες ή ευκαιριακοί μαύροι μύκητες ή *Dematiaceous molds* ή μύκητες παράγοντες σκοτεινόχρωμες ή έντονα κεχρωσμένες υφές κλπ. περιγραφικές ονομασίες.

1. Παράγοντες κονίδια με πολλά κύτταρα διαχωριζόμενα και κατά τον εγκάρσιο και τον επιμήκη άξονα: *Alternaria*, *Stemphiliium*, *Epicoccum*
2. Παράγοντες κονίδια με πολλά κύτταρα διαχωριζόμενα κατά τον εγκάρσιο άξονα: *Curvularia*, *Helminthosporium*, *Heterosporium*
3. Παράγοντες κονίδια με ένα κύτταρο: *Cladosporium*, *Nigrospora*, *Aureobasidium*
4. Βραδέως αναπτυσσόμενοι: *Cladosporium spp*, *Phialophora*, *Fonsecaea* κ.α.

❖ Δερματοφύτα

1. *Microsporum spp* (*M.canis*, *M.audouini*, *M.gypseum* κ.α.)
2. *Trichophyton spp* (*T.mentagrophytes*, *T.rubrum*, *T.violaceum*, *T.tonsurans*,
a. *T.schoenleinii*, *T.verrucosum* κ.α.)
3. *Epidermophyton floccosum*

❖ Δίμορφοι μύκητες

1. *Blastomyces dermatitidis*, *Histoplasma capsulatum*, *Coccidioides immitis*,
2. *Paracoccidioides brasiliensis*, *Sporothrix schenckii*
3. Το *Pityrosporum ovale* ή *Malassezia furfur* είναι όπως αναφέρθηκε δίμορφος μύκητας που προκαλεί δερματομυκητιάσεις.

1.2. ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

1.2.1. ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Οι ζημιές που προκαλούνται από τους μύκητες στα φυτικά προϊόντα, συχνά παραμελούνται μέχρι η προσβολή να φτάσει σε προχωρημένο στάδιο. Οι μύκητες δεν προκαλούν μόνο οι άμεσες ζημιές, αλλά επίσης μπορεί να απειλήσουν την υγεία τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων με την παραγωγή δηλητηρίων, τα οποία μολύνουν τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές. Τα πιο διαδεδομένα είδη μυκήτων και οι ζημιές που προκαλούν περιγράφονται παρακάτω.

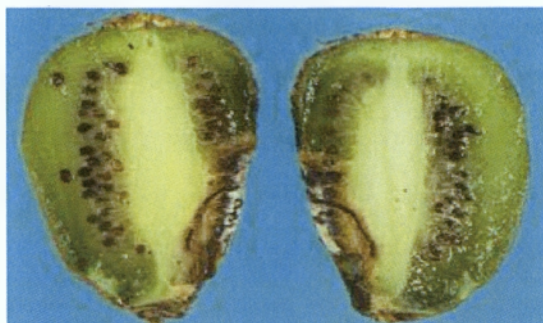
Οι μύκητες που εντοπίζονται στους σπόρους των σιτηρών και των ψυχανθών ή και στα οποιαδήποτε αποθηκευμένα προϊόντα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τους «μύκητες του αγρού» και τους «μύκητες της αποθήκης». Συνήθως ένας σαφής διαχωρισμός δεν είναι εύκολο να γίνει, καθώς η ανάπτυξη του μύκητα μπορεί να ξεκινήσει στον αγρό και να συνεχιστεί κατά την διάρκεια της αποθήκευσης. Η αρχική πηγή τους όμως είναι σε κάθε περίπτωση ο αγρός.

Αλτεναρίωση: Προκαλείται από το μύκητα *Alternaria* (εικόνα 5). Πρόκειται για μύκητες με παγκόσμια εξάπλωση, οι οποίοι απομονώνονται συχνά από το έδαφος, όπου δρουν ως αποικοδομητές, τον αέρα, καθώς και από διάφορα φυτά και τρόφιμα. Σχηματίζουν επίπεδες αποικίες γκριζου χρώματος και διαμέτρου 3-9cm. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η παραγωγή μιας χρωστικής που μοιάζει με τη μελανίνη.

Το γένος αυτό περιλαμβάνει 100 παρασιτικά είδη, τα οποία ζουν εις βάρος άλλων οργανισμών. Προσβάλλουν φυτά, όπως τις πατάτες, τις τομάτες, τις μελιτζάνες, τα μαρούλια, τα λάχανα κ.ά., προκαλώντας καστανόχρωμες κηλίδες στα φύλλα τους. Η ασθένεια που προκαλεί ο συγκεκριμένος μύκητας στα φυτά ονομάζεται αλτεναρίωση. Η άμεση μόλυνση είναι κυρίως στα φύλλα και μπορεί να οδηγήσει σε αποφύλλωση, και πρόωρη ωρίμανση των καρπών. Η είσοδος του παθογόνου μπορεί να γίνει μέσω πληγών, φυτικών ανοιγμάτων ή και με απευθείας διάτρηση. Εννοείται από την υψηλή υγρασία (Παπαδοπούλου, 2011).

Ο μύκητας μπορεί να επιζήσει περισσότερο από ένα έτος. Τα κονίδια παράγονται την άνοιξη και δρουν ως το βασικό μόλυσμα. Τα κονίδια παράγονται σε μολυσμένα φυτά παράγουν υλικό για επαναληπτικούς δευτερογενείς κύκλους κατά τη διάρκεια της σεζόν.

Τα σπόρια παράγονται σε μολυσμένα φύλλα και μεταφέρονται με τον άνεμο, τη βροχή, το νερό άρδευσης, τους ανθρώπους και τα αγροτικά μηχανήματα. Τα νεαρά, ζωντά φυτά σπάνια προσβάλλονται από την αλτερνάρια. Τα αδύναμα φυτά (έλλειψη κατάλληλης λίπανσης, φτωχά εδάφη) είναι ευπαθή. Ο ζεστός και υγρός καιρός ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας (<http://www.plantprotection.hu>).



Εικόνα 4: Προσβολή ακτινιδίου από *Alternaria* (Πηγή: <http://plantdirect.blogspot.gr>)

Τεφρά σήψη: Προκαλείται από το μύκητα *Botrytis* ο οποίος είναι ευρύτατα διαδεδομένος μύκητας. Προσβάλλει πάρα πολλές καλλιέργειες και αποτελεί σοβαρό πρόβλημα και πραγματική απειλή για την εμπορεύσιμη παραγωγή. Εκτός από τις ποσοτικές απώλειες υποβαθμίζει και την ποιότητα των προϊόντων, ενώ ζημιώνει την παραγωγή και μετασυλλεκτικά κατά την αποθήκευση και την μεταφορά. Αποτελεί πρόβλημα ιδιαίτερα για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες αλλά και για τις υπαίθριες.

Συμπτώματα: Προκαλούνται στην αρχή καστανές υδατώδεις εκτεταμένες κηλίδες, που μπορεί να εξελιχθούν σε νεκρώσεις. Χαρακτηριστική είναι η γκριζα εξάνθιση (χνούδι) του μύκητα στα προσβεβλημένα όργανα. Προσβάλλει όλα τα μέρη των φυτών (φύλλα, στελέχη, άνθη, καρπούς) και σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους.

Σχηματίζει κονιδιοφόρους με μακρύ ποδίσκο και υαλώδη κονίδια σε σχηματισμό βότρυ στις διακλαδώσεις. Στους προσβεβλημένους ιστούς μπορεί να σχηματιστούν επίσης τα μαύρα σκληρώτια του μύκητα. Τα κονιδιά του βλαστάνουν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (από 1-30°C) αν και η ιδανική θερμοκρασία είναι 18°C. Είναι ξηροσπόρια και μεταφέρονται κυρίως με τον άνεμο. Απελευθερώνονται με έναν υγροσκοπικό μηχανισμό, γι' αυτό αφθονούν όταν υπάρχουν απότομες μεταβολές της υγρασίας στη διάρκεια της ημέρας. Για την βλάστησή τους όμως είναι απαραίτητη η ύπαρξη σταγόνας νερού ή πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας (τουλάχιστον 90%). Σε θερμοκρασίες 15-20°C και παρουσία νερού ή υψηλής σχετικής υγρασίας (βροχή ή παρατεταμένος υγρός καιρός) η ανάπτυξη του μύκητα είναι πολύ γρήγορη και η μόλυνση ολοκληρώνεται μέσα σε λίγες ώρες. Ο μύκητας εισέρχεται και μολύνει επίσης από τα άνθη. Ο βοτρυτής μπορεί να

εμφανισθεί δευτερογενώς μετά από προσβολές από έντομα ή από φυσικές ζημιές, π.χ. από χαλάζι, διεισδύοντας από τους ήδη τραυματισμένους ιστούς (<http://www.plantprotection.hu>).



Εικόνα 5: Φράουλα προσβεβλημένη από Botrytis (Πηγή: <http://www.wageningenur.nl/en/>)

Φουζαρίωση: Οι μύκητες του γένους *Fusarium* (Εικόνα 3), προκαλούν ροζ ή κίτρινες σήψεις κυρίως σε σολανώδη, κολοκυνθοειδή και βολβώδη λαχανικά. Η μόλυνση γίνεται συνήθως πριν τη συγκομιδή αλλά τα συμπτώματα γίνονται ορατά στην αποθήκη. Πολύ σοβαρές απώλειες παρουσιάζονται σε πατάτες που αποθηκεύονται για μακρό χρονικό διάστημα (Εικόνα 7). Η προσβολή εμφανίζεται αρχικά με τη μορφή καφέ «βρεγμένης» σήψης. Καθώς η προσβολή επεκτείνεται οι ιστοί σκουραίνουν, βυθίζονται και παρουσιάζουν ρυτίδες. Είδη του μύκητα προκαλούν τη λεγόμενη «ξηρή σήψη κονδύλων» της πατάτας. Η επιδερμίδα ζαρώνει χαρακτηριστικά σε ομόκεντρους κύκλους γύρω από τον προσβεβλημένο ιστό με ταυτόχρονη παρουσία άσπρων, ρόδινων ή μπλε σωρών (μάζες σπορίων). Σε προχωρημένο στάδιο, οι κόνδυλοι αφυδατώνονται, σκληραίνουν και μουμιοποιούνται. Η σάρκα παρουσιάζει κοιλότητες και κατά θέσεις μυκήλιο λευκορόδιων αποχρώσεων. Η ασθένεια ευνοείται από υψηλή σχετική υγρασία (>40%) και θερμοκρασία (15-25°C) (Τσαπικούνης, 1996).

Μολύνει τα φυτά μέσω πληγών ή τραυματισμών. Διαχειμάζει στους καρπούς ή στους κονδύλους, μπορεί όμως να επιζήσει και στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 6: Προσβολή πατάτας από τον μύκητα *fusarium* (Πηγή: <http://thehort.org>)

Μπλε ή πράσινη σήψη: Πρόκειται για τις συχνότερες και πιο καταστρεπτικές μετασυλλεκτικές ασθένειες όλων των νωπών καρπών και λαχανικών (Παπαδοπούλου, 2011). Οι μύκητες του γένους *Penicillium*, εισέρχονται στο φυτικό ιστό, κυρίως μέσω πληγών, προκαλώντας μπλε και πράσινες σήψεις. Οι καρποί, αρχικά εμφανίζουν κυκλικές κηλίδες ανοικτού καστανού χρώματος, οι οποίες μεγαλώνουν σε έκταση και βάθος. Οι προσβεβλημένοι καρποί αποκτούν μαλακή υδαρή υφή.



Εικόνα 7: Μπλε και πράσινη σήψη σε σκόρδο και μήλο (Πηγή: <http://www.oakleafgardening.com/> και <http://www.dreamstimes.com>).

Φαιά σήψη: Η φαιά σήψη προκαλείται από μύκητες του γένους *Monilinia*, με ατελή μορφή *Monilia*. Προσβάλλει καρπούς μηλοειδών και πυρηνόκαρπων πριν και μετά τη συγκομιδή. Στην Ελλάδα, ο μύκητας διαχειμάζει και μολύνει μόνο με την ατελή μορφή του. Πηγές πρωτογενών μολύνσεων αποτελούν το μυκήλιο και τα σπόρια του μύκητα (κονίδια), τα οποία διαχειμάζουν στους μουμιοποιημένους καρπούς, στα έλκη και στους αποξηραμένους κλαδίσκους με τα άνθη και τα φύλλα τους. Από τα προσβεβλημένα άνθη θα προέλθουν τα νέα σπόρια (κονίδια) που αργότερα θα μολύνουν τους καρπούς. Τα σπόρια (κονίδια) μεταφέρονται με τον αέρα σε μακρινές αποστάσεις ή με τη βροχή σε μικρές αποστάσεις. Τα σπόρια, όταν βρεθούν σε όργανα υγρά βλαστάνουν και προκαλούν μόλυνση μέσα σε λίγες ώρες.

Το παθογόνο εισέρχεται άμεσα από τα άνθη από οποιοδήποτε μέρος και από τους καρπούς, κυρίως από πληγές. Επίσης, η ασθένεια εξαπλώνεται άμεσα και στην περίπτωση που προσβεβλημένοι καρποί εφάπτονται με υγιείς.



Εικόνα 8: Φακιά σήψη σε πυρηνόκαρπα (Πηγή: <http://www.agro-help.com>)

Gloeosporium: Οι μύκητες του γένους *Gloeosporium* προκαλούν τη λεγόμενη «φακιδιακή σήψη» η οποία προκαλεί σοβαρές ζημιές στους αποθηκευμένους καρπούς και ιδιαίτερα στα μήλα, όπου οι απώλειες μπορεί να φτάσουν το 60-70%. Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι ότι το παθογόνο δεν είναι εμφανές στον οπωρώνα. Ο μύκητας διατηρείται με τη μορφή υαλώδους μυκηλίου μικρής παρασιτικής ικανότητας πάνω στα ξυλοποιημένα όργανα των δέντρων. Προσβάλλει κυρίως τους ώριμους καρπούς με μορφή καστανής κηλίδας. Στα σημεία αυτά δημιουργούνται οι καρποφορίες και τα σπόρια (επιμήκη κονίδια) του μύκητα. Το ιδανικό σημείο βλάστησης των σπορίων είναι τα φακίδια των καρπών. Όταν σπόρια έρθουν σε επαφή με το φακίδιο παραμένουν σε λανθάνουσα κατάσταση καθώς παρεμποδίζεται η βλάστησή τους από χημικές ουσίες του ξενιστή. Όσο προχωρά η ωρίμανση του καρπού η παρουσία των παραπάνω ουσιών ελαττώνεται με συνέπεια ο μύκητας να αρχίσει να αναπτύσσεται και να διεισδύει στη σάρκα του καρπού κατά την αποθήκευσή του. (Παπαδοπούλου, 2011)

Sclerotium: Ο μύκητας *S. rolfsii* προκαλεί την ασθένεια σκληρωτία, στα περισσότερα είδη λαχανικών. Δεν παράγουν κονίδια, αλλά σχηματίζουν μόνο σκληρώτια. Προσβάλλει περισσότερους από 200 ξενιστές τόσο στον αγρό όσο και μετά τη συγκομιδή. Κατά την ανάπτυξη του μύκητα εμφανίζονται καστανές μέχρι μαύρες κηλίδες οι οποίες αναπτύσσονται πολύ γρήγορα. Κάτω από συνθήκες άφθονης υγρασίας και υψηλής θερμοκρασίας, οι προσβεβλημένες επιφάνειες καλύπτονται γρήγορα από πλούσιο λευκό μεταξώδες μυκήλιο ανάμεσα στο οποίο σχηματίζονται πολυάριθμα μικρά, σφαιρικά, ερυθροκάστανα σκληρώτια.

Phytophthora: Είναι μύκητες εδάφους τα σπόρια των οποίων προσβάλλουν στον αγρό τους καρπούς στα χαμηλά σημεία των εσπεριδοειδών κατά τη διάρκεια εντόνων βροχοπτώσεων. Η προσβολή εκδηλώνεται στην επιφάνεια του καρπού με την εμφάνιση

ενός μεταχρωματισμού χρώματος ανοικτού καστανού, ο οποίος στη συνέχεια εξελίσσεται σε μεγάλη καστανή κηλίδα, με ασαφή όρια και δερματώδη, σκληρή υφή. Η προσβολή επεκτείνεται γρήγορα σε βάθος και συχνά καλύπτει ολόκληρο τον καρπό. Οι προσβεβλημένοι ιστοί είναι σκληροί, δεν βυθίζονται και δεν υποχωρούν στην πίεση. Η σήψη αναγνωρίζεται εύκολα στην αποθήκη από έντονη, χαρακτηριστική οσμή «ταγκίλας». Στην επιφάνεια των καρπών, σε συνθήκες υψηλής υγρασίας εμφανίζεται λευκή εξάνθηση από το μυκήλιο του μύκητα και τα αγενή σπόρια. Οι υφές αυτές προκαλούν μόλυνση των παρακείμενων καρπών στα κιβώτια.

Ορισμένα είδη του μύκητα (*Ph. erythroseptica*) προκαλούν σοβαρές μετασυλλεκτικές σήψεις σε κονδύλους πατάτας. Η προσβεβλημένη σάρκα των κονδύλων έχει αρχικά λίγο βαθύτερο χρώμα από το κανονικό, αλλά αργότερα γίνεται ρόδινη, κόκκινη και τελικά γίνεται καφέ (Ηλιόπουλος, 2005).



Εικόνα 9: Προσβολή καρπού από *Phytophthora* (Πηγή: <http://agdev.anr.udel.edu>)

***Pythium*:** Το είδος *P. ultimum* προσβάλλει την αποθηκευμένη πατάτα και προκαλεί τη λεγόμενη «υγρή σήψη κονδύλων». Πρόκειται για συνηθισμένη αλλά μικρής οικονομικής σημασίας ασθένεια. Η σήψη αρχίζει από σημεία τραυματισμών και εμφανίζεται ως κηλίδα σκοτεινού χρώματος, λίγο βυθισμένη. Εσωτερικά η σάρκα γίνεται υδαρής στο κέντρο και σχηματίζονται κοιλότητες, ενώ στην περιφέρεια παραμένει συμπαγής. Λόγω δευτερογενών βακτηριακών μολύνσεων οι προσβεβλημένοι κόνδυλοι αποκτούν δυσάρεστη οσμή. Η μόλυνση γίνεται από το έδαφος αλλά εντείνεται στην αποθήκη, ιδιαίτερα σε θερμοκρασίες 25- 28°C.

***Rhizopus*:** Ο ζυγομύκητας *Rh. Stolonifer*, προσβάλλει πλήθος καρπών και λαχανικών προκαλώντας τη λεγόμενη μαύρη σήψη. Χαρακτηριστικό αυτής της ομάδας μυκήτων είναι

οι ειδικοί σχηματισμοί από ριζοειδή, που διεισδύουν μέσα στον ξενιστή. Σ' αυτούς τους σχηματισμούς αναπτύσσονται τα αναπαραγωγικά όργανα του μύκητα, τα σποριάγγεια, με μεγάλο αριθμό μαύρων σπορίων. Το μυκήλιο του μύκητα εξαπλώνεται γρήγορα όταν ο ξενιστής είναι πλούσιος σε σάκχαρα και νερό και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 20°C. Πιο ευαίσθητοι είναι οι λεπτόφλουδοι καρποί όπως ροδάκινα, τομάτα, πιπεριά, φράουλα κ.α. Οι προσβεβλημένοι ιστοί στην αρχή καλύπτονται από λευκή εξάνθηση, παρόμοια του βοτρυτή. Αργότερα, σχηματίζονται οι μαύρες καρποφορίες του μύκητα, οπότε και η προσβολή ξεχωρίζει εύκολα από αυτή του βοτρυτή. Προκαλεί μεγάλες ζημιές ιδιαίτερα σε καρπούς που διατηρούνται στο ύπαιθρο μετά τη συγκομιδή (Πηγή: <http://agdev.anr.udel.edu>).



Εικόνα 10: Προσβολή καρπού τομάτας από μύκητα *Rhizopus* (Πηγή: <http://flickrriver.com>)

1.2.2. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΗΨΕΩΝ ΝΩΠΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των μυκητολογικών και σήψεων των νωπών καρπών θα πρέπει :

- Να γίνονται προστατευτικοί ψεκασμοί και να λαμβάνονται μέτρα υγιεινής, ώστε τα δένδροκομεία να διατηρούνται σε καλή κατάσταση υγείας .
Οι καρποί να έχουν ισορροπημένη χημική σύσταση με ορθολογική λίπανση και άρδευση
- Να προστατεύονται οι αναπτυσσόμενοι καρποί από προσυλλεκτικές μυκητολογικές και εντομολογικές προσβολές.
- Η συγκομιδή να γίνεται με ξηρό καιρό και στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης.
- Να αποφεύγονται οι τραυματισμοί των καρπών κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, διαλογής, συσκευασίας, διακίνησης και αποθήκευσης.

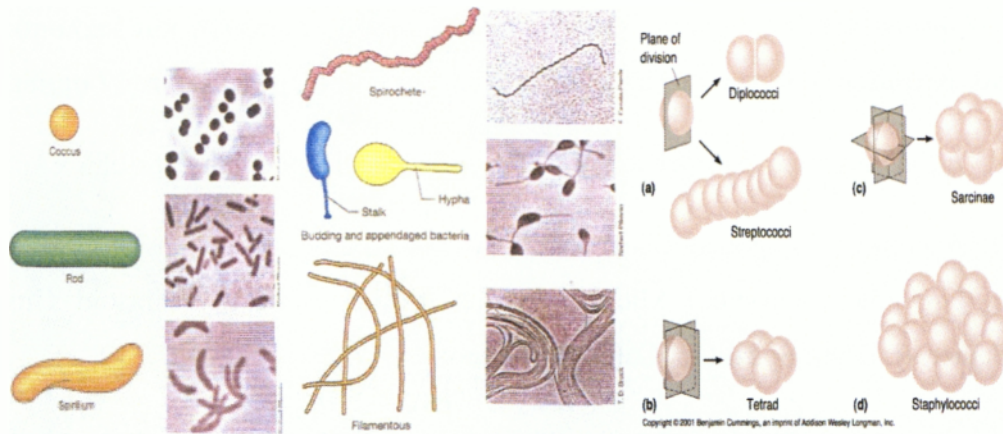
- Να απομακρύνονται άμεσα οι προσβεβλημένοι και τραυματισμένοι καρποί από τα προς αποθήκευση προϊόντα.
- Να λαμβάνονται μέτρα υγιεινής στους χώρους συσκευασίας και αποθήκευσης, (θα πρέπει να αφαιρεθούν τα φυτικά υπολείμματα, και οι τοίχοι και τα πατώματα να απολυμαίνονται είτε με φορμαλδεϋδή ή θειικό χαλκό μεταξύ των συγκομιδών)
- Οι καρποί να διατηρούνται σε ψυκτικούς θαλάμους, σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και ατμοσφαιρικής σύνθεσης, αμέσως μετά τη συγκομιδή.
- Για την καταπολέμηση ορισμένων παθογόνων, ιδιαίτερα όταν οι καρποί πρόκειται να αποθηκευτούν επί μακρόν, θα πρέπει να γίνονται επεμβάσεις αμέσως μετά τη συγκομιδή με κατάλληλα μυκητοκτόνα.

Εκτός των παραπάνω γενικών μέτρων προστασίας, για τα λαχανικά επιπλέον θα πρέπει:

- Να γίνεται διαβροχή κεφαλών σταυρανθών κατάλληλες δραστικές ουσίες αμέσως μετά τη συγκομιδή
- Οι βολβοί να αποξηραίνονται με την έκθεσή τους σε ρεύμα αέρα θερμοκρασίας 30° C (Παπαδοπούλου, 2011)

1.3. ΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ, ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Πρόκειται για μικροσκοπικούς μονοκύτταρους οργανισμούς, που πολλαπλασιάζονται με διαίρεση. Είναι ετερότροφοι, αγενείς, χωρίς διακριτό κυτταρικό πυρήνα, χωρίς χλωροφύλλη και με σφαιρικό (κοκκώδες), ραβδόμορφο ή σπειροειδές σχήμα. Τα σφαιρικά διαιρούνται προς κάθε επίπεδο και διακρίνονται σε διπλόκοκκους, τετράκοκκους, σαρκίνες, στρεπτόκοκκους και σταφυλόκοκκους. Τα ραβδόμορφα διαιρούνται εγκάρσια και διακρίνονται σε λεπτοτριχοειδή κλωστρίδια (διόγκωση στο μέσο) κεφαλοσπόρια (διόγκωση στο άκρο). Τα σπειροειδή είναι σαν τα ραβδόμορφα παρουσιάζουν όμως απολήξεις ή ελικοειδή περιστροφή και διακρίνονται σε δονάκια και σπειρύλια. Τα βακτήρια που παρουσιάζουν σπορίωση ονομάζονται βάκιλλοι.



Εικόνα 11: Μορφολογία διαφόρων βακτηρίων

Τα βακτήρια, ανάλογα με τη χρώση τους κατά Gram, διακρίνονται σε θετικά (+) αν η τελική χρώση τους είναι κυανοϊώδης και σε αρνητικά (-) αν είναι κόκκινη. Η χρώση κατά Gram είναι μια διαδικασία προσθήκης διαλυμάτων Α (κρυσταλλοϊώδες σε οινόπνευμα) και Β (Lugol: υδατικό διάλυμα I2 και KI) και τέλος φουξίνης. Η χρώση κατά Gram εξαρτάται από τη σύσταση και τη στρωμάτωση του βακτηριακού τοιχώματος και είναι θεμελιακή ιδιότητα που συνδέεται με διαφορετική συμπεριφορά όσον αφορά την παθογένεια, την αντοχή στα αντιβιοτικά και άλλους παράγοντες.

Η κυτταρική οργάνωση των βακτηρίων παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες:

- Δύσκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα με κύριο συστατικό την πεπτιδογλυκάνη (με επιπλέον πολυσακχαρίτες για τα Gram (+) και πρωτεΐνες και λιποπρωτεΐνες για τα Gram (-)).
- Διαχωρισμός περιεχομένου σε κυτόπλασμα και πυρηνόπλασμα (κυκλικό διπλής περιελίξεως DNA, χωρίς μεμβράνη και οργανίδια).
- Πλασμίδια
- Έλλειψη γένους και μείξη κληρονομικής ουσίας μέσω συζευκτικών μηχανισμών.
- Έλυτρο: πηκτώδης περιβάλλουσα πολυσακχαρική μάζα με γλοιώδη υφή (χαρακτηριστική στα χαλασμένα από βακτήρια τρόφιμα).
- Βλεφαρίδες (ή μαστίγια): Εκφύσεις χαρακτηριστικές του βακτηρίου
- Σπόρια: συμπύκνωση κυτταρικού υλικού, που αποτελεί ένα μέσο άμυνας των κυττάρων. Τα σπόρια αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες, ενώ κάτω από ευνοϊκές συνθήκες δίδουν εκ νέου βλαστικά βακτήρια (germination).

Όσον αφορά την ταξινόμηση των βακτηρίων, η πιο πρόσφατη και περισσότερο αποδεκτή καλύπτεται από αυτήν των προκαρυωτικών κατά Bergey (1984) σε 17 ομάδες.

ΟΜΑΔΑ 1. Οι Σπειροχαίτες (Spirochetes) Γένη: Spirochaeta, Treponema, Borrelia κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 2. Αερόβια / Μικροαερόφιλα, Κινούμενα, Ελικοειδή / Βιμπριοειδή. Αρνητικά κατά Gram βακτήρια (Aerobic / Microaerophilic, Motile, Helical / Vibrioid Gram - Negative Bacteria). Γένη: Spirillum, Campylobacter κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 3. Μη κινούμενα (ή σπανίως κινούμενα), αρνητικά κατά Gram, καμπύλα βακτήρια (Nonmotile or Rarely Motile, Gram Negative Curved Bacteria).

ΟΜΑΔΑ 4. Αρνητικά κατά Gram, αερόβια ραβδία και κόκκοι (Gram Negative Aerobic Rods and Cocci). Οικογένειες: Pseudomonadaceae, Halobacteriaceae, Acetobacteriaceae, κ.λ.π. Γένη: Alcaligenes, Brucella κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 5. Προαιρετικώς αναερόβια αρνητικά κατά Gram ραβδία (Facultatively Anaerobic Gram -Negative Rods). Οικογένειες: Enterobacteriaceae, Vibrionaceae κ.λ.π. Γένη: Zymomonas, Streptobacillus κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 6. Αναερόβια, αρνητικά κατά Gram, ευθεία, καμπύλα ή ελικοειδή ραβδία (anaerobic gram – negative straight, curved and helical rods).

ΟΜΑΔΑ 7. Αποικοδομούντα θειικά και ανάγοντα το θείο βακτήρια (Dissimilatory Sulfate - or -Sulfur - Reducing Bacteria). Γένη: Desulfovibrio, Desulfomonas κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 8. Αναερόβιοι αρνητικοί κατά Gram κόκκοι (Anaerobic Gram - negative Cocci).

ΟΜΑΔΑ 9. Ρικέττιες και Χλαμύδια (Rickettsias and Chlamydias).

ΟΜΑΔΑ 10. Μυκοπλάσματα (Mycoplasmas).

ΟΜΑΔΑ 11. Ενδοσυμβιωτές (Endosymbionts).

ΟΜΑΔΑ 12. Κόκκοι θετικοί κατά Gram (Gram - positive Cocci). Οικογένεια: Micrococcaceae. Γένη: Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus Sarcina κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 13. Σποριογόνα θετικά κατά Gram ραβδία και κόκκοι (Endospore - forming Gram positive Rods and Cocci).

Γένη: Bacillus, Clostridium, Sporosarcina κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 14. Κανονικά ασποριογόνα, θετικά κατά Gram ραβδία (Regular, Non-sporing, Gram -positive Rods). Γένη: *Lactobacillus*, *Listeria*, *Brochothrix* κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 15. Ακανόνιστα, ασποριογόνα, θετικά κατά Gram ραβδία (Irregular, Nonsporing, Gram-Positive Rods). Γένη: *Corynebacterium*, *Actinomyces*, *Bifidobacterium* κ.λ.π.

ΟΜΑΔΑ 16. *Mycobacteria* (Μυκοβακτήρια). Οικογένεια: *Mycobacteriaceae*. Γένος: *Mycobacterium*.

ΟΜΑΔΑ 17. *Nocardioforms* (Νοκαρδιότυπα). Γένη: *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Saccharopolyspora* κ.λ.π.

Τα βακτήρια είναι η κυριότερη πηγή μόλυνσεως και αλλοίωσης των τροφίμων. Η συγκριτική “υπεροχή” τους αυτή έναντι των άλλων μικροβίων οφείλεται:

I. Στη μεγάλη παραλλακτικότητα των διαφόρων ειδών τους ως προς τις απαιτήσεις σε pH, θρεπτικά συστατικά, θερμοκρασία, ERH.

II. Στη δυνατότητα σχηματισμού ενδοσπορίων

III. Στη δυνατότητα αναερόβιας ανάπτυξης

IV. Στην έκκριση τοξινών

1.3.1. ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Εμπειρικός κανόνας:

Τα Gram (-) βακτήρια εκδηλώνουν παθογένεια δια προσβολής του δέκτη (ανθρώπου). Η εκδήλωση των συμπτωμάτων συμβαίνει μετά από τουλάχιστον 24h. Τα συμπτώματα διαρκούν και καταπονούν αλλά είναι σπανίως θανατηφόρα. π.χ. *Salmonella* spp. Εξάιρεση:

Τα *Escherichia coli* είναι Gram (-) βακτήρια αλλά παράγουν τοξίνη. Τα Gram (+) βακτήρια εκδηλώνουν παθογένεια μέσω τοξίνης. Η εκδήλωση των συμπτωμάτων συμβαίνει εντός 1- 6 ωρών. Τα συμπτώματα διαρκούν 24-48 h και καταπονούν αλλά δεν είναι επικίνδυνα π.χ. *Staphylococcus aureus*. Σημαντική εξαίρεση στον κανόνα αυτό είναι το Gram (+) *Clostridium botulinum* που παράγει μια ισχυρότατη θανατηφόρο νευροτοξίνη.

Παθογόνα G (-) βακτήρια:

Salmonella, spp., Shigella spp., Escherichia coli,

Campylobacter jejuni, Vibrio parahemolyticus

Βρίσκονται: σε έντερα, κόπρανα, έδαφος, γάλα, κρέας (πουλερικά), θαλασσινά.

Είναι δείκτες μη τήρησης ορθής βιομηχανικής πρακτικής και καλής υγιεινής πρακτικής- Good Manufacturing Practices (GMP) και Good Hygiene Practices (GHP).

Ελέγχονται με θερμική κατεργασία, διαχωρισμό α' υλών - ετοιμών, GHP, άλλα "εμπόδια".

Παθογόνα G (+) βακτήρια:

Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Bacillus subtilis.

Emerging pathogens ("αναδυόμενα" παθογόνα: βακτήρια και των δύο παραπάνω κατηγοριών η επικινδυνότητα και η επιδημιολογική σημασία των οποίων καθώς και η ανάγκη λήψεως ειδικών μέτρων κατά την παραγωγή των σχετικών τροφίμων αναγνωρίστηκε πρόσφατα):

Yersinia enterocolitica, Aeromonas hydrophila, Plesiomonas shigelloides, Vibrio vulnificus, Escherichia coli O157 H7

1.3.2. ΒΑΚΤΗΡΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η βακτηριακή μαλακή σήψη που προκαλείται από διάφορα είδη βακτηρίων, αλλά πιο συχνά από τα είδη των gram -αρνητικών βακτηρίων, *Erwinia, Pectobacterium,* και *Pseudomonas*. Πρόκειται για μια καταστρεπτική ασθένεια των φρούτων, λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών που βρέθηκαν σε όλο τον κόσμο. Τα βακτήρια προσβάλλουν κυρίως τα σαρκώδη όργανα αποθήκευσης των ξενιστών, (κονδύλους, βολβούς και ριζώματα), αλλά επηρεάζουν επίσης χυμώδεις μίσχους, και ιστούς. Τα παθογόνα εισέρχονται από πληγές ή από φυσικά ανοίγματα και με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων, καταναλώνουν τα θρεπτικά συστατικά του κυττάρου του φυτού. Η εξάπλωση της ασθένειας μπορεί να προκληθεί από απλή φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ των μολυσμένων και των υγιών ιστών κατά την αποθήκευση ή τη μεταφορά. Η ασθένεια μπορεί επίσης να μεταδοθεί από τα έντομα. Ο έλεγχος της νόσου δεν είναι πάντοτε πολύ αποτελεσματικός,

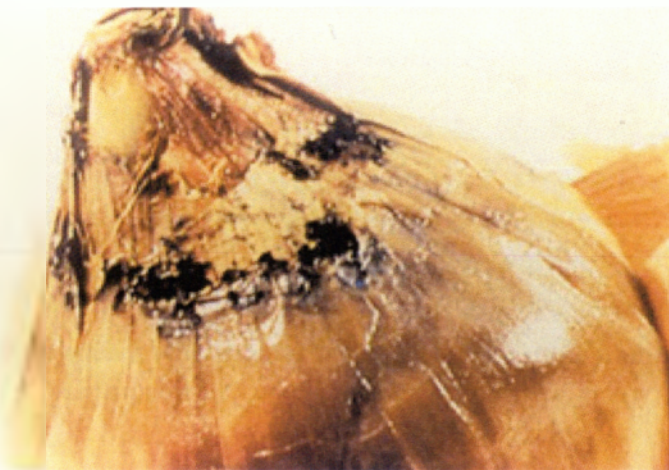
αλλά οι πρακτικές υγιεινής στην παραγωγή, αποθήκευση, και την επεξεργασία είναι κάτι που μπορεί να γίνει προκειμένου να επιβραδύνει την εξάπλωση της νόσου και την προστασία των αποδόσεων.

Προσβάλλει κυρίως μπανάνες, φασόλια, λάχανο, καρότο, καλαμπόκι, βαμβάκι, κρεμμύδι, άλλα σταυρανθή, πιπεριές, πατάτα, γλυκοπατάτα και ντομάτα. Η προσβολή εκδηλώνεται με το σχηματισμό μικρών υδατωδών κηλίδων που μεγαλώνουν γρήγορα. Οι προσβεβλημένοι ιστοί γίνονται υδαρείς και πολτώδεις. Στο λάχανο και στα σταυρανθή τα συμπτώματα αρχίζουν από το σημείο που ο ιστός έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Ένα χαρακτηριστικό μαύρο περίγραμμα χωρίζει την πάσχουσα περιοχή και τον υγιή ιστό. Τα βακτήρια μπορούν να αναπτύξουν μεγάλους πληθυσμούς εντός ενός φυτού πριν εκδηλωθεί οποιαδήποτε συμπτώματα.

Ο κύκλος της ασθένειας: Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους ένα φυτό μπορεί να μολυνθεί από μια βακτηριακή μαλακή σήψη. Όταν ένα φυτό έχει μολυνθεί και οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, τα βακτήρια αμέσως τρέφονται με υγρά και ξεκινούν την αναπαραγωγή.

Περιβάλλον: Ανάπτυξη των βακτηριδίων είναι δυνατή μεταξύ 0-32°C, με τις πιο ιδανικές συνθήκες μεταξύ 21-27°C.

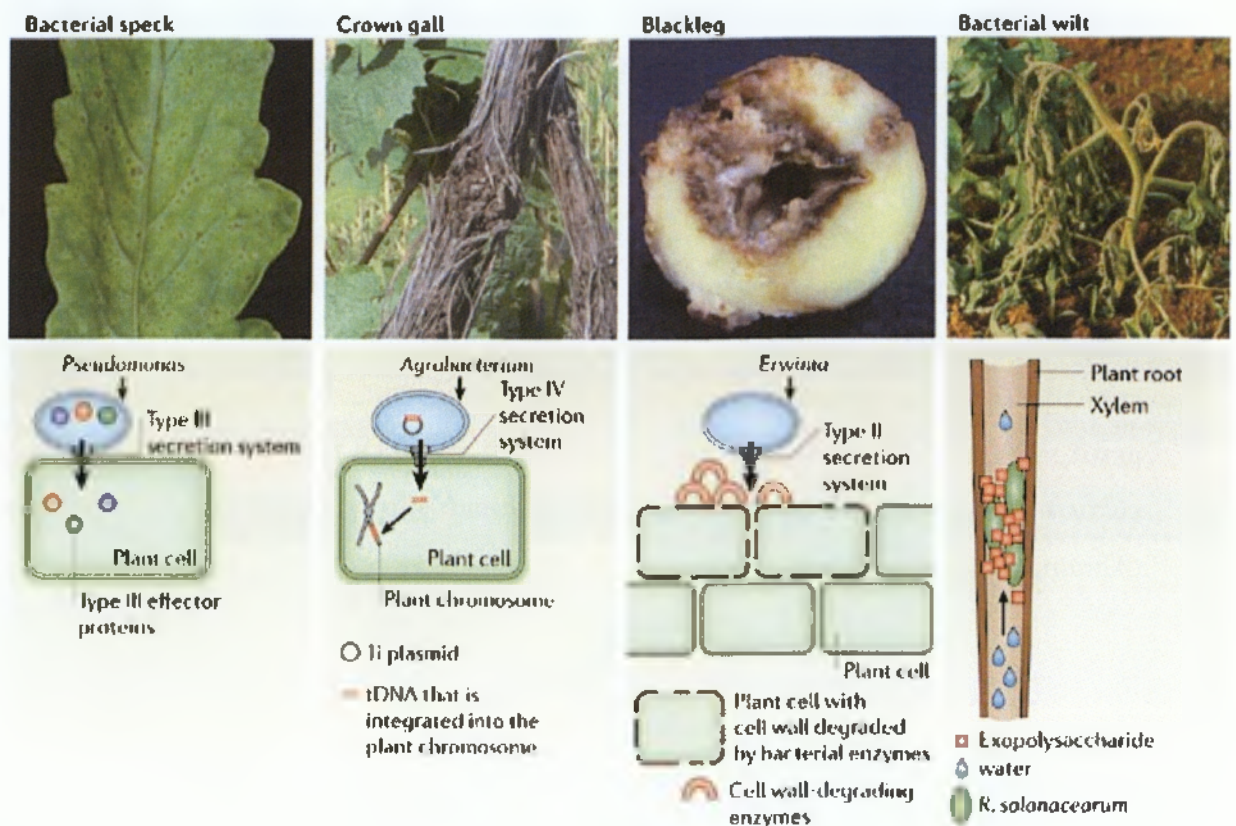
Λόγω του ευρέος φάσματος των ξενιστών, η βακτηριακή μαλακή σήψη καταστρέφει πολλές σημαντικές καλλιέργειες σε όλο τον κόσμο. Σημαντικές απώλειες παρατηρούνται και σε αποθηκευμένους βολβούς κρεμμυδιών. Οι προσβεβλημένοι χιτώνες μετατρέπονται πολύ σύντομα σε μια μαλακή, υγρή μάζα. Οι προσβεβλημένοι βολβοί είναι εύκολο να επισημανθούν γιατί με μια ελαφριά πίεση εξέρχεται βλενώδες υγρό (Abramovitch, et al, 2006).



Εικόνα 12: Βακτηριακή υγρή σήψη σε κρεμμύδι (Πηγή: <http://www.omafra.gov.on.ca/>)



Εικόνα 13: Προσβολή πατάτας από βακτήριο *Erwinia* (Πηγή: www.samdennigan.ie/agronomy-diseases.html)



Copyright © 2006 Nature Publishing Group
 Nature Reviews | Molecular Cell Biology

Εικόνα 14: Συμπτώματα ασθένειας που προκαλούνται από ορισμένα βακτηριακά παθογόνα των φυτών και αντιπροσωπευτικοί μηχανισμοί μόλυνσιμότητας που χρησιμοποιούνται από αυτά τα παθογόνα (Πηγή: Nature publishing Group).

1.3.3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΣΗΨΕΩΝ

Η αντιμετώπιση βακτηριακών σήψεων βασίζεται κυρίως σε μέτρα υγιεινής της αποθήκης και σε προσυλλεκτικούς καλλιεργητικούς χειρισμούς. Για τον περιορισμό της δράσης παθογόνων βακτηρίων στην αποθήκη θα πρέπει:

- Τα μολυσμένα προϊόντα να απομακρύνονται αμέσως μετά τη συγκομιδή
- Τα αποθηκευμένα φυτικά μέρη να είναι εντελώς στεγνά.
- Να αποφεύγονται οι τραυματισμοί των προϊόντων
- Εάν εμφανιστούν συμπτώματα στον αγρό, θα πρέπει να γίνουν ψεκασμοί με χαλκούχα σκευάσματα κάθε 7-10 ημέρες.
- Η διατήρηση των αποθηκευμένων προϊόντων να γίνεται σε θερμοκρασίες λίγο μεγαλύτερες από 0° C.
- Να καταπολεμώνται άμεσα οι ζωικοί εχθροί οι οποίοι ευθύνονται για τα παθογόνα στον αγρό ή στην αποθήκη (Παπαδοπούλου, 2011).

1.4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Οι μετασυλλεκτικές παρασιτικές ασθένειες ή μετασυλλεκτικές σήψεις προκαλούνται κυρίως από μυκητολογικής αιτιολογίας παθογόνα, ενώ σπανιότερα από τη δράση φυτοπαθογόνων βακτηρίων. Ο κίνδυνος των μετασυλλεκτικών σήψεων μολονότι υπαρκτός σε καρπούς βραχείας συντήρησης, όπως το ροδάκινο και το κεράσι, αυξάνει ακόμη περισσότερο σε ευαίσθητα λαχανικά (μαρούλι, κουνουπίδι, μπρόκολο), καθώς και σε προϊόντα που συντηρούνται επί μακρόν (μήλα, αχλάδια ακτινίδια) ή τεμαχίζονται (φρέσκες φρουτοσαλάτες ή σαλάτες λαχανικών).

Οι μετασυλλεκτικές σήψεις οφείλονται σε προ- και μετα- συλλεκτικούς παράγοντες και μπορεί να είναι το αποτέλεσμα προσυλλεκτικών λανθανουσών μολύνσεων ή επιμολύνσεων και προσβολών από μύκητες και βακτήρια κατά τη συγκομιδή. Τα συμπτώματα των προσβολών εμφανίζονται κατά την αποθήκευση, την μεταφορά ή και μετά την αγορά των νωπών προϊόντων από τον καταναλωτή (Βασιλακάκης, κ.α. 2010).



Εικόνα 15: Μετασυλλεκτικές σήψεις οπωροκηπευτικών (Πηγή: Βασιλακάκης, 2010).

Τα μικρόβια, είναι διαδεδομένα παντού. Τα τρόφιμα όμως φέρουν κατά κανόνα μεγαλύτερο μικροβιακό φορτίο απ' ότι οι άλλες μορφές οργανικής και πολύ περισσότερο ανόργανης ύλης. Οι διάφορες πηγές μόλυνσης των τροφίμων είναι ο άνθρωπος, το πεπτικό σύστημα αγροτικών ζώων, τα έντομα (μύγες, κολεόπτερα), τα τρωκτικά, τα σπλάχνα και τα βράγχια θαλασσινίων, τα αστικά λύματα, η κοπριά των ζώων, η σκόνη, το έδαφος, το νερό. Η μόλυνση όμως του τροφίμου με μικροοργανισμούς δεν συνεπάγεται αναγκαστικά και την αλλοίωσή του. Για να αλλοιώσουν το τρόφιμο που έχουν μολύνει, θα πρέπει τα μικρόβια να πολλαπλασιαστούν. Ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών γίνεται κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις και περιβαλλοντικές συνθήκες.

Για τη συντήρηση των τροφίμων με οποιαδήποτε μέθοδο, επιζητείται η παρεμπόδιση του πολλαπλασιασμού των μικροβίων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον μεταβολισμό και κατ' επέκταση τον πολλαπλασιασμό των μικροβίων στα τρόφιμα διακρίνονται σε:

- α) ενδογενείς, που σχετίζονται με τη σύσταση του τροφίμου και
- β) εξωγενείς, που σχετίζονται με τις συνθήκες συντήρησης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν, το ρυθμό πολλαπλασιασμού των μικροβιακών κυττάρων, βρίσκονται σε συνεχή μεταξύ τους αλληλεξάρτηση και αλληλεπίδραση (Καπετανάκης, 1998).

Η ανάπτυξη των μυκήτων στην αποθήκευση διέπεται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- σύνθεση των θρεπτικών συστατικών του κόκκου
- υγρασία και συνθήκες θερμοκρασίας
- βιοτικούς παράγοντες, όπως ο ανταγωνισμός ή η παρουσία εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων.

Οι μύκητες αποθήκευσης είναι πολύ πιο συχνή σε παρτίδες έχουν προσβληθεί από έντομα διότι τα έντομα παράγουν υγρασία και διανομή σπορίων μυκήτων στο προϊόν. Οι μύκητες μπορούν να προκαλέσουν τις ακόλουθες βλάβες:

- Μείωση της θρεπτικής αξίας του προϊόντος.
- Αποχρωματισμό των κόκκων.
- Τον σχηματισμό κρούστας περί των κόκκων.
- Αύξηση της θερμοκρασίας.
- Δημιουργία χαρακτηριστικής οσμής και γεύσης.
- Δημιουργία κατάλληλου περιβάλλοντος για την ανάπτυξη εντόμων.
- Παραγωγή μυκοτοξινών (δηλητήρια, τα οποία μπορούν να μολύνουν τρόφιμα και ζωοτροφές).

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 1), δείχνει τις ελάχιστες περιεκτικότητες υγρασίας που απαιτείται για την ανάπτυξη ορισμένων σημαντικών μυκήτων αποθήκευσης.

Πίνακας 1: Ελάχιστη περιεκτικότητα υγρασίας σιτηρών για την ανάπτυξη μυκήτων
(Πηγή: Gwinner et al., 1996)

Είδος μύκητα	Ελάχιστη περιεκτικότητα των σιτηρών σε υγρασία
Aspergillus	13,5%
Candidus	15%
Ochraceus	15%
Flavus	18%
Fusarium spp.	18-19%
Penicillium spp.	16,5-19%

Μύκητες που αναπτύσσονται κατά την αποθήκευση των σιτηρών: Οι μικροοργανισμοί του γένους *Aspergillus* είναι ευρύτατα διαδεδομένοι στη φύση και κατά συνέπεια στα τρόφιμα και ιδιαίτερα στα δημητριακά και στα υπερώριμα-χαλασμένα λαχανικά και φρούτα. Αποτελούν σημαντικό κίνδυνο λόγω παραγωγής των αφλατοξινών. Οι αφλατοξίνες παράγονται από τους *A. flavus* και *A. parasiticus*.

Οι μύκητες αυτοί σταματούν την ανάπτυξή τους καθώς και την παραγωγή τοξίνης όταν οι κόκκοι αποκτούν τιμή ενεργότητας νερού (a_w) μικρότερη από 0.80 που αντιστοιχεί σε υγρασία <15%. Η θερμοκρασία είναι μία παράμετρος που επίσης περιορίζει την ανάπτυξη των *A. Flavus* και *A. parasiticus*. Η ανάπτυξή τους σταματά στους 10°C ενώ η παραγωγή τοξίνης αναστέλλεται σε τιμές θερμοκρασίας μικρότερες των 13°C (Gwinner et al., 1996).

1.4.1 ΜΥΚΟΤΟΞΙΝΕΣ

Μία σημαντικότερη επίδραση των μετασυλλεκτικών ασθενειών νωπών καρπών, λαχανικών και κυρίως σπόρων είναι η πρόκληση δηλητηριάσεων σε ζώα και ανθρώπους μετά από κατανάλωση γεωργικών προϊόντων προσβεβλημένων από ορισμένους μύκητες. Οι μυκοτοξίνες είναι προϊόντα μεταβολισμού των μυκήτων και συνήθως αν και ανήκουν στους χημικούς κινδύνους, τις περισσότερες φορές, περιγράφονται μαζί με τους μικροβιολογικούς κινδύνους. Η ανίχνευση μυκοτοξινών σε αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα είναι πολύ συχνή αλλά τις περισσότερες φορές η συγκέντρωση δεν ξεπερνά τα επιτρεπόμενα όρια.

Οι μυκοτοξίνες είναι ιδιαίτερες σταθερές και δεν καταστρέφονται με βράσιμο, πίεση ή άλλες διεργασίες. Μπορούμε να αποφύγουμε την ύπαρξη μυκοτοξινών μόνον εμποδίζοντας την ανάπτυξη των μυκήτων. Τα σχέδια αντιμετώπισης των κινδύνων από πιθανή ύπαρξη μυκοτοξινών περιλαμβάνουν κατάλληλη ξήρανση των κόκκων τόσο στον αγρό όσο και πριν την αποθήκευση και επεξεργασία τους, ώστε οι αντίστοιχοι μύκητες να μην βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες για ανάπτυξη και παραγωγή τοξίνης.

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μυκοτοξινών και οι επιστήμονες συνεχώς ανακαλύπτουν καινούργιες. Ο FAO, (Food and Agricultural Organization) των Ηνωμένων Εθνών εκτιμά ότι 25% των σοδειών παγκοσμίως επηρεάζονται από μυκοτοξίνες.

Οι πιο σημαντικοί μύκητες που παράγουν μυκοτοξίνες ανήκουν στα γένη *Aspergillus*, *Penicillium* και *Fusarium*.

Πίνακας 2: Μύκητες που παράγουν μυκοτοξίνες και προϊόντα που επηρεάζονται (Πηγή: Gwinner et al., 1996)

Είδη μυκήτων	Προϊόντα που επηρεάζονται
Altenaria	ρύζι, σόργο, σόγια
A. longissima	ρύζι, σόργο
A. padwickii	ρύζι
Aspergillus flavus	κάσιους, αραβόσιτος, φιστίκια, σόγια
Fusarium moniliforme	αραβόσιτος, σόργο, σόγια, σιτάρι, κριθάρι
ST. semitectum	αραβόσιτος
Penicillium citrinum	σόργο, σόγια, σιτάρι, αραβόσιτος

Οι κυριότερες τοξίνες είναι οι Αφλατοξίνες B1, B2, G1, G2, η Ωχρατοξίνη A και οι τοξίνες των μυκήτων του γένους *Fusarium* (*DON*, *Zearalenone*).

Αφλατοξίνες: Οι πιο επικίνδυνες μυκοτοξίνες είναι οι αφλατοξίνες οι οποίες παράγονται από το μύκητα *Aspergillus flavus* καθώς και από άλλα είδη του γένους *Aspergillus*. Παράγονται σε προσβεβλημένους σπόρους σιτηρών και οσπρίων. Οι αφλατοξίνες είναι οι πλέον γνωστές και οι καλύτερα μελετημένες μυκοτοξίνες στον κόσμο. Οι κυριότερες αφλατοξίνες είναι αφλατοξίνες B1, B2, G1 και G2. Επίσης αφλατοξίνη είναι δυνατόν να ανιχνευτεί στο γάλα, γαλακτοκομικά προϊόντα, παγωτά, προϊόντα με βάση καλαμποκιού ή φιστικιών, σε άλλους ξηρούς καρπούς όπως καρύδια, φιστίκια Αιγίνης.

Η αφλατοξίνη έχει συσχετισθεί με διάφορες ασθένειες όπως η αφλατοξίκωση (δηλητηρίαση ή τοξίκωση από αφλατοξίνες) σε ζώα φάρμας, σε οικόσιτα ζώα και σε ανθρώπους παντού στον κόσμο. Η αφλατοξίνη μπορεί να προκαλεί οξεία νέκρωση του ήπατος (αφλατοξίκωση), κίρρωση και καρκίνο του ήπατος σε διάφορα ζώα. Κανένα είδος ζώου δεν είναι ανθεκτικό στις οξείες τοξικές επιδράσεις της αφλατοξίνης. Είναι λογικό ότι και οι άνθρωποι επηρεάζονται με ανάλογο τρόπο.

Τοξίνες *Fusarium*: Διάφορες τοξίνες παράγονται από είδη του γένους *Fusarium* κυρίως σε προσβεβλημένο αραβόσιτο. Τα πιο σοβαρά προβλήματα που δημιουργούνται σε αγροτικά ζώα είναι εκδήλωση ανωμαλιών και παραμορφώσεων στο αναπαραγωγικό

σύστημα (τοξίνες zearalenones), νωθρότητα, διάρροια, αιμορραγία, αλλοιώσεις οστών, θάνατο (τοξίνες trichothecins), εγκεφαλικές ανωμαλίες, οίδημα, καρκίνο (τοξίνες fumonisins).

Λοιπές τοξίνες *Penicillium* και *Aspergillus*: Εκτός από τις αφλατοξίνες, τα είδη των γενών *Penicillium* και *Aspergillus* παράγουν και άλλες τοξίνες σε προσβεβλημένους σπόρους σιτηρών. Οι τοξίνες αυτές δημιουργούν προβλήματα σε αγροτικά ζώα στα οποία χορηγούνται προσβεβλημένοι σπόροι ως τροφή. Προκαλούν εκφυλισμό ή νέκρωση του ήπατος, ανωμαλίες στη λειτουργία του κυκλοφορικού και του νευρικού συστήματος, παράλυση, αιμορραγία, καρκίνο κ.α. Πολλές από αυτές τις τοξίνες μπορούν να μολύνουν και τον άνθρωπο αν καταναλώσει μολυσμένο κρέας (Gwinner et al., 1996).

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3), παρουσιάζονται οι μυκοτοξίνες, οι τοξίνες που παράγουν και οι κίνδυνοι για την υγεία.

Πίνακας 3: Μυκοτοξίνες και κίνδυνοι για την υγεία (Πηγή: Gwinner et al., 1996)

Μυκοτοξίνες και τοξίνες που παράγονται	Κίνδυνοι για την υγεία
Αφλατοξίνη (<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. Parasiticus</i>)	Καρκινογόνος βλάβη του ήπατος και άλλες δυσμενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο τα πουλερικά, τους χοίρους και τα βοοειδή
Δεσοξυνιβαλενόλη (<i>Fusarium graminearum</i> και συναφή είδη)	Οξεία τοξίκωση του ανθρώπου, εσωτερικές διαταραχές, μειωμένη ανάπτυξη σε χοίριους
Citrinin (<i>Penicillium spp</i>)	Ασθένειες των νεφρών στον άνθρωπο και στους χοίρους
Φουμονισίνη (<i>Fusarium moniliforme</i> και συναφή είδη)	Καρκινογόνος βλάβη του οισοφάγου στον άνθρωπο, παθήσεις σε χοίρους, ιπποειδή και πουλερικά
Ωχρατοξίνη (<i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Aspergillus ochraceous</i>)	Καρκινογενέσεις, νεφρικές βλάβες και άλλες δυσμενείς επιπτώσεις σε χοίρους και πουλερικά
Ζεαραλενόνη (<i>Fusarium graminearum</i>)	Πιθανή καρκινογόνος ουσία στον άνθρωπο, επίδραση στην παραγωγή χοιρινού κρέατος

Αφλατοξίνες (από *Aspergillus flavus* και *Aspergillus parasiticus*)

Τύποι: B₁, B₂, G₁, G₂ (σε ξηρούς καρπούς, δημητριακά) και M₁, M₂ (μεταβολίτες των B₁, B₂ σε γάλα)

Με αποθήκευση σε υγρές συνθήκες ή ανάπτυξη του καρπού σε συνθήκες ξηρασίας.

Προκαλούν ηπατοπάθειες.

Οχρατοξίνες (από *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium* spp.)

Σε καλαμπόκι, φασόλια, φυστίκια.

Προκαλούν νεφροπάθειες.

Πατσουλίνη (patulin) (από *Penicillium*)

Σε μουχλιασμένα φρούτα, φρουτοχυμούς.

Καρκινογόνο, αιμοραγίες.

Τριχοθεσίνες (trichothecenes) (*Fusarium graminearum*)

Τύποι: Ζεαραλινόνη, δεοξυνιβαλενόλη (DON).

Σε σίτο, καλαμπόκι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ – ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΤΟΝΑ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος αντιμετώπισης φυτοπαθογόνων είναι η χημική καταπολέμηση, η χρήση δηλαδή ουσιών που θανατώνουν το παθογόνο ή επιβραδύνουν ή παρεμποδίζουν την ανάπτυξή του. Η χρήση χημικών μέσων για την καταπολέμηση φυτοπαθογόνων μυκήτων ή βακτηρίων είναι παγκόσμια μικρότερη από ότι για την καταπολέμηση εντόμων και ακάρεων ή ζιζανίων. Αυτό οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στη χρησιμοποίηση ποικιλιών φυτών που είναι ανθεκτικές στις ασθένειες.

Στη φυτοπροστασία χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες για την αντιμετώπιση ασθενειών που οφείλονται σε μύκητες, αλλά και σε βακτήρια ή μυκοπλάσματα. Μολονότι είναι γνωστές ενώσεις που έχουν δράση εναντίων ιών, π.χ. παρεμποδίζοντας τον πολλαπλασιασμό τους, αυτές δεν έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα στην πράξη.

Οι όροι «μυκητοκτόνο» και «βακτηριοκτόνο» ετυμολογικά υποδηλώνουν ενώσεις που θανατώνουν τους αντίστοιχους μικροοργανισμούς. Οι ίδιοι όροι όμως χρησιμοποιούνται και στην περίπτωση ενώσεων που δεν προκαλούν το θάνατο, αλλά μόνο παρεμποδίζουν την αύξηση των φυτοπαθογόνων, έχουν δηλαδή μυκητοστατική ή βακτηριοστατική δράση.

Στη χημική καταπολέμηση φυτοπαθογόνων θα πρέπει να περιληφθεί και η χρήση ενώσεων που δεν εμποδίζουν την ανάπτυξη του παθογόνου, αλλά μόνο την παραγωγή σπορίων (αντισπορογόνα), καθώς και ενώσεων που αυξάνουν την αντοχή του ξενιστή ή επηρεάζουν την αλληλεπίδραση ξενιστή - παθογόνου παρεμποδίζοντας την παραγωγή ασθένειας ή μειώνοντας την ένταση της (αντιπαθογονικοί παράγοντες) (Καπετανάκης, 1998).

Οι μέθοδοι εφαρμογής των χημικών ουσιών ποικίλλουν ανάλογα με το παράσιτο στόχο και την καλλιέργεια. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το παρασιτοκτόνο εφαρμόζεται απευθείας στο παράσιτο, και σε άλλες στον ξενιστή των φυτών. Σε άλλες ακόμη, χρησιμοποιείται επί του εδάφους ή σε κλειστό χώρο αέρα. Οι τύποι των σκευασμάτων είναι ξηρό, υγρό, και αερόλυμα.

Οι ξηρές συνθέσεις μπορεί να είναι σκόνες, κόκκοι, διαβρέξιμες και διαλυτές σκόνες, υδατοδιασπάρσιμα κοκκία ή δολώματα. Υγρές συνθέσεις μπορεί να είναι διαλύματα, γαλακτώματα (γαλακτωματοποιήσιμα συμπυκνώματα), αερολύματα, ή καπνογόνα. Τα

αερολύματα, είναι υγρά με ένα διαλύτη και ένα προωθητικό, που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές ομίχλης.

Ο αριθμός των χημικών ουσιών που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση παθογόνων που προκαλούν μετασυλλεκτικές ασθένειες σε οπωροκηπευτικά είναι μεγάλος (Πίνακας 4). Η χρήση τους υπόκειται σε περιορισμούς που ορίζει η νομοθεσία κάθε χώρας ώστε να αποφεύγεται η παρουσία υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε προϊόντα. Η συγκέντρωση των ανεκτών υπολειμμάτων εξαρτάται από τη συγκέντρωση της δραστικής ουσίας, από το χρόνο της εφαρμογής, από το χρόνο αποθήκευσης, από τη μορφή στην οποία εφαρμόζεται η δραστική ουσία και από το προϊόν (Παπαδοπούλου, 2011). Τα τελευταία χρόνια όμως πολλά από αυτά έχουν καταργηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πίνακας 4: Χημικές ουσίες για την καταπολέμηση παθογόνων (Πηγή: Παπαδοπούλου, 2011)

Δραστική	Παθογόνο
2-aminobutane beriomyl	<i>Colletotrichum, Penicillium, Monilia</i>
biphenil	<i>Peniciflium, Sclerotica, Botrytis</i>
Captan	<i>Botyrtis, Sclerotica</i>
carbendazim	<i>Colletotrichum, Penicillium, Sclerotinia, Botrytis κ.α.</i>
dichlorofluanid	<i>Botrytis</i>
Dichloran	<i>Botrytis, Rhizopus</i>
etaconazole	<i>Geotrichum, Alternaria, Colletotrichum, Penicillium</i>
guazatine	<i>Geotrichum, Penicillium</i>
Imazali!	<i>Altemaria, Penicillium</i>
Iprodione	<i>Botrytis, Rhizopus, Colletotrichum, Gloeosporium, Monilia</i>
lime sulfur	<i>Sclerotinia</i>
mancozeb	<i>Pythium, Phytophthora</i>
Maneb	<i>Pythium, Phytophthora</i>
metalaxyl	<i>Phytophthora</i>
nitrogen	<i>Penicillium</i>
o-phenilphenol	<i>Penicillium, βακτήρια</i>
prochloraz	<i>Penicillium, Alternaria</i>
propionazole	<i>Penicillium, Alternaria, Colletotrichum, Geotrichum</i>
sodium carbonate	<i>Penicillium</i>
sodium o-phenylphenate	<i>Penicillium, βακτήρια</i>
sorbic acid	<i>Alternaria, Cladosporium</i>
sulphur dioxide	<i>Botrytis</i>
thiabendazole	<i>Peniciflium, Colletotrichum, Botrytis, Sclerotinia</i>
Thiram	<i>Botrytis, Cladosporium</i>

2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ

Για την αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα ένας μεγάλος αριθμός χημικών ενώσεων. Αυτές θα μπορούσαν να διακριθούν σε κατηγορίες:

Ανάλογα με τον τρόπο δράσης

α) Προστατευτικά (με προφυλακτική δράση), που πρέπει να καλύπτουν όλη την επιφάνεια του φυτού και το προστατεύουν από πιθανή προσβολή από μύκητες π.χ. *mancozeb* και *chlorothalonil*.

β) Θεραπευτικά, που μετακινούνται μέσα στο φυτό και καταπολεμούν τον υπό ανάπτυξη μύκητα π.χ. *myclobutanil*, *tebuconazole*

Ανάλογα με τη γημική σύνθεση.

Ορισμένες από τις ομάδες στις οποίες διακρίνονται είναι οι εξής:

α) Ανόργανα

i) Θειάφι: Δεν είναι τοξικό στα θηλαστικά. Μπορεί να είναι φυτοτοξικό ιδιαίτερα αν εφαρμόζεται σε ψηλές θερμοκρασίες. Προστατευτική δράση. Χρησιμοποιείται και ως εδαφοβελτιωτικό σε αλκαλικά εδάφη.

ii) Χαλκούχα – Βορδιγάλλειος πολτός : Προστατευτικά μυκητοκτόνα / βακτηριοκτόνα για ένα μεγάλο φάσμα ασθενειών.

β) Διμέθυλο-διθειοκαρβαμιδικά π.χ. *ferbam*, *thiram*, *ziram*

Έχουν μικρή υδατοδιαλυτότητα και διασπώνται με έκθεση στο φως, υγρασία και θερμότητα. Δεν συνδυάζονται με χαλκούχα και αλκαλικά μέσα.

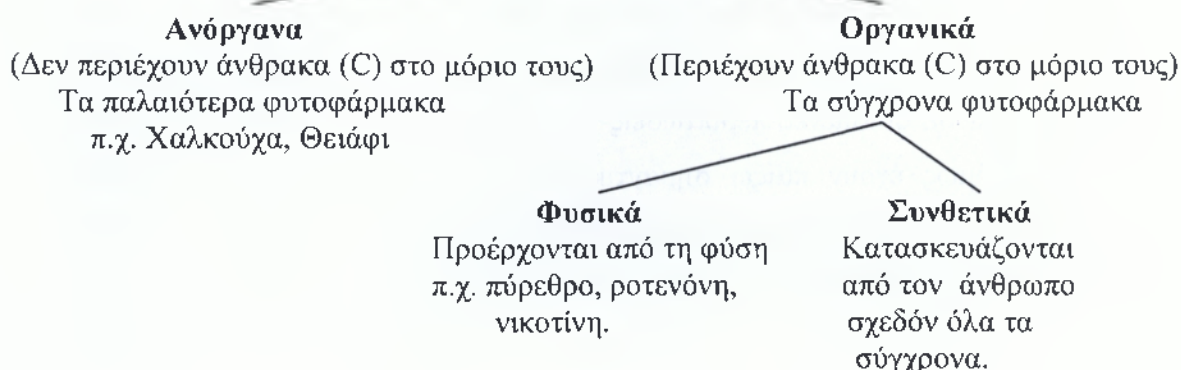
γ) Αιθυλενο -δισ- διθειοκαρβαμιδικά π.χ. *maneb*, *mancozeb*, *metiram*, *propineb*

Εναντίον μεγάλου φάσματος μυκήτων φυλλώματος (κυρίως περονόσπορων) – πιο αποτελεσματικά σε συνδυασμό με χαλκούχα.

δ) Βενζιμιδαζολικά π.χ. *carbendazim*, *thiabendazole*, *thiophanate-methyl*

Προστατευτικά και θεραπευτικά εναντίον μεγάλου φάσματος μυκήτων. Εφαρμόζονται προσυλλεκτικά αλλά και μετασυλλεκτικά για την προστασία φρούτων και άλλων αποθηκευμένων προϊόντων (Καπετανάκης, 1998).

Ταξινόμηση σύμφωνα με τη χημική σύνθεση



2.2.1. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

Περιλαμβάνουν το θείο και ανόργανες ενώσεις βαρέων μετάλλων.

Θείο: Είναι το πρώτο μυκητοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε. Σήμερα χρησιμοποιείται σε σημαντικές ποσότητες, κυρίως εναντίον των ωιδίων αλλά και εναντίον φουζικλαδίων, σκωριάσεων κ.α.

Εφαρμόζεται σε μορφή σκόνης (θειάφισμα) ή με ψεκασμούς. Με ψεκασμούς εφαρμόζεται επίσης το θειασβέστιο. Παράγεται με βρασμό μίγματος θείου με οξείδιο του ασβεστίου σε νερό. Μετά το βρασμό παραλαμβάνεται το υγρό, που εφαρμόζεται αραιωμένο στα φυτά. Αυτό περιέχει πολυσουλφίδια του ασβεστίου τα οποία προσδίδουν σταθερότητα και προσκολλητικότητα στο διάλυμα και απελευθερώνουν το στοιχειακό θείο που είναι και το δραστικό συστατικό του θειασβεστίου .

Το θείο δρα παρεμβαίνοντας στην αναπνοή των κυττάρων. Είναι προστατευτικό μυκητοκτόνο με δευτερεύουσα ακαρεοκτόνο δράση. Χρησιμοποιείται εναντίον, ωιδίων, φουζικλαδίων και άλλων μυκήτων, καθώς και εναντίον ακάρεων σε καλλιέργειες ροδακινιάς, μηλιάς, αμπελιού φράουλας, τεύτλων, ανθοκομικών φυτών, λαχανικών κ.ά.

Το θείο μπορεί να είναι φυτοτοξικό σε ορισμένα είδη ή ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών, όπως μηλιές, αχλαδιές, κολοκυνθοειδή κ.ά. Η ευαισθησία αυξάνει σε υψηλές θερμοκρασίες, ιδιαίτερα πάνω από 20° C, οπότε μπορεί να εμφανιστούν εγκαύματα και σε μη ευαίσθητα φυτά. Το θειασβέστιο είναι περισσότερο φυτοτοξικό. Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται με πολύ υγρό καιρό.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του θείου είναι η χαμηλή τιμή του, ενώ δεν έχει πρόβλημα υπολειμμάτων στα αναλώσιμα γεωργικά προϊόντα. Μειονεκτήματα αποτελούν, εκτός από τον κίνδυνο φυτοτοξικότητας, οι μεγάλες ποσότητες που απαιτούνται κατά την εφαρμογή

και το στενό φάσμα δράσης. Όμως ο λόγος που συνεχίζει να χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες είναι η έλλειψη ικανοποιητικών ωιδιοκτόνων.

Βαρέα μέταλλα: Ιόντα βαρέων μετάλλων εμφανίζουν μυκητοτοξικότητα που ποικίλει σε ένταση. Ανόργανες ενώσεις του ψευδαργύρου, του καδμίου και του υδραργύρου έχουν χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες περιπτώσεις για καταπολέμηση ασθενειών. Μόνο ενώσεις του χαλκού όμως έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στον τομέα αυτό. Ουσιαστικά, αν εξαιρεθούν τα σκευάσματα του χαλκού και του θείου, οι ανόργανες χημικές ενώσεις ελάχιστα έχουν συμβάλει μέχρι τώρα στην καταπολέμηση μυκήτων. Ο ρόλος των ενώσεων χαλκού και θείου ήταν βέβαια πολύ πιο σοβαρός πριν από λίγες δεκαετίες. Σχεδόν ολόκληρη η χημική καταπολέμηση ασθενειών βασιζόταν στις ουσίες αυτές μέχρι τη δεκαετία του 1940, που εμφανίστηκαν τα οργανικά μυκητοκτόνα των ομάδων των κινονών και των διθειοκαρβαμιδικών. Ο χαλκός και το θείο διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση των ασθενειών ακόμα και σήμερα.

Χαλκός: Πολλές ανόργανες ενώσεις του χαλκού, που είναι αδιάλυτες στο νερό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μυκητοκτόνα. Το πιο γνωστό από αυτά είναι ο βορδιγάλιος πολτός (Bordeaux mixture). Προέρχεται από αντίδραση του θεικού χαλκού και του υδροξειδίου του ασβεστίου, σε υδατικό περιβάλλον. Χρησιμοποιείται σε προστατευτικούς ψεκασμούς εναντίον του περonosπόρου της πατάτας και του αμπελιού, του φουζικλάδιου της μηλιάς κ.α. Δεν έχει δράση στα ωΐδια.

Η σημαντική προστατευτική ιδιότητα του βορδιγάλιου πολτού εναντίον των μυκήτων οφείλεται τόσο στις χημικές του ιδιότητες όπως η σταθερότητα και η υπολειμματική διάρκεια, όσο και στις φυσικές ιδιότητες του υπολείμματός του, όπως η προσκόλληση και η εξάπλωση. Ο βορδιγάλιος πολτός παρασκευάζεται συνήθως με 0,50-2% θεικό χαλκό, που εξουδετερώνεται με υδροξείδιο του ασβεστίου για να αποφευχθεί η φυτοτοξικότητα. Πρέπει να παρασκευάζεται, την ημέρα που θα χρησιμοποιηθεί, σε μη μεταλλικό δοχείο εξ αιτίας της διαβρωτικότητάς του. Συνήθεις τρόποι παρασκευής είναι:

- α. Ο θεικός χαλκός διαλύεται στα 9/10 και η άσβεστος στο υπόλοιπο 1/10 του συνολικού όγκου του νερού. Το δεύτερο διάλυμα προστίθεται στο πρώτο με ανάδευση.
- β. Ο θεικός χαλκός διαλύεται στα 5/10 και η άσβεστος στα 5/10 του συνολικού όγκου του νερού. Το πρώτο διάλυμα προστίθεται στο δεύτερο με ανάδευση.
- γ. Τα δύο διαλύματα παρασκευάζονται όπως στη μέθοδο β αλλά αναμιγνύονται σε τρίτο δοχείο.

Στην αγορά των φυτοφαρμάκων υπάρχουν σήμερα σκευάσματα σε μορφή σκόνης, έτοιμα να προστεθούν στο νερό και να ψεкаσθούν. Είναι άριστο προστατευτικό μυκητοκτόνο αλλά, πέρα από την εξαιρετική προσοχή που απαιτείται κατά την παρασκευή

του έχει ένα σημαντικό ελάττωμα: Προκαλεί ανασχεση της βλάστησης σε πολλά φυτά, όπως τα σολανώδη (και ιδιαίτερα η τομάτα), το αμπέλι, ορισμένα είδη πεπονιού κ.α. Φαίνεται ότι η άσβεστος είναι υπεύθυνη σε σημαντικό βαθμό για την ανεπιθύμητη αυτή επίδραση. Για το λόγο αυτό αναζητήθηκαν άλλες ανόργανες ενώσεις του χαλκού που δεν απαιτούν προσθήκη ασβεστίου. Έτσι υπάρχουν σήμερα ο εναμμώνιος ανθρακικός χαλκός, το οξειδίο (ή υποοξειδίο) του χαλκού, το υδροοξειδίο του χαλκού, και ο οξυχλωριούχος χαλκός. Κυκλοφορούν σαν σκευάσματα βρέξιμης σκόνης. Έχουν τα πλεονεκτήματα ότι δεν είναι διαβρωτικά για τα μέταλλα (δοχεία διάλυσης, ψεκαστήρες) και ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αρκετά μεγάλες συγκεντρώσεις χωρίς κίνδυνο φυτοτοξικότητας. Πάντως έχουν μικρότερη προσκολλητικότητα και υπολειμματική διάρκεια από το βορδιγάλιο πολτό και συχνά δεν είναι το ίδιο αποτελεσματικά.

Τα χαλκούχα χρησιμοποιούνται εναντίον πολλών ασθενειών με αίτια μύκητες (με κύριες εξαιρέσεις τα ωΐδια και τον πρώιμο περονόσπορο της πατάτας και της τομάτας), καθώς και βακτήρια. Πάντως όπως όλα τα ανόργανα δρουν μόνο προστατευτικά, δηλαδή μετά την εγκατάσταση του παθογόνου μέσα στους φυτικούς ιστούς δεν καταπολεμούν την ασθένεια.

Υδράργυρος: Πολλές ενώσεις του υδραργύρου είναι αποτελεσματικά μυκητοκτόνα και βακτηριοκτόνα. Επειδή όμως είναι τοξικές για τον άνθρωπο τα φυτά και τα ζώα, χρησιμοποιούνται σε ειδικές μόνο περιπτώσεις όπως η προστασία ξυλείας, η απολύμανση πληγών κλαδεύματος, η καταπολέμηση ασθενειών χλοοτάπητα, η επιφανειακή απολύμανση πολλαπλασιαστικού υλικού κ.α. Πάντως η καθαυτό γεωργικές χρήσεις των ενώσεων υδράργυρου έχουν απαγορευθεί εφόσον δεν επιτρέπεται να υπάρχουν υπολείμματα υδράργυρου στα τρόφιμα και στις κτηνοτροφές (Καπετανάκης, 1998).

2.2.2. ΟΡΓΑΝΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

Οι ανόργανες ενώσεις των μετάλλων με μυκητοτοξικές ιδιότητες, είναι και πολύ τοξικές για τα φυτά καθώς και για τον άνθρωπο. Η εκτελεστική τοξικότητα και η δραστηριότητα βελτιώνονται αν το μεταλλικό κατιόν συνδεθεί με άτομο άνθρακα οργανικής ρίζας σχηματίζοντας έτσι μία οργανομεταλλική ένωση. Το οργανικό μέρος του μορίου επίσης διευκολύνει πολλές φορές την πρόσληψη και διακίνηση του μετάλλου μέσα στους φυτικούς ιστούς προς τη θέση δράσης του. Έτσι ενώ ο ανόργανος κασσίτερος είναι σχεδόν ανενεργός βιολογικά, μερικές οργανικές ενώσεις του κασσίτερου είναι από τα πιο αποτελεσματικά βιοκτόνα που έχουν γίνει γνωστά μέχρι σήμερα. Οργανομεταλλικές ενώσεις του υδραργύρου έχουν χρησιμοποιηθεί για την προστασία σπόρων από μύκητες

κ.α. Όμως τα οργανοϋδραγυρούχα έχουν απαγορευθεί στην Ελλάδα από το 1974, όπως και σε άλλες χώρες για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος.

Ενώσεις του κασσιτέρου έχουν σημαντικό ενδιαφέρον, και έτσι, μολονότι είναι τοξικά για τον άνθρωπο χρησιμοποιούνται σαν προστατευτικά μυκητοκτόνα. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ο οξικός τριφαινυλοκασσίτερος (fentin acetate) για την καταπολέμηση του μύκητα *Cercospora beticola* στα τεύτλα. Σημαντική μυκητοκτόνο δράση έχει επίσης και το υδροξείδιο του τριφαινυλοκασσίτερου (fentin hydroxide).

2.2.3. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

Η χρήση των ουσιών αυτών άρχισε με την ανακάλυψη της ομάδας των διθειοκαρβαμιδικών, μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1930. Τα οργανικά προστατευτικά μυκητοκτόνα δεν είναι φυτοτοξικά, έχουν μηδαμινή τοξικότητα για τα θερμόαιμα σε σχέση με τα οργανομεταλλικά και δεν είναι έμμονα στο περιβάλλον. Έχουν γενική τοξικότητα στο υποκυτταρικό επίπεδο, και έτσι δεν έχουν εκλεκτική δράση.

Διθειοκαρβαμιδικά: Είναι η πιο σημαντική ομάδα μυκητοκτόνων. Τα διθειοκαρβαμιδικά είναι παράγωγα του διθειοκαρβαμιδικού οξέος.

Διακρίνονται ανάλογα με τη χημική τους δομή σε τρεις υποομάδες:

-Δισουλφίδια του θειουράμ: *thiram*.

-Διαλκυλοδιθειοκαρβαμιδικά: *ferbam* (δεν κυκλοφορεί στην Ελλάδα), *ziram*

-Μονοαλκυλοδιθειοκαρβαμιδικά: *nabam* (δεν κυκλοφορεί στην Ελλάδα), *maneb*, *mancozeb*, *propineb*.

Παρότι τα διθειοκαρβαμιδικά είναι πολύ σημαντικά για την καταπολέμηση ασθενειών των φυτών, ο τρόπος δράσης τους δεν είναι γνωστός στις λεπτομέρειές του. Πιθανότατα δρουν σε περισσότερες από μία θέσεις στο εσωτερικό του κυττάρου του μύκητα. Φαίνεται ότι είναι απαραίτητη η παρουσία ιόντων βαρέων μετάλλων για να περάσει το μόριο του μυκητοκτόνου την πρωτοπλασματική μεμβράνη. Όταν το μόριο βρεθεί μέσα στο κύτταρο υπάρχουν τρεις πιθανοί τρόποι δράσης:

-αφαίρεση απαραίτητων μετάλλων από τα ένζυμα ή άλλα ζωτικά κυτταρικά συστατικά,

-παρεμπόδιση ενζυμικής δράσης μετά από προσκόλληση του διθειοκαρβαμιδικού πάνω στο ένζυμο,

-σχηματισμός μικτών δισουλφιδίων με σουλφυδρυλικές ομάδες των ενζύμων του κυττάρου.

Κινόνες: Δρουν σαν παράγοντες αλκυλίωσης παρεμποδίζοντας ποικίλες διεργασίες στο εσωτερικό των κυττάρων. Είναι αποτελεσματικά εναντίον ποικίλων ασθeneιών εκτός από τα ωΐδια.

Cartan και συγγενή μυκητοκτόνα: Τα προστατευτικά αυτά μυκητοκτόνα έρχονται, από άποψη γεωργικής σημασίας, αμέσως μετά τα διθειοκαρβαμιδικά. Είναι ετεροκυκλικές ενώσεις του αζώτου που χαρακτηρίζονται από ένα πολυαλογονωμένο αλκύλιο ενωμένο με θείο. Στο αλκύλιο αυτό οφείλεται και η μυκητοτοξικότητα τους.

Το cartan ήταν το πρώτο που χρησιμοποιήθηκε από το 1952, στη γεωργική πράξη. Χρησιμοποιείται για πολλές ασθένειες των οπωροφόρων, του αμπελιού και των λαχανικών. Όμως δεν καταπολεμά τα ωΐδια.

Τα μυκητοκτόνα της ομάδας αυτής δρουν πιθανότατα παρεμποδίζοντας την αναπνοή των κυττάρων των μυκήτων, μετά από αντίδραση με ορισμένα κυτταρικά ένζυμα. Η χρήση των τριών αυτών ενώσεων είναι πιθανό να μειωθεί στο μέλλον επειδή έχουν αποδειχθεί μεταλλαξιγόνα και τερατογόνα σε πολλούς οργανισμούς.

Αρωματικοί υδρογονάνθρακες: Περιλαμβάνουν παράγωγα των ανιλίνης, βενζολίου, διφαινυλίου και ναφθαλίνης. Μυκητοκτόνα αυτής της ομάδας είναι:

- το εξαχλωροβενζόλιο, δαυλιτοκτόνο στα σιτηρά ,
- τα πενταχλωροβενζόλιο και δινιτροανιλίνη, αποτελεσματικά εναντίον μυκήτων *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Botrytis* και *Sclerotium*.
- το *chloroneb* μυκητοκτόνο εδάφους και σπόρων και
- τα διφαινύλιο (*biphenyl*) και ορθοφαινυλοφαινολικό νάτριο, που χρησιμοποιούνται εναντίον σήψεων καρπών των εσπεριδοειδών.

Δρουν προκαλώντας θραύσεις χρωματοσωμάτων. Όμως δεν αποκλείεται να επηρεάζουν και άλλες κυτταρικές διεργασίες. Πάντως, εξαιτίας της γενετικής τους δραστηρότητας, πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη προσοχή.

Άλλα μυκητοκτόνα της ομάδας των αρωματικών υδρογονανθράκων είναι τα *vinclozoline* και *iprodione*, καθώς και τα *binapaeryl* και *dinocap*. Τα δύο τελευταία είναι παράγωγα φαινόλης.

2.2.4. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΔΙΑΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

Για να χαρακτηριστεί ένα γεωργικό φάρμακο διασυστηματικό θα πρέπει να μπορεί να κυκλοφορεί στο εσωτερικό όλων των κυττάρων του φυτού και να μπορεί να μεταφερθεί και προς τα πάνω ή και προς τα κάτω μέσα στο σώμα του φυτού. Αυτή η κίνηση γίνεται

μέσα στο πρωτόπλασμα των κυττάρων δια μέσου της κυτοπλασματικής μεμβράνης με ενεργό μεταφορά ή μέσα σε νεκρά κύτταρα, π.χ. τραχείες ή από τον ελεύθερο χώρο ανάμεσα στους πρωτοπλάστες γειτονικών κυττάρων. Συνήθως σε αυτήν την περίπτωση πρόκειται για μαζική ροή, από τις ρίζες προς τα φύλλα, νερού και ουσιών διαλυμένων σε αυτό.

Τα μυκητοκτόνα που είναι σήμερα γνωστά σαν διασυστηματικά κινούνται μέσα στο φυτό αλλά σπάνια μετακινούνται προς το μίσχο και το υπόλοιπο φυτό.

Χρησιμοποιούνται για εξουδετέρωση παθογόνων που έχουν εγκατασταθεί μέσα στο φυτικό ιστό, αλλά και για προστατευτική δράση. Αν εφαρμοστούν στο έδαφος απορροφούνται από το ριζικό σύστημα και τελικά τείνουν να συγκεντρωθούν στα άκρα των φύλλων χωρίς μεγάλη πιθανότητα ανακατανομής στο φυτό. Όπως είναι φυσικό, φυτικά όργανα με μικρή διαπνοή, όπως π.χ. οι καρποί, δέχονται πολύ μικρή ποσότητα από ένα τέτοιο γεωργικό φάρμακο, εκτός εάν αυτό εφαρμοσθεί απευθείας στο εξωτερικό των οργάνων.

- Παθογόνα που βρίσκονται στο εσωτερικό σπόρων μπορούν τώρα να καταπολεμηθούν εύκολα

- Το παθογόνο μπορεί να θανατωθεί ή να παρεμποδιστεί, όχι μόνο πριν αλλά και αρκετά μετά τη μόλυνση, πράγμα που επιτρέπει μεγαλύτερη άνεση στον καθορισμό του τρόπου επέμβασης.

- Υπάρχει μικρότερη ανάγκη για πλήρη κάλυψη όλης της ευπρόσβλητης φυτικής επιφάνειας εφόσον ένα μέρος του φυτοφαρμάκου εισέρχεται στους ιστούς του φυτού και μεταφέρεται.

- Μπορούν να προστατευθούν τα υπέργεια τμήματα φυτών με προσθήκη φαρμάκου στις ρίζες ή στο σπόρο, όπως π.χ. για την καταπολέμηση ωιδίων ετήσιων φυτών.

Τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα διακρίνονται στις παρακάτω ομάδες:

Καρβοξαμιδικά (ή οξαθεινες): Τα δύο γνωστότερα μυκητοκτόνα της ομάδας αυτής είναι τα *carboxin* και *oxycarboxin*. Ανακαλύφθηκαν το 1966 από τους Von Semeling και Kulka. Εμφανίζουν μεγάλη εξειδίκευση εναντίον βασιδιομυκήτων, όπως σκωριάσεις, άνθρακες, δαυλίτης και *Rhizoctonia solani*.

Βενζιμιδαζολικά: Είναι τα παράγωγα της βενζιμιδαζόλης. Το πιο γνωστό μυκητοκτόνο της ομάδας αυτής είναι το *benomyl*. Ανακαλύφθηκε το 1963 από τους Delp και Kloring. Αμέσως μετά την ανακάλυψή του σχηματίστηκε η εντύπωση ότι είχε αρχίσει μια νέα εποχή στη χημική καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών. Πραγματικά το μυκητοκτόνο αυτό, - δρα σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (π.χ. 0,1 ppm), καταπολεμά τις κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες (με κύρια εξαίρεση αυτές που οφείλονται σε

ωομύκητες), έχει στεριωτική δράση στα θηλυκά των τετρανύχων, είναι διασυστηματικό, έχει μεγάλη διάρκεια δράσης στο εσωτερικό του φυτού, και έχει μηδαμινή φυτοτοξικότητα και οξεία τοξικότητα για τα θερμόαιμα.

Σχεδόν είκοσι χρόνια από την ανακάλυψή του, το *benomyl* συνεχίζει να είναι ένα σημαντικό μυκητοκτόνο, αλλά όμως η γενική εικόνα του εμφανίζεται λιγότερο αισιόδοξη από ότι αμέσως μετά την ανακάλυψή του, εξαιτίας της ευκολίας με την οποία οι ευαίσθητοι μύκητες αναπτύσσουν ανθεκτικά στελέχη στον αγρό, μετά από μεταλλαγές, στα βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα, και της γενετικής ενεργότητας (genetic activity) των βενζιμιδαζολικών μυκητοκτόνων.

Το *benomyl* σε υδατικό διάλυμα μετατρέπεται γρήγορα στο μεθυλεστέρα του βενζιμιδαζολοκαρβαμιδικού οξέος (MBC). Η ουσία αυτή είναι και το ενεργό συστατικό, στις περισσότερες τουλάχιστον περιπτώσεις. Το MBC έχει κυκλοφορήσει και το ίδιο σαν γεωργικό μυκητοκτόνο με το όνομα *carbendazim*. Χρησιμοποιείται όπως και το *benomyl*.

Ο μηχανισμός μυκητοτοξικής δράσης των βενζιμιδαζολικών είναι αρκετά γνωστός. Έχουν επίδραση στη μιτωτική πυρηνοτομία των μυκήτων. Το MBC παρεμποδίζει τον σχηματισμό των μικροσωληνίσκων της μιτωτικής ατράκτου, αποκλείοντας έτσι τον κανονικό αποχωρισμό των θυγατρικών χρωματοσωμάτων. Κάτω από ομαλές συνθήκες οι μικροσωληνίσκοι σχηματίζονται με πολυμερισμό υπομονάδων πρωτεΐνης. Όμως το MBC προσκολλάται στις υπομονάδες αυτές, εμποδίζοντας έτσι τον πολυμερισμό και το σχηματισμό ατράκτου και, κατά συνέπεια, και την ανάπτυξη του μύκητα.

Πυριμιδινικά: Τα πιο σημαντικά μυκητοκτόνα παράγωγα της πυριμιδίνης είναι τα ethirimol, dimethirimol και bupirimate. Είναι εξειδικευμένα ωιδιοκτόνα και δρουν προστατευτικά και θεραπευτικά.

Το ethirimol είναι πολύ αποτελεσματικό εναντίον του ωιδίου των σιτηρών. Με επίπαση των σπόρων προστατεύεται το φυτό για ένα μεγάλο μέρος της καλλιεργητικής περιόδου.

Το dimethirimol χρησιμοποιείται κυρίως εναντίον του ωιδίου των κολοκυνθοειδών. Ριζοπότισμα των φυτών εξασφαλίζει προστασία για πολλές εβδομάδες. Πάντως σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν εμφανισθεί ανθεκτικά στελέχη ωιδίων με συνέπεια τη μείωση της αποτελεσματικότητά του.

Το bupirimate είναι αποτελεσματικό εναντίον ωιδίων της μηλιάς και των καλλωπιστικών. Είναι το μόνο από τα τρία που κυκλοφορεί στην Ελλάδα.

Ο μηχανισμός δράσης των πυριμιδινικών δεν είναι γνωστός. Η μελέτη του δυσχεραίνεται εξαιτίας της εξειδίκευσης των φυτοφαρμάκων αυτών εναντίον μυκήτων που είναι υποχρεωτικά παράσιτα και δεν προσφέρονται για βιοχημική μελέτη. Πάντως

σύμφωνα με πρόσφατη εργασία στο θέμα αυτό η μυκητοτοξικότητα του ethirimol φαίνεται ότι έχει σχέση με την παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης RNA.

Παρεμποδιστές βιοσύνθεσης εργοστερόλης: Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα μυκητοκτόνα:

Triforine. Είναι αποτελεσματικό για την καταπολέμηση ωιδίων, σκωριάσεων και ανθρακώσεων. Επίσης καταπολεμά τα φουζικλάδια της μηλιάς και της αχλαδιάς, την καστανή σήψη των οπωροφόρων και το *Cladosporium cucumerinum* των κολοκυνθοειδών.

Triadimefon. Είναι ευρέως φάσματος διασυστηματικό που συνιστάται για την καταπολέμηση ωιδίων, σκωριάσεων και ελμινθοσποριώσεων. Δεν κυκλοφορεί.

Imazalil. Είναι πολύ αποτελεσματικό εναντίον μυκήτων του γένους *Penicillium*, που κάνουν σήψεις στους καρπούς και ιδιαίτερα στα εσπεριδοειδή. Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που οι μύκητες αυτοί έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα της ομάδας των αρωματικών υδρογονανθράκων (διφαινύλιο) και στα βενζιμιδαζολικά.

Μορφολινικά: Ο μηχανισμός δράσης τους δεν έχει ακόμα διευκρινισθεί. Ίσως έχουν επίδραση στην πρωτεϊνική σύνθεση, την αναπνοή ή και τη σύνθεση στερολών. Περιλαμβάνουν δύο αξιόλογα μυκητοκτόνα, το dodemorph, που δρα εναντίον των ωιδίων και σκωριάσεων των καλλωπιστικών και το tridemorph, επίσης ωιδιοκτόνο.

Οργανοφωσφορικά: Πολυάριθμες οργανοφωσφορικές ενώσεις χρησιμοποιούνται σαν εντομοκτόνα. Ένας μικρός μόνο αριθμός τέτοιων ενώσεων έχει αντιμυκητική δράση. Αξιόλογα οργανοφωσφορικά μυκητοκτόνα είναι:

Ditalimfos. Για φουζικλάδια και ωίδια. Δεν έχει διασυστηματική δράση.

Pyrazophos. Είναι κυρίως ωιδιοκτόνο, διασυστηματικό. Φαίνεται ότι η δράση του έχει σχέση με την αναπνοή των μυκήτων.

2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ

Βορδιγάλιος πολτός: (Bordeaux mixture, bouillie bordelaise). Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος. Η χρήση του έχει περιορισμούς φυτοτοξικότητας. Οι κυριότερες χρήσεις του περιλαμβάνουν την καταπολέμηση των *Phytophthora infestans* στην πατάτα και *Venturia inaequalis* στη μηλιά.

Benomyl: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με δευτερεύουσα ακαρεοκτόνο δράση. Καταπολεμά ευρύ φάσμα ασθενειών σε καλλιέργειες οπωροφόρων, ακρόδρυων, λαχανικών και μανιταριών, στη μεγάλη καλλιέργεια και στα καλλωπιστικά, καθώς και μετασυσπαστικές ασθένειες φρούτων και λαχανικών. Ενδεικτικά αναφέρονται οι: *Botrytis*

σε αγγουριά, μαρούλι, κρεμμύδι, σέλινο, καρότο, τομάτα, φασόλια, φράουλα, φυτά σε γλάστρες, ωίδια στη μηλιά, αχλαδιά, φράουλα, αγγούρι, υπαίθρια τριανταφυλλιά, φυτά σε γλάστρες, *Gloeosporium*, *Nectria* και *Sclerotinia* στη μηλιά, φουζικλάδιο σε μηλιά και αχλαδιά *Verticillium* στις φράουλες, *Fusarium* και *Verticillium* σε τομάτα σήψεις ριζών και στελέχους στο αγγούρι.

Bupirimate: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο που απορροφάται από τα φύλλα. Έχει προστατευτική και θεραπευτική δράση. Έχει ειδική εκλεκτική δράση στα ωίδια και ειδικά της μηλιάς, του αγγουριού και της τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο. Η ειδική δράση του το κάνει κατάλληλο για προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Bitertanol: Αποτελεσματικό μυκητοκτόνο φυλλώματος με προστατευτική θεραπευτική και εξολοθρευτική δράση. Καταπολεμά ασθένειες των οπωροφόρων (*Venturia* και *Sclerotinia*) και ακρόδρυων των λαχανικών, των καλλωπιστικών, της αραχίδας, της σόγιας και της μπανάνας.

Captan: Θεραπευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος. Καταπολεμά ευρύ φάσμα ασθενειών σε οπωροφόρα, ακρόδρυα, καλλωπιστικά, λαχανικά και αμπέλι, όπως π.χ. το φουζικλάδιο της μηλιάς και της αχλαδιάς, ωίδια, σήψεις στελέχους τομάτας κ.α. Χρησιμοποιείται επίσης εναντίον τήξεων νεαρών φυτών με προστασία σπόρων, εμβάπτιση φυτωρίων ή ψεκασμό.

Carbendazim: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο φυλλώματος και εδάφους. Απορροφάται από τις ρίζες και τους πράσινους ιστούς. Καταπολεμά Ασκομύκητες, Βασιδιομύκητες κ.α. σε σακχαρότευτλα, οπωροφόρα, αμπέλι, καλλωπιστικά, λαχανικά, σιτηρά, ρύζι και βαμβάκι.

Carboxin: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο. Προστατευτικό σπόρων σιτηρών, καθώς και για την καταπολέμηση ασθενειών φυταρίων στα σιτηρά, βαμβάκι, αραχίδα, σόγια, λαχανικά κ.α.

Chinomethionate: Μη διασυστηματικό μυκητοκτόνο και ακαρεοκτόνο. Καταπολεμά ωίδια και τετράνυχους σε οπωροφόρα, φράουλες, κολοκυνθοειδή και άλλα λαχανικά, και σε καλλωπιστικά στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο. Είναι φυτοτοξικό σε ορισμένες ποικιλίες μηλιάς, αχλαδιάς, τριανταφυλλιάς και άλλων καλλωπιστικών.

Chlorothalonil: Μυκητοκτόνο φυλλώματος. Καταπολεμά ασθένειες των πατατών, σταυρανθών, σιτηρών, μηλιάς, αχλαδιάς, καρότου, σέλινου, καρπουζιού, αμπελιού, τομάτας, αγγουριού, πιπεριάς, κρεμμυδιού, πράσων, αραχίδας, καλλωπιστικών (*Botrytis*), μανιταριών. Καταπολεμά αποτελεσματικά τον περονόσπορο της πατάτας, και ωίδια.

Copper oxychloride: (οξυχλωριούχος χαλκός). Προστατευτικό μυκητοκτόνο. Καταπολεμά μύκητες *Phytophthora*, *Pseudoperonospora* κ.α. Χρησιμοποιείται στην

πατάτα, τεύτλα, αμπέλι, οπωροφόρα, ελιά, τομάτα, κ.α. Κατά την εφαρμογή του εναντίον του φουζικλάδιου μπορεί να προκαλέσει σκωριόχρωση (russetting) στους καρπούς πολλών ποικιλιών μηλιάς.

Copper sulphate: (θεικός χαλκός). Γενικό μυκητοκτόνο με κοχλιο-λειμακοκτόνο δράση. Χρησιμοποιείται στην παρασκευή του βορδιγάλιου πολτού. Καταπολεμά φύκη και υδροχαρή ζιζάνια σε πόσιμα νερά. Είναι φυτοτοξικό σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Παλιότερα χρησιμοποιήθηκε σαν εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο.

Copper oxide: (cuprous oxide, οξειδίο του χαλκού). Προστατευτικό μυκητοκτόνο με κύριες χρήσεις στην προστασία σπόρων, καθώς και εναντίον περονοσπόρων, ωιδίων και σκωριάσεων. Δεν είναι φυτοτοξικό εκτός από τα σταυρανθή και τις ευαίσθητες στο χαλκό ποικιλίες κάτω από αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Dichlofluanid: Προστατευτικό και θεραπευτικό μυκητοκτόνο. Έχει δευτερεύουσα δράση στους τετράνυχους. Χρησιμοποιείται εναντίον μυκήτων *Botrytis* σε φράουλες κ.α., *Venturia* σε μηλιά και αχλαδιά. Έχει κάποια δράση στα ωΐδια. Επίσης χρησιμοποιείται στο αμπέλι, στο μαρούλι, στα κρεμμύδια, στα καλλωπιστικά και στο θερμοκήπιο στις τομάτες. Φυτοτοξικότητα έχει παρατηρηθεί σε μερικά ακρόδρυα και σε καλλωπιστικά.

Dinocap: Μυκητοκτόνο επαφής και μη διασυστηματικό ακαρεοκτόνο. Καταπολεμά ωΐδια στα οπωροφόρα, αμπέλι, καλλωπιστικά (γαρύφαλλα, χρυσάνθεμα, τριαντάφυλλα), λαχανικά (αγγούρι, λαχανάκια Βρυξελλών) και στις φράουλες. Επίσης χρησιμοποιείται σαν προστατευτικό σπόρων.

Dithianon: Προστατευτικό μυκητοκτόνο, αποτελεσματικό εναντίον ασθενειών φυλλώματος μηλοειδών και ακρόδρυων (*Venturia*, *Monilia*, *Taphrina* κ.α.). Δεν καταπολεμά τα ωΐδια. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο αμπέλι (περονόσπορος), στα εσπεριδοειδή (*Phomopsis citri*), στη φράουλα κ.α.

Dodine: Προστατευτικό μυκητοκτόνο για την καταπολέμηση πολυάριθμων ασθενειών στα οπωροφόρα, ακρόδρυα, λαχανικά και καλλωπιστικά, όπως π.χ. φουζάριο στα γαρύφαλλα, ωΐδια στα κρεμμύδια κ.α. Είναι φυτοτοξικό στη ροδακινιά, δαμασκηλιά και αμπέλι. Σε μεγάλες δόσεις μπορεί να είναι φυτοτοξικό σε μηλιές *Golden Delicious*. Επίσης είναι ελαφρά φυτοτοξικό για λαχανικά και ανθοκομικά.

Fenarimol: Μυκητοκτόνο φυλλώματος με προστατευτική, θεραπευτική και εξολοθρευτική δράση. Παρεμποδίζει στη βιοσύνθεση της εργοστερόλης και παρεμβαίνει στη διαίρεση των σπορίων. Καταπολεμά ωΐδια και άλλες ασθένειες στη μηλιά, αμπέλι, κολοκυνθοειδή, τριανταφυλλιά, γρασίδι κ.α.

Fentin acetate: Μη διασυστηματικό μυκητοκτόνο φυλλώματος με δευτερεύουσα δράση σε φύκη. Έχει επίσης μικρή κοχλιο-λειμακοκτόνο δράση. Καταπολεμά μύκητες *Phytophthora* (πατάτα), *Cercospora* (τεύλα, αραχίδα), *Septoria*.

Folpet: Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος. Καταπολεμά το φουζικλάδιο της μηλιάς, το ωίδιο και άλλες ασθένειες της τριανταφυλλιάς κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται σε άλλα οπωροφόρα και καλλωπιστικά, σε ανθοκομικά, λαχανικά, για προστασία σπόρων και στο έδαφος σπορείων, καθώς και σε χρώματα, πλαστικά και προστασία εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών κτιρίων.

Fosetyl: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με ταχεία απορρόφηση, κυρίως από τα φύλλα, και μετακίνηση από τους ξυλώδεις και φλοιώδεις ιστούς προς τα πάνω και προς τα κάτω. Πολύ αποτελεσματικό εναντίον Φυκομυκήτων. Χρησιμοποιείται στο μαρούλι, στα φυτώρια, και σε καλλωπιστικά στο θερμοκήπιο.

8-hydroxyquinoline sulphate: Μυκητοκτόνο για την παρεμπόδιση ανάπτυξης του *Botrytis cinerea* στον εμβολιασμό του αμπελιού στις κληματίδες κατά την αποθήκευση. Το ξύλο εμβαπτίζεται για 12 ώρες στο διάλυμα..

Imazalil: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο που παρεμποδίζει τη βιοσύνθεση εργοστερόλης. Καταπολεμά ευρύ φάσμα μυκήτων που προκαλούν ασθένειες σε οπωροφόρα, λαχανικά και καλλωπιστικά, όπως π.χ. ωίδια σε αγγουριά και τριανταφυλλιά. Επίσης χρησιμοποιείται σαν προστατευτικό σπόρων στα σιτηρά και για την καταπολέμηση, μετά από εμβάπτιση, σήψεων της αποθήκης σε καρπούς εσπεριδοειδών, μπανάνας και άλλα φρούτα.

Iprodione: Προστατευτικό μυκητοκτόνο επαφής με ευρύ φάσμα δράσης. Παρεμποδίζει τη βλάστηση των σπορίων και την ανάπτυξη του μυκηλίου. Ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον μυκήτων *Botrytis*, *Monilia* και *Sclerotium*. Είναι επίσης αποτελεσματικό εναντίον πολλών ειδών μεταξύ των οποίων οι *Alternaria*, *Corticium*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Typhula*, *Rhizoctonia* κ.α. Χρησιμοποιείται κυρίως σε σιτηρά, οπωροφόρα, λαχανικά και καλλωπιστικά, και γρασίδι.

Mancozeb: Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος, με δευτερεύουσα ακαρεοκτόνο δράση. Καταπολεμά ευρύ φάσμα ασθενειών όπως τον περονόσπορο της πατάτας, το φουζικλάδιο στα μηλοειδή, τη σκωρίαση της τριανταφυλλιάς. Χρησιμοποιείται στη μηλιά, αχλαδιά, σιτηρά, βαμβάκι, μαρούλι, αραβόσιτο, αραχίδα, πατάτες, σόργο, καλλωπιστικά, καπνό, αμπέλι, μανιτάρια και δασικά. Επίσης χρησιμοποιείται σαν προστατευτικό σπόρων. Συνδυάζεται με διασυστηματικά μυκητοκτόνα για παράταση της προστασίας.

Maneb: Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος. Χρησιμοποιείται σαν ψεκασμός, σκόνη επιπάσεως ή απολυμαντικό σπόρων εναντίον πληθώρας ασθενειών στη μεγάλη καλλιέργεια, οπωροφόρα, ακρόδρυα, λαχανικά, καλλωπιστικά και γρασίδι. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον του περονόσπορου της τομάτας και της πατάτας και των οιδίων του αμπελιού και του μαρουλιού. Μερικές ποικιλίες μηλιάς, κερασιάς και κολοκυθιάς είναι ευαίσθητες. Χρησιμοποιείται και σε συνδυασμό με άλλα μυκητοκτόνα για παράταση της προστασίας τους στα φυτά.

Metalaxyl: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προστατευτική και θεραπευτική δράση. Απορροφάται από τα φύλλα, τα στελέχη και τις ρίζες. Παρεμποδιστής της πρωτεϊνικής σύνθεσης στους μύκητες. Καταπολεμά μύκητες *Peronosporales* που το μόλυσμά τους μεταφέρεται από το έδαφος ή από τον αέρα. Ψεκασμοί φυλλώματος με συνδυασμούς metalaxyl με άλλα συμβατικά προστατευτικά μυκητοκτόνα καταπολεμούν τους περονόσπορους στον καπνό, το αμπέλι και τις πατάτες. Το metalaxyl μόνο του σε εφαρμογές εδάφους χρησιμοποιείται εναντίον μυκήτων εδάφους που προκαλούν ασθένειες των ριζών και του λαιμού σε καλλιέργειες όπως τα εσπεριδοειδή. Η ίδια μέθοδος χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση μολύνσεων περονόσπορου σε καπνοσπορεία. Σαν προστατευτικό σπόρων το metalaxyl καταπολεμά ασθένειες στον αραβόσιτο, σόργο, μπιζέλια και ηλιάνθο, καθώς και τήξεις σε διάφορες καλλιέργειες.

Metiram: Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος. Καταπολεμά ασθένειες της μηλιάς, του βαμβακιού, της αραχίδας, του ασπαραγγου, της πατάτας, του αραβόσιτου, καλλωπιστικών και λαχανικών.

Oxycarboxin: Μυκητοκτόνο με διασυστηματική και θεραπευτική δράση. Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση σκωριάσεων σε σιτηρά, λαχανικά και καλλωπιστικά (γαριφαλιά, γεράνια κ.α.).

Οξυκινολεινικός χαλκός: (*copper β-hydroxyquinolate, copper oxine*). Απολυμαντικό σπόρων εναντίον πολλών ασθενειών, όπως οι δαυλίτες, οι φουζαριώσεις, οι σεπτοριώσεις, οι άνθρακες (γυμνός και κεκαλυμμένος του κριθαριού), οι τήξεις σπορίων κ.α., σε σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτο, τεύτλα, σίκαλη, κηπευτικά, αραχίδα, φασόλια, αρακά, βρώμη.

Procyimidone: Προστατευτικό και θεραπευτικό μυκητοκτόνο με μέτρια διασυστηματική δράση. Απορροφάται από τις ρίζες και μετακινείται προς τα φύλλα και τα άνθη. Παρεμποδίζει τη σύνθεση τριγλυκεριδίων στους μύκητες. Έχει μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Καταπολεμά μύκητες *Botrytis, Monilia, Cochliobolus, Helminthosporium* και *Sclerotinia* σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας, οπωροφόρα, ακρόδρυα, φράουλες, πατάτες, μαρούλια, κρεμμύδια και αγγούρια στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο.

Επίσης χρησιμοποιείται στο αμπέλι και τα καλλωπιστικά (τουλίπες, γλαδιόλες). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για σήψεις κατά την αποθήκευση φρούτων και λαχανικών.

Propamocarb (hydrochloride): Διασυστηματικό μυκητοκτόνο εδάφους για προληπτικές εφαρμογές. Απορροφάται από τις ρίζες και μετακινείται προς τα πάνω. Έχει ειδική δράση εναντίον φυκομυκήτων, που περιλαμβάνουν τα γένη *Aphanomyces*, *Peronospora*, *Phytophthora*, *Pseudoperonospora* και *Pythium*. Χρησιμοποιείται με εμφάνιση, για βολβούς και κονδύλους, καθώς και σαν προστατευτικό σπόρων. Έχει εφαρμογή σε καλλωπιστικά εναντίον *Pythium* και *Phytophthora*, στο γρασίδι εναντίον *Pythium*, στο μαρούλι εναντίον του περονόσπορου και σε τομάτες και αγγουριές στο θερμοκήπιο εναντίον σήψεων του στελέχους.

Propineb: Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Έχει και δευτερεύουσα ακαρεοκτόνο δράση. Καταπολεμά τον περονόσπορο στην πατάτα, την τομάτα και το αμπέλι και το φουζικλάδιο της μηλιάς. Έχει μέτρια δράση και στα ωΐδια.

Thiophanate methyl: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προληπτική και θεραπευτική δράση. Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες. Καταπολεμά ασθένειες στα φασόλια (*Botrytis*), σιτηρά, μηλιά (φουζικλάδια, ωΐδιο, γλοιοσπόριο), αχλαδιά (φουζικλάδιο) αγγουριά (ωΐδιο), αμυγδαλιά, σέλινο, αραχίδα, καλλωπιστικά, σόγια, δαμασκηνιά, φράουλα, αμπέλι, πιπεριά, μαρούλι, μανιτάρια, κρεμμύδια, τομάτες.

Thiram: Προστατευτικό μυκητοκτόνο φυλλώματος και απολυμαντικό σπόρων, με εφαρμογές φυλλώματος καταπολεμά: είδη *Botrytis* σε μαρούλια και άλλα λαχανικά, καλλωπιστικά (ανεμώνες, χρυσάνθεμα) σκωριάσεις σε καλλωπιστικά (γαρύφαλλα, χρυσάνθεμα, τριαντάφυλλα) φουζικλάδιο στην αχλαδιά. Σαν προστατευτικό σπόρων καταπολεμά τήξεις φυταρίων στον αραβόσιτο, καλλωπιστικά και λαχανικά. Χρησιμοποιείται επίσης σε ροδακινιές, φράουλες και γρασίδι, σαν απωθητικό πουλιών, τρωκτικών κ.α.

Triadimefon: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προστατευτική και θεραπευτική δράση, που απορροφάται από τις ρίζες και τα φύλλα. Είναι αποτελεσματικό εναντίον ωιδίων και σκωριάσεων στα σιτηρά, το αμπέλι, τα καλλωπιστικά, τα πυρηνόκαρπα και τα λαχανικά.

Tridemorph: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο με θεραπευτική και εξολοθρευτική δράση και μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες, με συνέπεια κάποια προστατευτική δράση. Καταπολεμά ωΐδια, σκωριάσεις, είδη των γενών *Rhynchosporium* και *Cladosporium* κ.α. σε χειμερινά σιτηρά, οπωροφόρα, λαχανικά και καλλωπιστικά.

Τριβασικός θειικός χαλκός: Μυκητοκτόνο με μικρή ακαρεοκτόνο δράση. Αντικαθιστά το θειικό χαλκό του Βορδιγάλιου πολτού. Συνιστάται: στο αμπέλι για περονόσπορο, ανθράκωση, φόμοψη και μελανή σήψη στα εσπεριδοειδή για φυτόφθορα, ανθράκωση, σεπτόρια και βακτηριώσεις, στις ελιές για κυκλοκόνιο και γλοιοσπόριο, στα μηλοειδή για φουζικλάδιο, μονίλια, σεπτόρια και βακτηριώσεις, στα πυρηνόκαρπα για εξώασκο, σκωρίαση, πολύστιγμα, σεπτόρια, ανθράκωση, βακτηριώσεις, στις φουντουκιές για βακτηρίωση στις πατάτες, τομάτες και πιπεριές για περονόσπορο, φυτόφθορα, αλτερνάρια, βακτηριώσεις, στα αγγούρια και μποστανικά για περονόσπορο, ανθράκωση, κλαδοσπόριο, βακτήρια, στα τεύτλα για κερκόσπορα, στα φασόλια, αραχίδα, σέλινο για κερκόσπορα, σεπτόρια, αλτερνάρια, βακτηριώσεις.

Triforine: Διασυστηματικό μυκητοκτόνο, που απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες. Έχει μικρή δράση εναντίον των τετρανόχων. Καταπολεμά ωΐδια, σκωριάσεις και φουζικλάδιο σε σιτηρά, οπωροφόρα, καλλωπιστικά και λαχανικά. Είναι δραστικό και εναντίον μετασυλλεκτικών ασθενειών στα φρούτα. Κατά την εφαρμογή σε ποικιλίες μηλιάς με τάση για σκωριόχρωση στα μήλα απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή.

Vinclozolin: Εκλεκτικό μυκητοκτόνο επαφής. Καταπολεμά μύκητες *Botrytis* σε αμπέλι, λαχανικά, καλλωπιστικά και φράουλες, *Sclerotinia* σε φασόλια και μαρούλι και *Monilia laxa* σε κερασιές.

Ziram: Προστατευτικό μυκητοκτόνο με απωθητική δράση για πουλιά και τρωκτικά. Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση μυκήτων *Alternaria* και *Septoria* σε οπωροφόρα και λαχανικά (Καπετανάκης, 1998).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΟΙ ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ

Η εντατικοποίηση της χρήσης φυτοφαρμάκων για τη μείωση μετασυλλεκτικών απωλειών στις αποθήκες γεωργικών προϊόντων ενέχει πολλούς σοβαρούς κινδύνους τόσο για τους καταναλωτές όσο και για το περιβάλλον. Για το λόγο αυτό επιζητείται τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης με τις οποίες θα γίνει δυνατή η μείωση χρήσης φυτοφαρμάκων.

3.1. ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ .

Από τους διάφορους εναλλακτικούς τρόπους καταπολέμησης των μετασυλλεκτικών απωλειών στις αποθήκες, με τις οποίες θα γίνει δυνατή η μείωση χρήσης φυτοφαρμάκων, ενθαρρυντικά αποτελέσματα έχουν δώσει οι εξής:

❖ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ

Η θερμική μεταχείριση χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών που βρίσκονται στην επιφάνεια των προϊόντων. Το αποτέλεσμα εξαρτάται από τη διάρκεια και τη θερμοκρασία του μέσου της μεθόδου. Ως μέσο χρησιμοποιείται είτε ζεστός (υγρός ή ξηρός) αέρας είτε υδατόλουτρο με ζεστό νερό. Σε όλες τις περιπτώσεις επιδιώκεται η θανάτωση του παθογόνου (σπόρια, λανθάνουσες προσβολές) χωρίς να ζημιωθεί ο καρπός. Έχουν αναφερθεί αρκετές περιπτώσεις επιτυχημένης εφαρμογής της μεθόδου. Για παράδειγμα η εμβάπτιση μήλων σε υδατόλουτρο με θερμοκρασία 55 °C για 15 δευτερόλεπτα παρεμπόδισε σημαντικά την ανάπτυξη του *penicillium expansum*.

❖ ΗΜΙΔΙΑΠΕΡΑΤΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Η συσκευασία νωπών φρούτων και λαχανικών σε κιβώτια με ημιπερατές μεμβράνες βοηθά στη διατήρηση της ποιότητας αυτών. Η μέθοδος είναι γνωστή ως Συσκευασία Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας και αποσκοπεί στη :

1. Διατήρηση κατάλληλης σχετικής υγρασίας ώστε να αποφευχθούν απώλειες υγρασίας από τα προϊόντα
2. Διατήρηση κατάλληλης ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης O_2 και CO_2 , προκειμένου να επιβραδύνεται η ωρίμανση.
3. Δημιουργία << φράγματος >> στην είσοδο παθογόνων μικροοργανισμών (σπορίων μυκήτων κ.α.) για την αποφυγή δευτερογενών μολύνσεων.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να συνδυαστεί άριστα με όλους τους άλλους εναλλακτικούς τρόπους καταπολέμησης.

❖ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

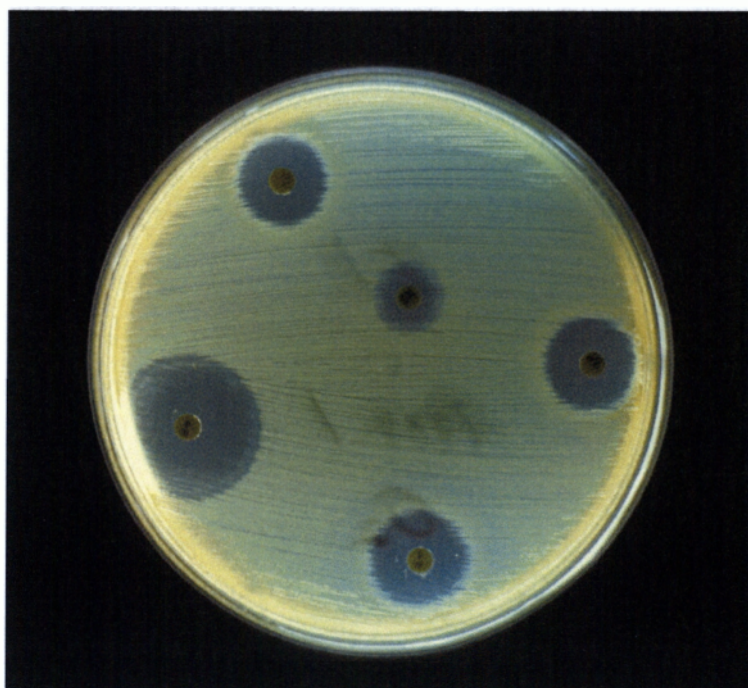
Οι μετασυλλεκτικές σήψεις πολλών φρούτων μπορούν να περιοριστούν σημαντικά με τη χρήση ανταγωνιστικών μυκήτων ή σαπροφυτικών ζυμών. Η μέθοδος εφαρμόζεται είτε με ψεκασμό σπορίων σε καρπούς προσυλλεκτικά ή εμβαπτίζοντας αυτούς σε διαλύματα αμέσως μετά τη συγκομιδή. Έχουν αναφερθεί αρκετά παραδείγματα επιτυχημένης εφαρμογής της μεθόδου :

1. Η αντιμετώπιση του μύκητα *Penicillium digitatum* σε εσπεριδοειδή με χρήση του ανταγωνιστή *Trichoderma viride*
2. Ο περιορισμός της δράσης του *botrytis* σε φράουλες με προ- και μετασυλλεκτικό ψεκασμό σπορίων *Trichoderma*
3. Η αποτελεσματική προστασία σταφυλιών, μήλων, αχλαδιών και τομάτας από μετασυλλεκτικές σήψεις με χρήση ζυμών.
4. Η αντιμετώπιση του βοτρώτη σε σταφύλια και σε μήλα με ψεκασμό αιωρήματος κονιδίων του *Trichoderma harzianum*
5. Η αντιμετώπιση του βοτρώτη σε μήλα με χρησιμοποίηση του ανταγωνιστικού μύκητα *Acremonium sp.*

6. Αντιμετώπιση σήψεων (*Alternaria*, *Geotrichum*, *Penicillium*) καρπών εσπεριδοειδών με ψεκάσμο σκόνης σπορίων του βάκιλλου *Bacillus subtilis*.
7. Αντιμετώπιση του *Penicillium expansum* σε μήλα με εμφύσηση σε αιώρημα βακτηρίων *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* λίγο πριν την αποθήκευση.

❖ ANTIBIOTIKA

Είναι οργανικές ενώσεις πολύπλοκης χημικής δομής που παράγονται από μικροοργανισμούς και είναι τοξικές σε χαμηλές σχετικά συγκεντρώσεις σε άλλους μικροοργανισμούς. Πολλά αντιβιοτικά παράγονται σήμερα με σύνθεση για χρήση σε εμπορική κλίμακα.



Εικόνα 16: τρυβλίο καλλιέργειας με δοκιμασία αντιβιοτικών (ΠΗΓΗ: <http://el.wikipedia.org/wiki>)

Αν και πολλά αντιβιοτικά ήταν αποτελεσματικά στην καταπολέμηση ασθενειών των φυτών σε πειραματική κλίμακα, λίγα από αυτά χρησιμοποιούνται σήμερα στη γεωργική πράξη επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις η τιμή τους είναι ψηλότερη από των συνθετικών φυτοφαρμάκων. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν αντιρρήσεις σχετικά με την πλατειά χρήση τους για λόγους δημόσιας υγείας.

Τα αντιβιοτικά έχουν κατά κανόνα διασυστηματική δράση. Ανάλογα με την αποτελεσματικότητά τους για την καταπολέμηση βακτηρίων ή μυκήτων διακρίνονται σε αντιβακτηριακά και αντιμυκητιακά.

Αντιβακτηριακά: Υπάρχουν πολλές ουσίες που έχουν δράση εναντίον φυτοπαθογόνων βακτηρίων, αλλά στη γεωργική πράξη χρησιμοποιούνται μόνο η στρεπτομυκίνη και τετρακυκλίνες.

Η στρεπτομυκίνη παράγεται από το μύκητα *Streptomyces griseus* και είναι αποτελεσματική εναντίον μεγάλου αριθμού βακτηρίων, θετικών και αρνητικών κατά Gram. Χρησιμοποιείται για ψεκασμούς εναντίον παθογόνων των υπεργείων οργάνων, για ριζοπότισμα και για προστασία πολλαπλασιαστικού υλικού, όπως τεμαχισμένων κονδύλων πατάτας πριν από τη φύτευση. Είναι αποτελεσματική εναντίον της βακτηριακής κηλίδωσης και της κορυνοβακτηρίωσης της τομάτας, της βακτηριακής κηλίδωσης του καπνού, της βακτηρίωσης των εσπεριδοειδών κ.α. Στα βακτήρια δρα με παρεμπόδιση της πρωτεϊνικής σύνθεσης. Η στρεπτομυκίνη δεν συνδυάζεται με αλκαλικές ουσίες.

Οι τετρακυκλίνες, όπως η τετραμυκίνη και η χρυσομυκίνη, παράγονται επίσης από είδη του γένους *Streptomyces* και έχουν δράση εναντίον φυτοπαθογόνων βακτηρίων, αλλά χρησιμοποιούνται περισσότερο για την καταπολέμηση μυκοπλασμάτων. Όπως και η στρεπτομυκίνη, δρουν στην πρωτεϊνική σύνθεση των βακτηρίων αλλά έχουν διαφορές ως προς τον τρόπο παρεμπόδισης.

Αντιμυκωτικά: Πολλά αντιβιοτικά που έχουν δράση σε ευκαρυωτικούς οργανισμούς είναι τοξικά και για φυτοπαθογόνους μύκητες. Όμως η χρήση αντιβιοτικών για καταπολέμηση ασθενειών των γεωργικών καλλιεργειών είναι παγκόσμια πολύ μικρή με εξαίρεση την καταπολέμηση ασθενειών του ρυζιού στην Ιαπωνία που πραγματοποιείται κατά ένα σημαντικό μέρος με αντιβιοτικά.

Στην Ελλάδα κυκλοφορεί η kasugamycin που παράγεται από το μύκητα *Streptomyces kasugaensis*. Έχει ειδική δράση εναντίον της πικικουλάριας του ρυζιού (*Piricularia oryzae*), καθώς και εναντίον του φουζικλάδιου της μηλιάς, ειδών των γενών *Septoria* και *Cladosporium*, και της κερκόσπορας των σακχαροτεύτλων (*Cercospora beticola*). Επίσης δρα εναντίον βακτηρίων των ειδών *Erwinia*, *Pseudomonas* και *Xanthomonas* που προσβάλλουν λαχανικά, το ρύζι και εσπεριδοειδή. Η kasugamycin δεν είναι ιδιαίτερα εκλεκτική ουσία επειδή παρεμβαίνει στην πρωτεϊνική σύνθεση των μυκήτων αλλά και των ανωτέρων φυτών. Άλλα αντιβιοτικά με αντιμυκωτική δράση είναι το κυκλοεξιμίδιο (Actidione), που όπως και η kasugamycin δεν είναι εκλεκτικό για τα ανώτερα φυτά, και οι πολυοξίνες, που καταπολεμούν ευρύ φάσμα μυκήτων παρεμποδίζοντας τη σύνθεση χιτίνης.

3.2. ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Με τον όρο πτητικότητα, τόσο στη φυσική όσο και στη χημεία, χαρακτηρίζεται η φυσική ιδιότητα ενός, συνήθως υγρού για την ιδιαίτερη ευκολία της εξάτμισής του σε κανονικές συνθήκες. Οι ουσίες αυτές στις οποίες παρατηρείται πτητικότητα ονομάζονται πτητικά ή πτητικές ουσίες και αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία των χημικών ουσιών. Οι δραστικές ουσίες των γεωργικών φαρμάκων είναι πτητικές. Η εξάτμιση των φυτοφαρμάκων έχει διαπιστωθεί από πολύ παλιά. Ένα φυτοφάρμακο που χρησιμοποιείται για την απολύμανση του εδάφους, το βρωμιούχο μεθύλιο, επιλέγεται ακριβώς για την ικανότητα του να εξατμίζεται και να εισχωρεί στους πόρους του εδάφους (Ηλιόπουλος, 2005).

Μία μεγάλη ποικιλία πτητικών ουσιών (αλκοόλες, κετόνες, αλδεΐδες, εστέρες, τερπένια κ.α.) έχουν βρεθεί σε φυτικούς ιστούς. Ένας από τους πολλούς ρόλους που έχουν στη φύση είναι η προστασία έναντι ασθενειών και η απώθηση εντόμων-εχθρών.

Αυτή την ιδιότητα τους προσπαθεί να εκμεταλλευθεί ο άνθρωπος με υποκαπνισμό των ουσιών αυτών σε αποθηκευτικούς χώρους. Η μέθοδος παρουσιάζει δύο πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα:

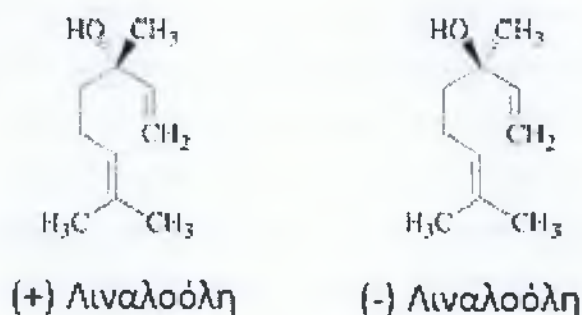
- μπορεί να συνδυαστεί σε μία προσπάθεια παραγωγής βιολογικών προϊόντων και
- μπορεί να εφαρμοστεί μαζί με τη μέθοδο της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, οι στεγανοί θάλαμοι της οποίας αποτελούν πολύ καλό χώρο δράσης των πτητικών ουσιών που μπορούν να φτάσουν σε όλα τα σημεία του χώρου (Gary A. Strobel, etc, 2001).

3.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

❖ ΑΛΚΟΟΛΕΣ

Στα μείγματα πτητικών ουσιών των φρούτων έχουν ανιχνευθεί αλκοόλες. Οι κύριες αλκοόλες π.χ. του πορτοκαλιού είναι η λιναλοόλη (εικόνα 17) και η οκτανόλη και μετά η α-τερπινεόλη και η τερπιν-4-όλη. Σε ίχνη έχουν ανιχνευθεί επίσης και οι παρακάτω ουσίες: μεθανόλη, αιθανόλη, ν-προπανόλη, ισοβουτανόλη, ν-βουτανόλη, ισοπεντανόλη, ν-πεντανόλη, ν-εξανόλη, 3-εξενόλη, ν-επτανόλη, μέθυλο-επτενόλη, ν-δεκανόλη και

δωδεκανόλη (Attaway et.al., 1962; Hunter & Moshonas 1965). *Μετά από επεξεργασία:* Στους επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού, με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας, έχουν αναφερθεί 5-τερπενικές αλκοόλες με αρωματική δράση. Όπως ήδη αναφέραμε, η **λιναλοόλη**, είναι η πιο ισχυρή αρωματική αλκοόλη και κατέχει ένα χαρακτηριστικό «λουλουδένιο», γλυκό άρωμα.



Εικόνα 17: Συντακτικός τύπος Λιναλοόλης (ΠΗΓΗ: Μπαβέλα 2011)

Παρόλο που η λιναλοόλη βρίσκεται και σε φρεσκοστυμμένους χυμούς, τα επίπεδα των συγκεντρώσεών της είναι υψηλότερα σε επεξεργασμένους χυμούς αφού η περισσότερη προέρχεται από το έλαιο της φλούδας (Bazemore, Rouseff, Naim, 2003). Υψηλότερα επίπεδα λιναλοόλης ανιχνεύονται σε χυμούς NFC σαν αποτέλεσμα προσπαθειών ανάκτησης των πτητικών ενώσεων. Τα υπερβολικά υψηλά επίπεδα λιναλοόλης και άλλων αλκοολών μπορούν να προκαλέσουν ανισορροπίες στη γεύση.

Κάτω από τις όξινες συνθήκες του χυμού του πορτοκαλιού (pH≈3.8) τα υδατανθρακικά τερπένια που θα αναλυθούν στη συνέχεια, περνούν από μια σειρά από οξειδωτικές υδρολύσεις και αντιδράσεις αφυδάτωσης που παράγουν αλκοόλες π.χ. τερπινε-4-όλη, α-τερπινεόλη, και β-τερπινεόλη και άλλα προϊόντα π.χ. κυμένιο ή τερπινολένιο (Rouseff, et al., 1992; Rouseff, Naim, 2000). Ο σχηματισμός αυτών των θερμικά παραγόμενων τερπενικών αλκοολών μπορεί να αλλοιώσει τις συνολικές οργανοληπτικές ιδιότητες του χυμού του πορτοκαλιού. Η λιναλοόλη υποβαθμίζεται αρχικά σε α-τερπινεόλη αλλά και σε 1,8-κινεόλη, γερανιόλη, νερόλη και τερπινεν-4-όλη (Bazemore, et al., 2003; Askar et al., 1973; Haleva-Toledo et al., 1999). Παρόλο που και το λεμονένιο και η λιναλοόλη μπορούν να υποβληθούν σε υδρολύσεις με όξινους καταλύτες για να σχηματίσουν α-τερπινεόλη και παρόλο που οι χυμοί περιέχουν λιγότερη λιναλοόλη από λεμονένιο, η λιναλοόλη είναι περισσότερο δραστική και σχηματίζει την περισσότερη από τη σχηματιζόμενη α-τερπινεόλη. Παρόλο που ο Tatum και οι συνεργάτες του (1975), ανέφεραν πως οι χυμοί του πορτοκαλιού στους οποίους είχε γίνει έγχυση με 2,5 ppm α-

καπρυλικός αιθυλεστέρας, οξικός γερανυλεστέρας, βουτυρικός γερανυλεστέρας και μέθυλο-ανθρανιλικός εστέρας.

Μετά από επεξεργασία: Όταν τα φρούτα ομοιογενοποιούνται όπως στη επεξεργασία του χυμού, πολλοί εστέρες υδρολύονται ταχύτατα από ένζυμα, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι συγκεντρώσεις τους. Ακόμα, οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται δραματικά μετά από θερμική επεξεργασία. Έτσι, μόνο 4 εστέρες έχουν αναφερθεί σε επεξεργασμένους χυμούς με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας.

Ο βουτυρικός αιθυλεστέρας είναι ένα από τα πιο ισχυρά αρωματικά των επεξεργασμένων χυμών και συνεισφέρει σημαντικά στην επιθυμητή γεύση στα προϊόντα του πορτοκαλιού (Buettner et al., 2001; Rouseff et al., 2001). Μικρότερα επίπεδα βουτηρικού αιθυλεστέρα, όπως και ολικών εστέρων, έχουν παρατηρηθεί σε επεξεργασμένους χυμούς σε σχέση με τους αρχικούς φρέσκους χυμούς (Nisperos-Carriedo et al., 1990). Οι εστέρες είναι υπεύθυνοι για το φρουτένιο άρωμα που έχουν οι φρέσκοι χυμοί και συχνά αυτό το άρωμα απουσιάζει ή είναι μειωμένο σε θερμικά επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού.

Η *λακτόνη του κρασιού* (3α,4,5,7α-τετραυδρο-3,6-διμεθυλο-2(3H)-βενζοφουρανόνη) είναι ένας κυκλικός εστέρας (λακτόνη), που έχει έναν από τους υψηλότερους δείκτες γεύσης, Flavor Dilution factor, σε επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού (Buettner et al., 2001). Η λακτόνη του κρασιού σχηματίζεται από λιναλοόλη μετά από υδρολυτική μετατροπή (Winterhalter, Bonnlander, 2001). Παρόλα αυτά, πρέπει να σημειωθεί ότι η λακτόνη του κρασιού δεν έχει αναφερθεί ως αρωματικά δραστική σε κανένα χυμό πορτοκαλιού που έχει μελετηθεί. Έχει μόνο παρατηρηθεί σε δείγματα από απομονωμένους διαλύτες, προτείνοντας πως αυτό το δραστικό συστατικό (μαζί με τη βανιλίνη) έχει πολύ χαμηλή πίεση ατμού σε θερμοκρασία δωματίου και σε θερμοκρασία 37^o C.

❖ ΦΑΙΝΟΛΕΣ

Μετά από επεξεργασία: Πέντε αρωματικές φαινόλες έχουν αναφερθεί σε επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού, που καθεμία ξεχωριστά αλλά και σαν σύνολο μειώνουν την ποιότητα της γεύσης. Η ισχυρή, off-odor, 4-βινυλογουαϊακόλη είναι ίσως η πιο σημαντική. Παράγεται από ένα άοσμο πρόδρομο, το φερουλικό οξύ, το οποίο είναι ικανό να παράγει και βανιλίνη και 4-βινυλογουαϊακόλη. Το περισσότερο φερουλικό οξύ σε χυμό πορτοκαλιού βρίσκεται σε δεσμευμένες μορφές όπως γλυκοσίδες, εστέρες και αμίδια. Παρόλα αυτά, το όξινο περιβάλλον, η θερμική επεξεργασία και η μετέπειτα αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες, παρέχουν τις ιδανικές συνθήκες για την

απελευθέρωση φερουλικών οξέων από τις δεσμευμένες μορφές (Peleg et al., 1992; Naim et al., 1988). Το φερουλικό οξύ μπορεί επίσης να μετατραπεί σε 4-βινυλογοουαϊκόλη από μαγιά, η οποία έχει βρεθεί σε επεξεργασμένο χυμό πορτοκαλιού (Sutherland et al., 1995). Σε πλαίσια σχετικών ποσοτήτων, η πλειονότητα των φερουλικών και των άλλων κινναμικών οξέων βρίσκονται στη φλούδα. Αυξημένη μηχανική πίεση κατά την εξαγωγή του φρούτου θα αυξήσει την παραγωγή του χυμού αλλά μπορεί να αλλοιώσει τη γεύση εξαιτίας της εισχώρησης των συστατικών της φλούδας μέσα στο χυμό. Πολλά από αυτά τα φαινοτικά που προέρχονται από τη φλούδα είναι πρόδρομα μόρια ανεπιθύμητου αρώματος (off-odors).

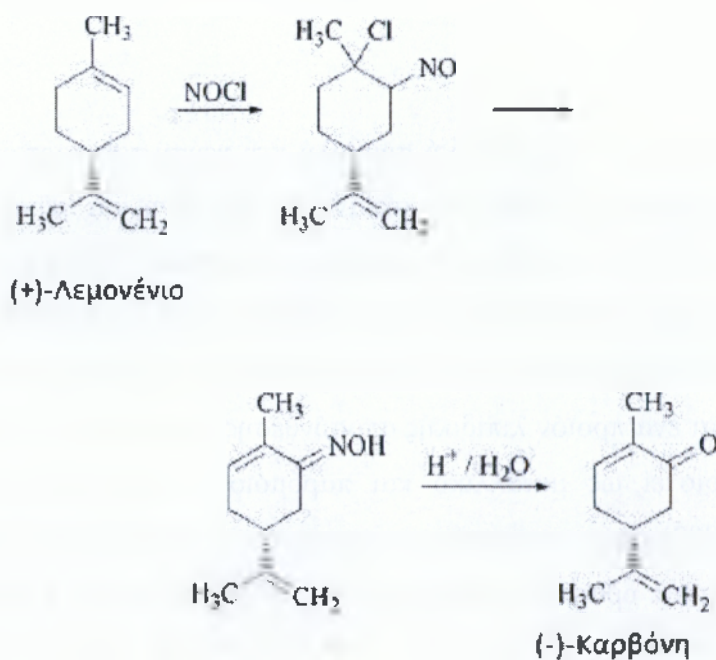
Η *βανιλίνη* είναι μια αρωματικά δραστική φαινόλη που βρίσκεται σε δείγματα χυμού πορτοκαλιού που εξάγονται με διαλύτες, αλλά δεν είναι από τα πιο ισχυρά αρωματικά. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να συνεισφέρει θετικά στο άρωμα του συνολικού χυμού, αλλά η συγκέντρωσή της είναι ιδιαίτερα υψηλότερη σε θερμικά επεξεργασμένους χυμούς εξαιτίας της χημικής υποβάθμισης του φερουλικού οξέος (Buettner et al., 2001). Τρεις επιπλέον αρωματικά δραστικές φαινόλες έχουν αναφερθεί σε επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού: η γουαϊκόλη, η 2,6-διχλωροφαινόλη και η 2,6-διβρωμοφαινόλη (Gocmen et al., 2005).

❖ **KETONES**

Οι κετόνες έχουν σημαντική συμβολή στη γεύση του πορτοκαλιού (Stanley et al., 1961). Εντοπίζονται οι: 2-εξανόνη, οκτανόνη, δεκανόνη και γερανιόνη καθώς και ίχνη των: ακετόνη, ν-βουτυραλδεϋδή, ν-εξανόνη, μεθυλεθυλο κετόνη, ν-επτανόνη, εννεανόνη, μέθυλο-επτανόνη, ν-δωδεκανόνη και καρβόνη. Μετά από επεξεργασία: Μία από τις πιο ισχυρές αρωματικές δραστικές αλειφατικές κετόνες σε χυμούς πορτοκαλιού είναι η *1,3-οκτενόνη*. Είναι ένα προϊόν λιπιδικής αποσύνθεσης, ιδιαίτερα δραστική και το άρωμα της έχει χαρακτηριστεί ως μεταλλικό και παρόμοιο με αυτό του μανιταριού (Peterson, Reineccius, 2002). Δύο κετονικά νορεσοπρενοειδή, β-ιονόνη και β-δαμασκηνόνη είναι επίσης αρωματικά δραστικά συστατικά σε επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού και προσδίδουν μια «λουλουδένια» νότα στις συγκεντρώσεις τους στους χυμούς. Παρόλα αυτά, έχουν μόνο αναφερθεί από μία ομάδα ερευνητών (Ruiz Perez-Cacho, et al., 2007). Η β-ιονόνη έχει αναφερθεί ανάμεσα στα πιο αρωματικά πτητικά συστατικά σε φρεσκοστυμμένους χυμούς από πορτοκάγια της Valencia (Hinterholzer, Schieberle, 1998). Το άρωμα της περιγράφεται ως γλυκό, λουλουδένιο και σαν του βατόμουρου στο χυμό πορτοκαλιού και έχει ιδιαίτερα χαμηλό όριο γευστικής αντίληψης τόσο στο νερό όσο και

σε χυμούς πορτοκαλιού (Plotto, et al., 2004; Buttery, et al., 1990). Το άρωμα της β-δαμασκηνόνη περιγράφεται σαν αυτό του μήλου και «λουλουδένιο» και συνεισφέρει στο 19% των ανθοκυαμινικών συστατικών σε φρέσκους χυμούς πορτοκαλιού που έχουν αναλυθεί με αέρια χρωματογραφία (Mahattanatawee et al., 2005). Με βάση αυτούς τους συγγραφείς, η συγκέντρωσή της κυμαίνεται από 0,122 έως 0,282 μg/L σε χυμούς πορτοκαλιού μη επεξεργασμένους και αυξάνεται από 0,145 έως 0,690 μg/L σε αναδημιουργημένους χυμούς μετά από επεξεργασία (Mahattanatawee et al., 2004). Αυτά τα ισοπρενοειδή μπορούν να παραχθούν από νεοξανθίνη (Winterhalter, Rouseff, R.2002).

Η **καρβόνη** είναι μια κετόνη που παράγεται από την οξείδωση του λεμονενίου και μπορεί να βρεθεί σε δυο εναντιομερείς μορφές: S-(+) καρβόνη, η οποία μυρίζει σαν κάρι (το μυρωδικό), και την κατοπτρική της εικόνα, την R-(-) καρβόνη που μυρίζει σαν μέντα. Πιστεύεται πως υποβαθμίζει την ποιότητα του χυμού του πορτοκαλιού και η συγκέντρωσή της αναμένεται να αυξάνεται σαν αποτέλεσμα θερμικού χειρισμού και οξειδωτικής αποθήκευσης (Bazemore et al., 1999; Ruiz Perez-Cacho et al., 2007; Buettner et al., 2001). Σε προηγούμενες έρευνες στους χυμούς του πορτοκαλιού, το άρωμα της καρβόνης είχε περιγραφεί και σαν κάρι αλλά και σαν μέντα (Ruiz Perez-Cacho, et al., 2007). Ανάλογα με τις συνθήκες αντίδρασης, η αφυδρογονωμένη καρβόνη παράγει είτε καρβεόλη είτε υδρόξυ-καρβόνη, που αποτελούν επίσης ενώσεις γεύσης.



Εικόνα 19: Ισομερίωση καρβόνης

❖ ΑΛΔΕΥΔΕΣ

Οι αλδεύδες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες που σχηματίζονται κατά την ωρίμανση των πορτοκαλιών. Είναι σημαντικές σε ότι έχει να κάνει με την ποιότητα του αρώματος και οι συγκεντρώσεις τους αυξάνουν με την ωρίμανση του φρούτου (Kealey, Kinsella, 1979). Κάποιες αλδεύδες προκαλούν ένα κινώδες άρωμα στο φρεσκοστυμμένο χυμό πορτοκαλιού, ενώ άλλες προκαλούν ένα λιπαρό, μεταλλικό άρωμα.

Κάποιες αλδεύδες όπως η ακεταλδεΐδη, η (Z)-εξ-3-εναλη, η νεράλη και η γερανιάλη υπάρχουν σε υψηλά επίπεδα σε φρεσκοστυμμένους χυμούς αλλά σε ελάχιστα επίπεδα σε επεξεργασμένους χυμούς, αν όχι μηδενικά. Η περισσότερη από την αισθητή ποιότητα αρώματος του χυμού του πορτοκαλιού παράγεται από σχετικές ποσότητες αυτών των αλδευδών. Η οκτανάλη εμφανίζεται σε διάφορα έλαια εσπεριδοειδών, όπως πορτοκαλιού. Είναι ένα άχρωμο υγρό με ένα πικάντικο άρωμα, το οποίο μοιάζει με αυτό των εσπεριδοειδών όταν διαλυθεί. Η οκτανάλη χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία στις χαμηλές συγκεντρώσεις, σαν κολωνία και στα τεχνητά έλαια εσπεριδοειδών. Η εννεανάλη εμφανίζεται στα εσπεριδοειδή. Είναι ένα άχρωμο υγρό με ένα τριανταφυλλένιο άρωμα. Η δεκανάλη είναι ένα συστατικό πολλών αιθέριων ελαίων και των διάφορων ελαίων φλούδας εσπεριδοειδών. Είναι ένα άχρωμο υγρό με ισχυρό άρωμα, που θυμίζει τη φλούδα της πορτοκαλιάς, η οποία αλλάζει σε ένα φρέσκο άρωμα εσπεριδοειδών όταν αραιώνεται (Kurt Bauer et al., 2001).

Μετά από επεξεργασία: 12 αρωματικά ενεργές αλδεύδες έχουν αναγνωριστεί σε επεξεργασμένους χυμούς πορτοκαλιού. Η *νεράλη* και η *γερανιάλη* είναι σημαντικά πτητικά συστατικά του χυμού του πορτοκαλιού και του ελαίου της φλούδας. Αυτές οι 2 ισομερείς μονοτερπενικές αλδεύδες τυπικά ανιχνεύονται σε αναλογία 2:3 και περιέχουν άρωμα που μοιάζει με αυτή του κίτρου ή του λεμονιού. Είναι ιδιαίτερα ασταθείς, και οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται κατά τη θερμική κατεργασία και αποθήκευση. Η α-σινενσάλη και η β-σινενσάλη είναι 2 ισομερείς μορφές που βρίσκονται σε αναλογία 2:1 β προς α και περιγράφονται με ένα γλυκό άρωμα. Άνυδρα λιπαρά οξέα με μεγάλες αλυσίδες είναι σημαντικοί πρόδρομοι πολλών πτητικών μη-αρωματικών συστατικών, όπως τα αλκ-2,4-διεναλία, αλκ-2,6-διεναλία και οι αλειφατικές υδατικές αλδεύδες εξανάλη, οκτανάλη κτλ. Έχει δείχτει ότι οι συγκεντρώσεις όλων αυτών των αλδευδών αυξάνονται όταν ο χυμός που πορτοκαλιού θερμαίνεται (Bazemore et al., 1999; Buettner, Schieberle, 2001; Rouseff

et al.,2001). Οι συγκεντρώσεις διάφορων αλδευδών με ευθεία αλυσίδα όπως η οκτανάλη, η εννεανάλη και η δεκανάλη, ανιχνεύονται σε υψηλότερα επίπεδα σε επεξεργασμένους χυμούς διότι εμπεριέχονται στο συν-ανακατεμένο έλαιο της φλούδας που εμφανίζεται κατά την απόσταξη του χυμού (Vora et al.,1983). Τα περισσότερα από τα αλκ-2,4-διέναλια και αλκ-2,6-διέναλια περιέχουν ένα μεταλλικό ή τηγανιτό άρωμα που θα μπορούσε να συνεισφέρει στα off-flavors όταν βρίσκονται εκτός γευστικών ορίων ανίχνευσης.

Κάποιες σημαντικές αλδεύδες αποκαθίστανται και ανασυντίθενται από συμπυκνωμένους, NFC χυμούς, με την προσθήκη υδατικού συστατικού και ελαίου φλούδας αφού τα φυσικά πτητικά έχουν χαθεί κατά τη διαδικασία της συμπύκνωσης. Παρόλα αυτά, εξαιτίας της σχετικά χαμηλής οικονομικής αξίας αυτού του προϊόντος, είναι σπάνιο το ότι όλες αυτές οι αρωματικά δραστικές αλδεύδες αποθηκεύονται. Η ατελής και ανεπαρκής αποκατάσταση αυτών των πτητικών συντελεί στη μειωμένη ποιότητα αντίληψης της γεύσης αυτών των χυμών σε σχέση με τη γεύση των φρεσκοστυμμένων χυμών.

3.3. ΟΖΟΝ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

Το όζον είναι αέριο ανοικτού κυανού χρώματος και απαντάται στα χαμηλότερα επίπεδα της στρατόσφαιρας (15 έως 30 km πάνω από την επιφάνεια της γης, στιβάδα του όζοντος). Η οσμή του είναι χαρακτηριστική και γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο όταν η ελάχιστη συγκέντρωση κυμαίνεται ανάμεσα σε 5 και 20 ppb (ανάλογα με την οσφρητική ικανότητα του ατόμου). Σχηματίζεται κυρίως από την αντίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) με το οξυγόνο σύμφωνα με την αντίδραση: $3O_2 \rightarrow 2O_3 + \text{θερμότητα} + \text{φως}$.

Η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά το μοριακό O_2 σε δυο μονήρη O-, μερικά από αυτά αντιδρούν με το O_2 και έτσι σχηματίζεται το όζον (O_3). Το όζον σχηματίζεται επίσης στην ατμόσφαιρα από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Ο καθαρός αέρας στην τροπόσφαιρα (ύψος μέχρι 15 km) περιέχει όζον σε συγκέντρωση μικρότερη των 40 ppb. Αυξημένα επίπεδα όζοντος στην τροπόσφαιρα (>40 ppb) οφείλονται στη φωτοχημική ρύπανση και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου. Η οσμή του όζοντος στα όρια που γίνεται αισθητή μπορεί να θεωρηθεί έως και ευχάριστη, αφού

δίνει την αίσθηση φρέσκου και καθαρού αέρα. Η σύντομη εισπνοή όζοντος σε μεγάλες σχετικά συγκεντρώσεις αφήνει την αίσθηση της οσμής του για αρκετή ώρα μετά την εισπνοή και στη συνέχεια μπορεί να απευαισθητοποιήσει την όσφρηση. Το όζον έχει μοριακό βάρος 48 (βαρύτερο από τον αέρα), πυκνότητα 2,144 g l⁻¹ (1 ppm O₃ = 1 μl l⁻¹ = 1 ml m⁻³ = 2.14 mg m⁻³ O₃, v/v), οξειδοαναγωγικό δυναμικό 2,07 V (πολύ ισχυρό οξειδωτικό) και διαλυτότητα στο νερό 190 mg l⁻¹ (0°C). Το όζον είναι ασταθές και από τη στιγμή που σχηματίζεται αμέσως αρχίζει και διασπάται σε μονήρες O⁻ και O₂. Πέρα από το μονήρες οξυγόνο, που είναι πολύ ενεργό, παρουσία νερού ή υψηλής σχετικής υγρασίας σχηματίζεται και η ρίζα του OH⁻ η οποία μαζί με το O₃ και το O⁻ συμπεριλαμβάνεται στις ενεργές μορφές οξυγόνου (Reactive Oxygen Species, ROS) οι οποίες οξειδώνουν οργανικές ενώσεις και είναι υπεύθυνες για το οξειδωτικό στρες των ζωικών και φυτικών οργανισμών.

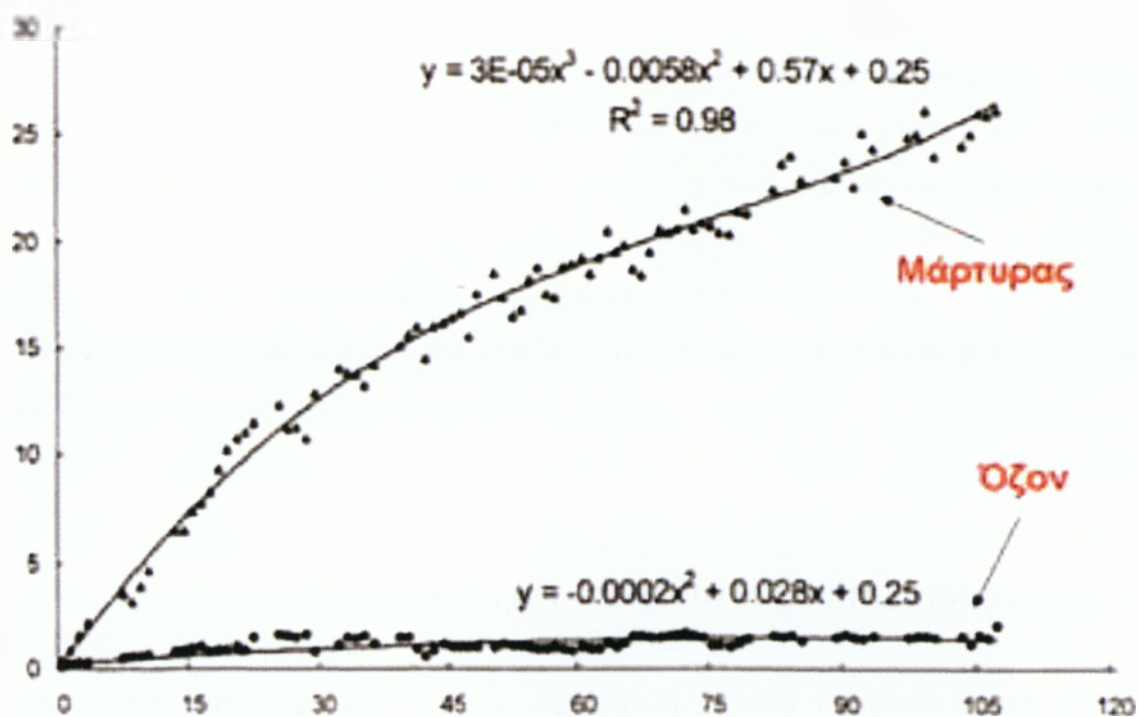
Η ημι-ζωή του όζοντος στον αέρα επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία και από τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας. Επειδή το όζον αντιδρά με οσμές, καπνό, βακτήρια, σπόρια μυκήτων και υδρατμούς που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα στην πραγματικότητα η ημι-ζωή του όζοντος στον αέρα, υπό συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας, δεν διαρκεί περισσότερο από 30 min. Η ημι-ζωή του όζοντος στο νερό είναι πολύ συντομότερη από ότι στον αέρα. Η διαλυτότητα του όζοντος στους 25^o C είναι 109 mg l⁻¹ ενώ η διαλυτότητα του οξυγόνου είναι 8 mg l⁻¹, δηλαδή το όζον είναι 13 φορές πιο διαλυτό στο νερό από ότι είναι το οξυγόνο. Διασπάται ταχύτατα σε όξινα διαλύματα, ενώ είναι πολύ σταθερότερο σε αλκαλικά. Τα παραπάνω φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του όζοντος από άποψη διαλυτότητας στο νερό και δραστηρότητας το καθιστούν χρήσιμο εργαλείο στη βιομηχανία τροφίμων, ως εναλλακτικό της χρήσης ενώσεων χλωρίου, για την αποστείρωση του εξοπλισμού και την απολύμανση των τροφίμων (απολυμαντικό και αποστειρωτικό).

3.3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ ΣΕ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ

Λόγω της πολύ υψηλής οξειδωτικής και απολυμαντικής του δράσης το όζον χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την απολύμανση πόσιμου νερού ως εναλλακτικό του χλωρίου σε διωλιστήρια νερού ύδρευσης μεγάλων πόλεων. Συμβάλλει αποτελεσματικά στην εξάλειψη παρασίτων του πόσιμου νερού όπως *Giardia lamblia* και *Cryptosporidium* sp., χωρίς ωστόσο να σχηματίζει οργανοχλωριενώσεις, ούτε αφήνει υπολείμματα μετά την εφαρμογή του. Έρευνες στο Πολυτεχνείο της Καλιφόρνια (ΗΠΑ) έδειξαν ότι σε

συγκέντρωση 0,3 ppm στο νερό της βρύσης το όζον ήταν ικανό να μειώσει κατά 99,9% τα μικρόβια τροφίμων, όπως *Salmonella*, *Escherichia coli* 0157:H7 και *Campylobacter*. Το κωλοβακτηρίδιο (*E. coli*) θανατώθηκε μετά από έκθεση επί 1 sec σε συγκέντρωση 2 ppm όζοντος. Ακόμη και χαμηλές συγκεντρώσεις όζοντος (0,3 ppm επί 8 λεπτά της ώρας) είναι αρκετές για να νεκρώσουν τα σπόρια μερικών μυκήτων (*B. cinerea*).

Πέραν της ευεργετικής δράσης του όζοντος εναντίον των φυτοπαθογόνων μυκήτων και βακτηρίων εξίσου ευεργετική είναι και χρήση του όζοντος για τη διάσπαση του αιθυλενίου η οποία έχει καλά τεκμηριωθεί εδώ και αρκετά χρόνια (9, 10). Η αποτελεσματικότητα του όζοντος και μάλιστα σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση (0,04 ppm), στην οξείδωση του αιθυλενίου σε ψυκτικούς θαλάμους όπου συντηρούνταν μήλα και αχλάδια φαίνεται στο Σχήμα 1. Το όζον από το 1997 είχε χαρακτηριστεί ως GRAS (Generally Recognized As Safe) από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α. (Food & Drug Administration, FDA) και ο 2001 εγκρίθηκε για χρήση κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των τροφίμων (νωπά και επεξεργασμένα φρούτα και λαχανικά) και για την εφαρμογή του στους χώρους αποθήκευσης ως αέριο ή διαλυμένο στο νερό.



Εικόνα 20: Συγκέντρωση αιθυλενίου σε θαλάμους ψυχρής συντήρησης (0ο C, Σ.Υ. 95%) μήλων και αχλαδιών που εφαρμόζονταν ή όχι όζον συγκέντρωσης 0,4 ppm. (ΠΗΓΗ: Skog και Chu, 2001).

Το όζον εφαρμόζεται ως αέριο α) για την απολύμανση θαλάμων συντήρησης τροφίμων και εξοπλισμού στη βιομηχανία τροφίμων και β) για τη συντήρηση φρούτων και λαχανικών σε θαλάμους ψυχρής συντήρησης, για τον περιορισμό των σήψεων συγχρόνως με την απομάκρυνση του αιθυλενίου, όταν δεν εφαρμόζεται άλλη μέθοδος απομάκρυνσης (η παροχή μπορεί να είναι συνεχής ή διακοπτόμενη, πχ. ημέρα - νύχτα). Το όζον εφαρμόζεται στο νερό για το πλύσιμο ή την εμβάπτιση φρούτων και λαχανικών σε οξονισμένο νερό (μήλα, εσπεριδοειδή, σταφύλια, ροδάκινα, νεκταρίνια, μαρούλια, τομάτες, σέλινο, καρότα). Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί κατά την υδρόψυξη, όπου αυτή εφαρμόζεται, για την απολύμανση του νερού. Με τον τρόπο αυτό εκτός από ευεργετικό αποτέλεσμα στην υγιεινή των φρούτων γίνεται και μεγάλη εξοικονόμηση στο νερό. Το όζον χρησιμοποιείται πάντοτε σε καθαρό νερό και απουσία οργανικών ενώσεων, διότι στην αντίθετη περίπτωση μειώνεται η αποτελεσματικότητά του (αυτός είναι ο λόγος που το όζον είναι αναποτελεσματικό στην απολύμανση των τεμαχισμένων λαχανικών).

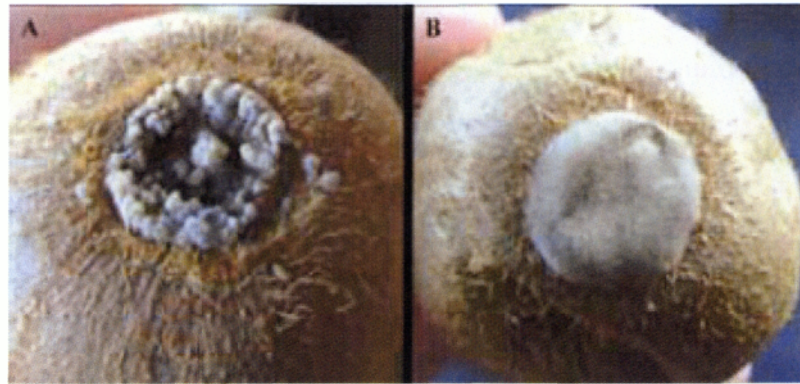
Μια πρώτη έρευνα από τον Spalding (1968) και κατόπιν από τον Palou και τους συνεργάτες του (2002) έδειξαν ότι ατμόσφαιρες εμπλουτισμένες με 0,3 ως 0,5 ppm όζοντος επιβράδυναν σημαντικά την ανάπτυξη των μυκήτων *Monilinia fructicola* (φαιά σήψη), *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* (τεφρά σήψη) σε τεχνητά προσβεβλημένους καρπούς ροδακινιάς, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στην μυκηλιακή ανάπτυξη του μύκητα *Mucor pyriformis*. Οι Liew & Prange (1994) ανέφεραν μια μείωση της τάξης του 50% στον ημερήσιο ρυθμό αύξησης του μύκητα *B. cinerea* και του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* σε καρότα που εκτέθηκαν σε 60 ppm όζοντος με δράση του όζοντος καθαρά μυκοστατική και όχι μυκοτοξική.

Όταν εφαρμόστηκαν χαμηλότερα επίπεδα όζοντος κατά τη διάρκεια της συντήρησης (1 ppm O₃ στους 8° C) παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην ανάπτυξη των παραπάνω μυκήτων στα καρότα, με το όζον ικανό να μειώνει την εξάπλωση των ανθεκτικών στα μυκητοκτόνα στελεχών. Η Barth και οι συνεργάτες της (1995) επίσης ανέφεραν ότι ο εμπλουτισμός με όζον (0,3 ppm στους 20 C) αναστέλλει την ανάπτυξη των μυκήτων *B. cinerea* και *R. stolonifer* κατά τη συντήρηση βατόμουρων. Όμοια, η έκθεση πορτοκαλιών (ποικ. Valencia) και λεμονιών (ποικ. Eureka) σε όζον (1} 0,05 ppm στους 10° C) καθυστέρησε την προσβολή από τους μύκητες *Penicillium digitatum* και *P. italicum* και μείωσε το ρυθμό εξάπλωσης της σήψης που προκαλούνται από τα συγκεκριμένα παθογόνα. Το όζον δεν εισέρχεται σε βάθος στους προσβεβλημένους ιστούς και ως εκ τούτου δεν επηρεάζει την ανάπτυξη των μυκήτων εφόσον εισέλθουν στο εσωτερικό του καρπού. Ωστόσο, η παραγωγή σπορίων σε πλιγγές εσπεριδοειδών που είχαν μολυνθεί με

τους μύκητες *Penicillium digitatum* (πράσινη σήψη) και *P. italicum* (μπλε σήψη) μειώθηκε ύστερα από έκθεση σε όζον.

Οι Margosan & Smilanick (2000) ανέφεραν ότι η βλάστηση των σπορίων των μυκήτων *B. cinerea*, *M. fructicola*, *P. digitatum* και *R. stolonifer* αναστέλλεται από τον εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας με όζον. Ο Tzortzakis και οι συνεργάτες του το (2007) ανέφεραν ότι το όζον (0,1 ppm, 13oC) επέδρασε σημαντικά στην αναστολή της σποριοποίησης και της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα *B. Cinerea* τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* σε καρπούς τομάτας, φράουλας, δαμασκηλιάς και σε σταφύλια, ωστόσο η επίδραση του όζοντος ήταν πιο έντονη *in vivo*.

Σε *in vitro* πειράματα που εκπονήθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας σε συνεργασία με το εργαστήριο Φυτοπαθολογίας της Γεωπονικής του Α.Π.Θ. παρατηρήθηκε σημαντική μείωση κατά 75% στη βλάστηση και τελικά νέκρωση των κονιδίων του μύκητα *B. cinerea* μετά από 8h έκθεση στο θάλαμο ψυχρής συντήρησης (0o C, Σ.Υ. 95%) με όζον (0,3 ppm) σε σχέση με αυτά που εκτέθηκαν σε θάλαμο που εφαρμοζόταν το σύστημα της καταλυτικής οξειδωσης του αιθυλενίου (μάρτυρας) (Εικόνα 4). Επίσης καταγράφηκε σημαντική αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα *B. cinerea* παρουσία όζοντος όμως ο μύκητας επαναδραστηριοποιήθηκε μετά από την έξοδο των καλλιεργειών από τον θάλαμο ψυχρής συντήρησης. Σε *in vivo* πειράματα σε τεχνητά μολυσμένους καρπούς ακτινιδιάς που εκπονήθηκαν από την ίδια ερευνητική ομάδα παρατηρήθηκε μείωση κατά 56% του ποσοστού των καρπών που προσβλήθηκαν από την ασθένεια της τεφράς σήψης, με τον μύκητα *B. cinerea*, μετά από 4 μήνες ψυχρή συντήρηση σε θάλαμο με όζον (0,3 ppm) σε σχέση με τον μάρτυρα. Επιπλέον, στους καρπούς που συντηρήθηκαν με όζον και εμφάνισαν συμπτώματα της ασθένειας παρεμποδίστηκε η σποριοποίηση του μύκητα και παρατηρήθηκε ο σχηματισμός σκληρωτίων, γεγονός που συνδέεται με την αδυναμία του μύκητα να αναπτυχθεί στην εμπλουτισμένη με όζον ατμόσφαιρα (Εικόνα 21). Αυτή η επίδραση του όζοντος στην παρεμπόδιση ανάπτυξης του μύκητα είναι ιδιαίτερης σημασίας καθώς συμβάλλει στην αποτροπή της μετάδοσης της ασθένειας από καρπό σε καρπό με επαφή κατά τη διάρκεια της συντήρησης (αποφυγή δημιουργίας φωλιών) περιορίζοντας με τον τρόπο αυτό τις ποσοτικές απώλειες (Εικόνα 22). Η προ-έκθεση καρπών τομάτας και ακτινιδίων σε όζον για διάφορα χρονικά διαστήματα ενίσχυσε την αντοχή των καρπών στην προσβολή από τον μύκητα *B. Cinerea*. Αυτό πιθανά να συνδέεται με το γεγονός ότι το όζον επάγει τη βιοσύνθεση φαινολικών ουσιών που είναι υπεύθυνες για την αύξηση της ανθεκτικότητας των σταφυλιών σε σήψεις κατά τη συντήρηση, όπως η φυτοαλεξίνη ρεσβερατρόλη.



Εικόνα 21: Επίδραση του όζοντος (0,3 ppm) (A) και της καταλυτικής οξείδωσης του αιθυλενίου (B) στη σποριοποίηση του μύκητα *Botrytis cinerea* σε ακτινίδια τεχνητά μολυσμένα που συντηρήθηκαν για 4 μήνες στους 0ο C και 95% ΣΥ.



Εικόνα 22: Απουσία της τεφράς σήψης σε ακτινίδια (φυσικές μολύνσεις) μετά από 5 μήνες συντήρηση στους 0ο C και ΣΥ 95% σε θάλαμο με όζον (0,3 ppm) (A) και παρουσία της ασθένειας σε προχωρημένο στάδιο (σχηματισμός “φολιών”) σε θάλαμο καταλυτικής οξείδωσης του αιθυλενίου (B).

Η αποτελεσματικότητα του όζοντος στην αντιμετώπιση των σήψεων επηρεάζεται από το είδος του παθογόνου και του συντηρούμενου φρούτου ή λαχανικού, τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία συντήρησης. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να ερευνηθούν και να προσδιοριστούν οι άριστες συνθήκες εφαρμογής (διάρκεια εφαρμογής και συγκέντρωση) για κάθε οπωροκηπευτικό ώστε να είναι αποτελεσματικό και ταυτόχρονα να μην υποβαθμίζει την ποιότητα των προϊόντων. Ενδεικτικά με τα έως τώρα ερευνητικά δεδομένα το όζον βρέθηκε ότι δεν επηρεάζει καθόλου ή επηρεάζει θετικά την ποιότητα των μήλων, των αχλαδιών, της τομάτας, του ακτινιδίου, του μπρόκολου και του

μαρουλιού. Αντίθετα, υπάρχουν αναφορές για υποβάθμιση της ποιότητας της φράουλας, του αγγουριού και των μανιταριών. Τα τελευταία χρόνια καταβάλλονται ερευνητικές προσπάθειες στην κατεύθυνση αξιοποίησης του όζοντος για τη μείωση υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων που υπάρχουν σε γεωργικά προϊόντα, όπως φρούτα και λαχανικά. Πρόσφατες δημοσιεύσεις αναφέρουν ότι το όζον διαλυμένο σε νερό προκαλεί ταχεία διάσπαση εντομοκτόνων ουσιών όπως το carbofuran, phorate, malathion και diazinon αλλά και ζιζανιοκτόνων όπως η ατραζίνη. Είναι επίσης γνωστό πως το όζον, σε εφαρμογές στον αέρα των θαλάμων συντήρησης, σε διάφορες συγκεντρώσεις μείωσε τη συγκέντρωση των φυτοπροστατευτικών ουσιών azinphos methyl, captan, mancozeb, fenhexamid, pyraclostrobin από την επιφάνεια των μήλων και των σταφυλιών. Δεν είχε όμως κανένα αποτέλεσμα στα iprodione και boscalid, ακόμη και μετά από έκθεση σε πολύ υψηλή συγκέντρωση όζοντος. Είναι γνωστό ότι αρκετά υπό-προϊόντα που σχηματίζονται από τη διάσπαση των φυτοφαρμάκων είναι περισσότερο τοξικά από ότι το ίδιο το φυτοφάρμακο. Επομένως η έρευνα θα πρέπει να στραφεί και στην ανίχνευση των υπό-προϊόντων που δημιουργούνται μετά από τη διάσπαση των οργανικών φυτοφαρμάκων από το όζον και στους κινδύνους που εγκυμονεί η παρουσία τους στην επιφάνεια των οπωροκηπευτικών για τη δημόσια υγεία.

Συνοψίζοντας, το όζον είναι φιλικό προς το περιβάλλον, δεν αφήνει υπολείμματα και η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει την ασφαλή εφαρμογή του στη βιομηχανία των οπωροκηπευτικών. Όμως, ως πολύ ισχυρό οξειδωτικό μέσο, το όζον είναι επικίνδυνο για τον άνθρωπο και προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στο αναπνευστικό του σύστημα. Για το λόγο αυτό έχουν θεσπιστεί ανώτερα επιτρεπτά όρια έκθεσης των εργαζομένων στους χώρους εφαρμογής του τα οποία θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά και επιπλέον όπου εφαρμόζεται το όζον θα πρέπει να εγκαθίστανται συστήματα ανίχνευσης και προειδοποίησης.

3.4. ΤΟ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ ΣΤΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΖΩΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Το αιθυλένιο είναι υδρογονάνθρακας με ένα διπλό δεσμό ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), άοσμο και άχρωμο και ελαφρύτερο από τον αέρα. Είναι αέρια φυτική ορμόνη ωρίμανσης και γηρασμού. Σχηματίζεται κατά την ωρίμανση των κλιμακτηρικών καρπών (μήλο, ακτινίδιο, μπανάνα, τομάτα κ.ά.), αλλά και από την καύση οργανικών ενώσεων, επηρεάζει σημαντικά τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής των οπωροκηπευτικών, την εμφάνιση

φυσιολογικών ασθενειών και την ευαισθησία τους στις σήψεις. Το αιθυλένιο έχει θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά. Στη βιομηχανία των οπωροκηπευτικών χρησιμοποιείται ευρέως για την τεχνητή ωρίμανση της μπανάνας, του ακτινιδίου, τον αποπρασινισμό των εσπεριδοειδών. Χρησιμοποιείται επίσης ως αντιφυτρωτικό της πατάτας κατά τη συντήρηση. Όμως προκαλεί και προβλήματα κατά τη συντήρηση πολλών ευαίσθητων στο εξωγενές αιθυλένιο οπωροκηπευτικών, τα οποία όταν εκτίθενται στο αιθυλένιο, παρουσιάζουν φυσιολογικές ανωμαλίες (κιτρίνισμα, μαλάκωμα σάρκας, κηλιδώσεις) και τελικά γηράσκουν και σαπίζουν. Ευπαθή οπωροκηπευτικά στο εξωγενές αιθυλένιο είναι το ακτινίδιο, το σπαράγγι, τα αντίδια, η ρόκα, το αγγούρι, το κουνουπίδι, το μπρόκολο, το μαρούλι και τα δρεπτά άνθη (κυρίως το γαρύφαλλο). Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να αποφεύγεται η άμεση έκθεση των ευαίσθητων προϊόντων στο εξωγενές αιθυλένιο, ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους στους ψυκτικούς θαλάμους. Η αντιμετώπιση του αιθυλενίου στους χώρους συντήρησης των οπωροκηπευτικών γίνεται με **α)** την αφαίρεση ή οξείδωση του αιθυλενίου από τους ψυκτικούς χώρους ή από τις κλειστές συσκευασίες, **β)** τη χρήση αναστολέων σχηματισμού αιθυλενίου (AVG, aminoethoxyvinylglycine, εμπορικό σκεύασμα ReTain™, STS, silver thiosulfate, χρήση σε δρεπτά άνθη) και **γ)** ανταγωνιστών δράσης αιθυλενίου (CO₂, χρήση κατά τη διάρκεια του αποπρασινισμού, 1-MCP, 1-methylcyclopropene, εμπορικά σκευάσματα Smart FreshSM και EthylBloc™).

Το 1-methylcyclopropene με την εμπορική ονομασία Smart FreshSM χρησιμοποιείται στα φρούτα και τα λαχανικά για να παρατείνει την μετασυλλεκτική τους ζωή, παρεμποδίζοντας την δέσμευση του αιθυλενίου στους υποδοχείς του και ως εκ τούτου περιορίζοντας τη βιοσύνθεση του και κατ' επέκταση την ωρίμανση των καρπών κατά τη συντήρηση. Το σκεύασμα έχει πάρει άδεια χρήσης για μήλα, ακτινίδια, τομάτες, δαμάσκηνα, αβοκάντο, λωτούς, πεπόνια, σε 34 χώρες (ΗΠΑ, ΕΕ κ.ά.) μεταξύ άλλων και στη χώρα μας. Έχει δώσει πολύ καλά αποτελέσματα συντήρησης σε μήλα και αχλάδια. Εκτός του ότι παρατείνει τη συντήρησή τους για ένα έως δυο μήνες, επί πλέον μειώνει την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας των μήλων <<επιφανειακό έγκαιμα>>. Το 1-MCP εφαρμόζεται ως αέριο σε κλειστούς χώρους συντήρησης οπωροκηπευτικών (ψυγεία, μεταφορικά μέσα) ή ως υδατικό διάλυμα όπου τα προϊόντα εμβαπτίζονται ή ψεκάζονται πριν την αποθήκευσή τους (και οι δυο μορφές έχουν παρόμοια δράση). Με το εμπορικό όνομα EthylBloc™, το 1-MCP χρησιμοποιείται στα δρεπτά άνθη και φυλλώδη καλλωπιστικά για να προλαμβάνει την μάρανση, το κιτρίνισμα των φύλλων, το πρόωρο άνοιγμα και πρόωρο θάνατο των ανθέων. Επίσης, το 1-MCP κυκλοφορεί και ως νέα τεχνική προστασίας των φυτών ενάντια σε καταπονήσεις (υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασία). Για την αφαίρεση του αιθυλενίου από

τους θαλάμους ψυχρής συντήρησης έχουν αναπτυχθεί εδώ και αρκετά χρόνια διάφορες τεχνικές που βασίζονται στον εξαιρεισμό των θαλάμων, την προσρόφηση του αιθυλενίου με χρήση φίλτρων ενεργού άνθρακα και την οξείδωση του αιθυλενίου. Στην κατηγορία της οξείδωσης βρίσκονται και οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι αφαίρεσης του αιθυλενίου και ως στόχο έχουν τη διάσπαση του διπλού δεσμού μεταξύ των δύο ατόμων άνθρακα στο μόριο του αιθυλενίου, όπως τα φίλτρα υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4), η καταλυτική οξείδωση και το όζον. Το υπερμαγγανικό κάλιο προσροφημένο σε διάφορα αδρανή υλικά (εμπορικά σκευάσματα Ethysorb, Purafi 1), έχοντας αρχικά ένα έντονο πορφυρό χρώμα, οξειδώνει το αιθυλένιο, είτε σε γλυκόζη του αιθυλενίου είτε σε οξικό οξύ τα οποία παρουσία επιπλέον υπερμαγγανικού καλίου οξειδώνονται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό (H_2O) και το οξειδωτικό μέσο μετατρέπεται σε MnO_2 με ένα σκούρο καφέ χρώμα. Στην αγορά κυκλοφορούν φίλτρα ή φακελάκια όπως αυτά του τσαγιού τα οποία περιέχουν Ethysorb ή Purafi 1. Τα φίλτρα είναι κατάλληλα για ψυκτικούς θαλάμους ενώ τα φακελάκια είναι κατάλληλα για μικροσυσκευασίες. Η καταλυτική οξείδωση είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα για την απομάκρυνση του αιθυλενίου από χώρους που αποθηκεύονται ευαίσθητα στο εξωγενές αιθυλένιο προϊόντα. Ο αέρας από το εσωτερικό του θαλάμου εισάγεται παλινδρομικά στη συσκευή όπου μέσω δύο κεραμικών υλικών θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία ($24\text{-}25^\circ \text{C}$). Κατόπιν, ο θερμός αέρας οδηγείται στον καταλύτη (πλατίνα) όπου το αιθυλένιο οξειδώνεται σε CO_2 και H_2O . Ο αέρας ψύχεται και επιστρέφει στο θάλαμο απαλλαγμένος από το αιθυλένιο. Σε κάθε ανακύκλωση του αέρα του ψυκτικού θαλάμου από την συσκευή οξείδωσης αφαιρείται μέρος του αιθυλενίου. Έτσι επαναλαμβανόμενοι κύκλοι έχουν ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση του αιθυλενίου από τον ψυκτικό θάλαμο. Οι συσκευές οξείδωσης του αιθυλενίου είναι πολύ αποτελεσματικές, καταναλίσκουν μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας από ότι τα φίλτρα με KMnO_4 και απαιτούν σημαντική επένδυση κεφαλαίου για την αγορά και εγκατάστασή τους.

3.5. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ CO_2

Η ικανότητα ελέγχου του μετασυλλεκτικού περιβάλλοντος παρέχει μια μεγάλη δυνατότητα καθυστέρησης της γήρανσης. Η θερμοκρασία είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη διάφορων νόσων μετά τη συγκομιδή, η οποία όχι μόνο επηρεάζει την ταχύτητα ανάπτυξης των παθογόνων, αλλά και το ποσοστό ωρίμανσης των φρούτων. Η ανάπτυξη πολλών ασθενειών μετά τη συγκομιδή των προϊόντων είναι

στενά συνδεδεμένη με την ωριμότητα των φρούτων, έτσι λοιπόν αναπτύχθηκαν θεραπείες που καθυστερούν την ωρίμανση και συνεπώς καθυστερείται η ανάπτυξη ασθενειών.

Η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης φρούτων και λαχανικών χρησιμοποιείται εκτενώς για να καθυστερήσει την ωρίμανση και την ανάπτυξη των νόσων, αν και οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται συνήθως για την αποθήκευση δεν είναι θανατηφόρες για το παθογόνο. Οι θερμοκρασίες αποθήκευσης της παραγωγής γεννούν ερωτήματα καθώς εξαρτώνται από την ευαισθησία της στο ψύχος. Για παράδειγμα φρούτα και λαχανικά όπως: μήλα, ροδάκινα και μπρόκολο μπορούν να αποθηκευτούν σε θερμοκρασία 0° C, αντιθέτως τα τροπικά φρούτα δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 10° C χωρίς την έλλειψη συμπτωμάτων ψύχους.

Η τροποποίηση της ατμόσφαιρας αποθήκευσης έχει σαν σκοπό την καθυστέρηση της γήρανσης, αυτό μπορεί να γίνει επιτυχώς αν αυξηθεί η συγκέντρωση του CO₂ και μειωθεί η συγκέντρωση O₂. Αν βέβαια οι συνθήκες αυτές, τροποποιημένης ατμόσφαιρας αποθήκευσης, εφαρμοστούν παρατεταμένα μπορούν να προκληθούν ζημιές, αξιοσημείωτη εξαίρεση αυτού αποτελεί η φράουλα, η οποία σε παρατεταμένες εκθέσεις υψηλών επιπέδων CO₂, αναστέλλει την παρουσία γκρι μούχλας (που αποτελείται από τον *Botrytis cinerea*). Βραχυπρόθεσμη έκθεση σε υψηλά επίπεδα του CO₂ έχει δείξει καθυστέρηση ανάπτυξης της ανθράκωσης που προκαλείται από τον *Colletotrichum toeosportodes* στο αβοκάντο, παρόλο που η θεραπεία δεν διατίθεται επί του παρόντος στο εμπόριο.

Σημαντικό ρόλο, στην επίδραση της ανάπτυξης των νόσων μετά τη συγκομιδή, μπορεί να έχει η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος αποθήκευσης, η υψηλή υγρασία χρησιμοποιείται για την ελαχιστοποίηση της απώλειας νερού του προϊόντος, πράγμα που μπορεί να αυξήσει επίπεδα των ασθενειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΕ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.

4.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΥΜΟΥ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ

Σε πειράματα που έγιναν, από τους Χ.Σ. ΙΩΑΝΝΟΥ, Β.Ι. ΚΑΤΣΟΓΙΑΝΝΟΣ, Ν.Α. ΚΟΥΛΟΥΣΗΣ και Ν.Θ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, μελετήθηκε η επίδραση των πτητικών ουσιών του χυμού πορτοκαλιού στη βιολογία δύο άγριων και ενός εργαστηριακού πληθυσμού της μύγας της Μεσογείου, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Χρησιμοποιήθηκαν άγρια έντομα που προέρχονταν (α) από προσβεβλημένα μήλα της ποικιλίας Golden Delicious που συλλέχθηκαν στο αγρόκτημα του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, (β) από προσβεβλημένα σύκα που συλλέχθηκαν στη Χίο, και (γ) από εργαστηριακή εκτροφή (F4) προέλευσης Χίου. Θηλυκά από τους παραπάνω πληθυσμούς κρατήθηκαν από την πρώτη έως την τελευταία ημέρα της ζωής τους ατομικά σε μικρά κλουβιά που περιείχαν ως υπόστρωμα ωοτοκίας ένα πλαστικό ημισφαίριο κόκκινου χρώματος στο οποίο είχαν δημιουργηθεί μικρές οπές. Κάτω από το ημισφαίριο υπήρχε ως ερέθισμα για την ωοτοκία είτε χυμός πορτοκαλιού είτε σκέτο νερό (μάρτυρας). Τα θηλυκά απέθεταν διαμέσου των οπών του τεχνητού υποστρώματος ωοτοκίας τα αυγά τους στο εσωτερικό (κοίλο) τοίχωμα του ημισφαιρίου. Καθημερινά γινόταν καταμέτρηση των αυγών που είχαν αποθεθεί, καθώς και καταγραφή της θνησιμότητας των θηλυκών.

Η παρουσία του χυμού επηρέασε κατά παρόμοιο τρόπο την ωοτοκία των θηλυκών των τριών πληθυσμών. Ειδικότερα, τα θηλυκά άρχισαν να ωοτοκούν νωρίτερα σε ημισφαίρια κάτω από τα οποία υπήρχε χυμός σε σχέση με εκείνα τα οποία είχαν πρόσβαση σε ημισφαίρια με νερό. Η διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας τους ήταν μεγαλύτερη και ο συνολικός αριθμός των αυγών που απέθεσαν ήταν διπλάσιος έως τριπλάσιος. Η διάρκεια ζωής των θηλυκών δε φάνηκε να επηρεάζεται από την παρουσία του χυμού.

Τα αποτελέσματά αυτά δείχνουν ότι (α) οι πτητικές ουσίες του χυμού του πορτοκαλιού αποτελούν ένα σημαντικό ερέθισμα ωοτοκίας για τα θηλυκά και πιθανότατα εμπλέκονται στη διαδικασία επιλογής των φυτών-ξενιστών και (β) ότι οι διαφορετικές συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται τα θηλυκά ως προνύμφες δεν επηρεάζουν την ανταπόκριση στις οσμές του χυμού. Οι πτητικές ουσίες του χυμού θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ελκυστικό σε παγίδες για την παρακολούθηση και τον έλεγχο του πληθυσμού του εντόμου.

4.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΡΙΓΑΝΗΣ *Origanum onites* L, ΔΙΚΤΑΜΟΥ *Origanum dictamnus* L, ΔΥΟΣΜΟΥ *Mentha spicata* ΜΕ ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

ΡΙΓΑΝΗ *Origanum onites*

Origanum onites ανήκει στην κατάταξη *Majorana* (Mill. Benth) . Είναι πολυετές είδος με ξυλώδες μίσχο , εύκολα διακρινόμενο από τα άλλα είδη *Origanum* τα οποία ανπτύσσονται στην Ελλάδα ,από τον σχηματισμό της ταξιανθίας στάχως τοποθετημένοι σε ψευδοκόρυμβους και μονόχειλους κάλυκες.



Εικόνα 23: Φυτό ρίγανης κατά την άνθισή του (ΠΗΓΗ:

<http://laspistasteria.wordpress.com/2008/07/02/origanum>)

Ένα πολύ ενδιαφέρον χαρακτηριστικό, το οποίο ποτέ δεν αναφέρθηκε πριν για τη ρίγανη, είναι ο εποχιακός διμορφισμός . Με αυτόν τον τρόπο τα φυτά επιβιώνουν το ξυρό καλοκαίρι, δρα σαν ένας μηχανισμός επιβίωσης. Σύμφωνα με έρευνες σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι υπάρχει άμεσος συσχετισμός του χρόνου συγκομιδής με την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε φαινόλες και αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Ozkan et al.2010) .

Το μεγαλύτερο ποσοστό carvacrol, thymol, γ-terpinene, p-cymene, α-terpinene και α-pinene. Carvacrol στο αιθέριο έλαιο *O.onites* παρατηρήθηκε σε συγκομιζόμενα φυτά ρίγανης κατά τον μήνα Ιούλιο. Ενώ το μέγιστο ποσοστό αιθέριου ελαίου παρατηρήθηκε σε

σοδειά Σεπτεμβρίου. Το έλαιο που αποτάχτηκε από φύλλα σοδειάς αρχές Ιουνίου είχε τις περισσότερες αντιοξειδοτικές ικανότητες . Δώδεκα φαινολικά συστατικά της ρίγανης ταυτοποιήθηκαν και τα κύρια συστατικά τους ήταν rosmarinic acid and acacetin. Σύμφωνα με τον Faid et al. (1996) τα συστατικά των αιθέριων ελαίων ρίγανης με την μεγαλύτερη αντιμικροβιακή δράση είναι, με σειρά αποτελεσματικότητας, φαινόλες > αλκοόλες > αλδεύδες > κετόνες, αιθέρες > υδρογονάνθρακες.

- Monoterpenes: α -pinene, β -pinene, β -ocimene, camphene, camphor, limonene, p-cymene, sabinene, terpinene
- Monoterpene alcohols: α -terpineol, borneol, lavandulol, linalool, p-cymen-8-ol, trans-pivocarveol
- Monoterpene aldehydes: cuminaldehyde
- Monoterpene ethers: 1,8-cineole (eucalyptol)
- Monoterpene esters: linalyl acetate, terpenyl acetate
- Monoterpene ketones: carvone, coumarin, cryptone, fenchone, methylheptenone, n-octanone, nopinone, p-methylacetophenone
- Benzenoids: eugenol, coumarin, carvacrol, hydroxycinnamic acid, rosmarinic acid, thymol
- Sesquiterpenes: caryophyllene, caryophyllene oxide, α -photosantalol, α -norsantalone, α -santalol

Σύγχρονες έρευνες έδειξαν ότι διαθέτει ένα ευρύ φάσμα βιολογικών ιδιοτήτων: αντιμικροβιακή δράση και αντιμυκητιακή εναντίον πολλών παθογόνων μικροβίων και μυκήτων που προσβάλλουν ζώα και φυτά και προκαλούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα (Deans, S . and Svoboda K., 1990, Aligiannis et al. 2001). Οι παραπάνω ιδιότητες ενισχύονται όταν η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των αιθέριων ελαίων είναι υψηλή (Colin et al. 1989). Επιπλέον, συστατικά της ρίγανης και του ριγανέλαιου έχουν βρεθεί ότι είναι αποτελεσματικά φυτοπροστατευτικά μέσα κατά την αποθήκευση.

❖ ΔΙΚΤΑΜΟ *Origanum dictamnus*

Το δίκταμο *Origanum dictamnus*, είναι ένα ενδημικό φυτό που συναντάται στην Κρήτη και χρησιμοποιείται ως ρόφημα. Το όνομα προέρχεται από το

όρος Δίκτη (Λασιθιώτικα) όπου παλαιότερα αφθονούσε. Ειδικότερα καλλιεργείται εδώ και 70 χρόνια στην Εμπαρο. Τα φύλλα του είναι χνουδωτά και έχουν χρώμα γκριζοπράσινο.



Εικόνα 24: Φυτό δίκταμού (ΠΗΓΗ:

<http://www.aegeancuisine.eu/ViewProduct.aspx?id=472>)

Παρατηρήσεις με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έδειξαν ότι η παραγωγή του αιθερίου ελαίου λαμβάνει χώρα στα κύτταρα της κεφαλής. Κατά την έκκριση, στο θεμελιώδες πλάσμα των κυττάρων εμφανίζονται πολυάριθμα ελαιοσταγονίδια, τα οποία μετακινούνται προς την κορυφή της κεφαλής, και στη συνέχεια αποχύνονται σε ένα χώρο που δημιουργείται ανάμεσα από τα τοιχώματα και την ανασηκωμένη εφυμενίδα. Όταν ολοκληρωθεί η έκκριση, τα αδενικά κύτταρα αποδιοργανώνονται (Μποσαμπαλίδης).

Τα βασικά συστατικά του είναι η καρβακρόλη, το γ-τερπινένιο και το π-κυμένιο. Συγκεκριμένα μετά από ανάλυση του αιθέριου ελαίου από άγριο δίκταμο με GC-MS βρέθηκαν τα εξής: Καρβακρόλη (carvacrol) 58.8-82.3%, καμφένιο (camphene) 0.07%, β-πινένιο (β-pinene) 0.05-1.109%, μυρκένιο (myrcene) 0.25%, α-τερπινένιο (α-terpinene) 0.42%, λιμονένιο (limonene) 0.10%, γ-τερπινένιο (γ-terpinene) 4.45%, π-κυμένιο (p-cymene) 7.50%, τερπινολένιο (terpinolene) 0.09%, α-κοπαένιο (α-copaene) 0.50%, μεθυλαιθέρας της καρβακρόλης (carvacrol methyl ether), 1.10%, καρυοφυλένιο (caryophyllene) 2.10%, βισαβολένιο (bisabolene) 0.37%, γ-καδινένιο (γ-cadinene) 0.285, καλαμίνιο (calamine) 0.36%, θυμόλη (thymol) 0.435, 1,8 κινεόλη (1,8-cineole) 0.39%, 3-οκτανόλη (3-octanol) 0.20%, οκτ-1-εν-όλη (oct-1-en-3-ol) 0.48%, ένυδρο σαβινένιο (sabinene hydrate) 0.57%, λιναλοόλη (linalool) 0.90-0.778%, τερπιν-1-εν-4-όλη (terpin-1-en-4-ol) 1.12%, βορνεόλη (borneol) 1.71 %, καρβόνη (carvone) 0.49 %, ανηθόλη (anethol)

0.06 %, π-κουμενόλη(p-cumenol) 0.08%, οξείδιο του καρυοφυλενίου (caryophyllene oxide) 0.76%.(Harvala C.et al. 1987, Scrubis B. 1979, Schaden G.Hesse C,1979), β-φελανδρένιο (β-phellandrene) 18.34%, β-καρυοφυλένιο (β-caryophyllene) 0.039 %, οξικός εστέρας της κιτρονελλόλης (citronellyl acetate) 0.364 %, λονγκιφολένιο (longifolene) 0.669% (Scrubis B. 1979).

Πίνακας 5: Κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων του *O. dictamnus* και οι δράσεις τους (Skoula& Kamenopoulos, 1996)

π – κυμένιο	αναλγητικά, αντιγριπικά, αντιρευματικά, βακτηριδιοκτόνο, μυκητοκτόνο, Φυτοκτόνο, εντομοπαθητικά, ανθελμινικά
καρβακρόλη	αναισθητικά, αντιφλεγμονώδες, κατά της πλάκας, αντισηπτικά, βακτηριδιοκτόνο, αναφυσώδες, αποχρεμπτικά, μυκητοκτόνο, κατά των νηματώδων, αναστολέα προσταγλανδίνης, σπασμολυτικό,μυχαλαρωτικό τραχειας, ανθελμινικο
βορνεόλη	αναλγητικά, αντιφλεγμονώδες, αντιπυρετικά, προστατευτικά ήπατος, φυτοκτόνο, εντομοπαθητικά, σπασμολυτικά
καρυοφυλλένιο	αντιφλεγμονώδες, κατά των οιδημάτων, εντομοπαθητικά, μυρεψικά, καρυοφυλλένιο σπασμολυτικά, απωθητικά τερμιτών
γ - τερπινένιο	εντομοπαθητικά

Το φυτό *Origanum dictamnus* (δίκταμο), εξετάστηκε για το περιεχόμενο των φαινολικών ουσιών. Τα φαινολικά οξέα ήταν γαλλικό οξύ (1.5 - 2.6 100 mg g-1 ξηρού δείγματος), φερούλικό οξύ (0,34 - 6,9 mg 100 g-1 ξηρού δείγματος) και καφεϊκό οξύ (1,0 - 13,8 mg 100 g-1 ξηρού δείγματος). (+)-Κατεχίνη και (-)-επικατεχίνη ήταν τα κύρια φλαβονοειδή που προσδιορίζονται στο ρίγανη και τσάι του βουνού. (Proestos, C. Et al 2008). Η καρβακρόλη ως κυρίαρχο συστατικό, εντοπίστηκε και στον άγριο, αλλά και στο καλλιεργούμενο δίκταμο. Το αιθέριο έλαιο έχει αντιμικροβιακή δράση ενάντια: σε *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus hominis*, *Escherichia coli*, και *Pseudomonos aeruginosa* (Economakis C et al 1999).

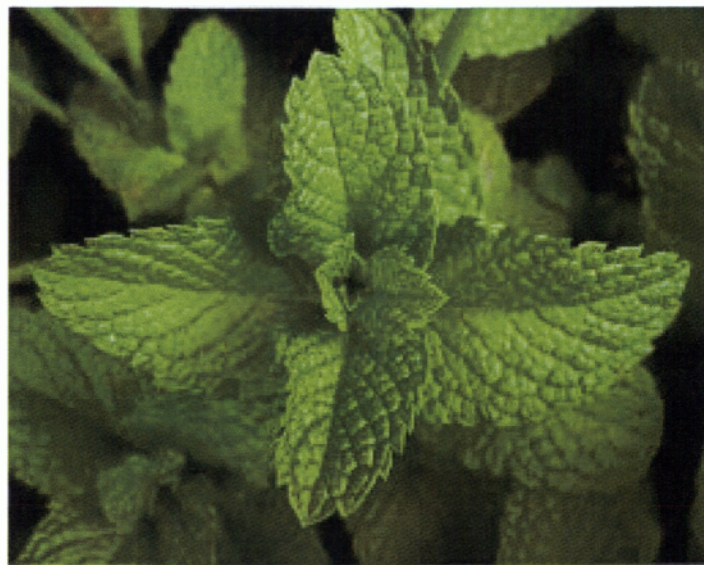
Στο *Origanum dictamnus* (δίκταμο) αιθέρια έλαια διαπιστώθηκε ότι ήταν πλούσιο σε φαινολικές ενώσεις, 78,0% του συνολικού ελαίου, Η ακτινική ανάπτυξη, η κονιδιακή βλάστηση, και την παραγωγή του *Penicillium digitatum* είχαν ανασταλεί πλήρως από αιθέρια έλαια δίκταμου σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις (250 – 400 μg / mL). Τα μονοτερπένια, τα οποία συμμετέχουν σε αιθέρια έλαια με διάφορες συνθέσεις, φαίνεται να

έχουν περισσότερες από μια αθροιστική δράση μυκήτων σε αναστολή (Daferera, D.J., et al 2000).

Πτητικά συστατικά των βράκτιων φύλλων των άγριων και καλλιεργημένων *Origanum dictamnus*. Η Καρβακρόλη ήταν το κυρίαρχο στοιχείο σε όλες τις περιπτώσεις. Τα αιθέρια έλαια μελετήθηκαν για αντιμικροβιακή δράση τους κατά του *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hominis*, *Escherichia coli* και *Pseudomonas aeruginosa*. (Economakis, C. et al 1999). Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια από *Origanum vulgare*, *Origanum dictamnus* και ήταν δραστικά έναντι των *S. Aureus*, απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν αποτελεσματικά αντιβιοτικά ή συνθετικές, ίσως να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό (Alexopoulos, A et al 2011).

❖ ΔΥΟΣΜΟΣ *Mentha spicata*

Ο δυόσμος είναι είδος μέντας το οποίο είναι ιθαγενές της Ευρώπης και της Νοτιοδυτικής Ασίας. Πέρα από τη χρήση του ως αντισπασμωδικό, τονωτικό και χωνευτικό βότανο, χρησιμοποιείται για την αντιμικροβιακή του δράση. Είναι ριζωματώδες πολυετές φυτό που φτάνει σε ύψος 30 με 100 εκατοστά. Οι μίσχοι και τα φύλλα καλύπτονται σε ποικίλο βαθμό από τριχίδια, ενώ το ρίζωμα είναι σαρκώδες και εκτεταμένο. Τα φύλλα είναι ωοειδή, με μήκος 5 με 9 εκατοστά και 1,5 με 3 εκατοστά πλατιά. Τα άνθη του είναι μικρά ρόδινα ή μωβ ανοιχτό. Βγαίνουν πολλά μαζί σε στάχεις στις κορυφές των βλαστών.



Εικόνα 25: Φυτό δυόσμου (ΠΗΓΗ: <http://praktikesidees.gr/v2/khpos/dvosmos/>)

Το αιθέριο έλαιο από *M. spicata L. subsp. spicata*, έδειξε μεγάλες δυνατότητες για την αντιμικροβιακή δράση έναντι της *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis* και μέτρια δραστηριότητες κατά του *Staphylococcus aureus* (Şarer, E. et al 2011). Η επίδραση των αιθέριων ελαίων σε μύκητες του εδάφους που μεταδίδονται, σε αμιγείς και στις μικτές καλλιέργειες, έχουν μελετηθεί, τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει είναι: μεγαλύτερη μείωση στην ανάπτυξη του μυκηλίου εξαιτίας της καρβόνης (συστατικού αιθέριου ελαίου του δυόσμου), *A. terreus* και *F. Oxysporum butfungicidal* και πλήρη αναστολή στην κονιδιακή ανάπτυξη στο *V. Dahliae*. (Menexes, G. et al 2011). Κατάλληλες τεχνικές βιολογικής καταπολέμησης ως εναλλακτική λύση στο μέλλον, είναι η χρήση αιθέριου ελαίου των φύλλων *Mentha spicata*, το οποίο προκαλεί τοξικότητα εναντίον τριών ειδών κουνουπιών *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* και *Anopheles stephensi*. (Govindarajan M., et al 2012).

4.3. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΤΗΤΙΚΗΣ ΑΛΛΙΣΙΝΗΣ ΣΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ ΣΚΟΡΔΟΥ *Allium sativum L.* ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΕ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ, ΜΥΚΗΤΕΣ ΚΑΙ ΩΜΥΚΗΤΕΣ

Η αλλισίνη είναι μια οργανοθευκή ένωση που απαντάται στο σκόρδο. Είναι ένα άχρωμο υγρό με έντονη χαρακτηριστική οσμή. Έχει αντιμικροβιακή και μυκητοκτόνο δράση και χρησιμοποιείται από το σκόρδο ως προστατευτική ουσία. Παράγεται στο σκόρδο μετά την κυτταρική αποστεγανοποίηση και αφού οι ιστοί έχουν καταστραφεί, η αλλισίνη υποστρώματος αναμιγνύεται με το ένζυμο alliin – lyase. Η αποτελεσματικότητα του εκχυλίσματος σκόρδου έναντι του φάσματος φυτοπαθογόνων οργανισμών έχει ελεγχθεί in vitro και in planta σε νοσούντες ιστούς. Η in vitro δραστηριότητα αλλισίνης έναντι του πρωτοτροφικού *E. coli* συγκρίθηκε με εκείνη των συμβατικών αντιβιοτικών αμπικιλίνη και καναμυκίνη. Δραστηριότητα κατά την in vitro παρουσιάστηκε ενάντια στην παθογένια των φυτών από τα βακτήρια *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas syringae pv. maculicola*, *P.s. pv. phaseolicola*, *P.s. pv. tomato*, *Xanthomonas campestris pv. campestris*, ο μύκητας *Alternaria brassisicola*, *Botrytis cinerea*, *Plectosphaerella cucumerina*, *Magnaporthe grisea*, και ο ωομύκητας *Phytophthora infestans*.

Η μείωση των ασθενειών των φυτών παρουσιάστηκε για: *Magnaporthe grisea* – μολυσμένο ρύζι, *Hyaloperonospora parasitica* – μολυσμένα *Arabidopsis thaliana* και *Phytophthora infestans* – μολυσμένους κονδύλους πατάτας. Αξίζει να σημειωθεί πως, η δραστική αρχή ήταν αποτελεσματική στη μείωση του *P. infestans* στη βλάστηση των

σπορίων *in vitro* και κατέστρεψε κονδύλους που νοσούν, σε δοκιμαστικούς σωλήνες μέσω της φάσης ατμών (απολύμανση), καθώς και με την άμεση εφαρμογή στο σημείο ενοφθαλμισμού. Στο *Arabidopsis* η μείωση της νόσου ήταν προφανής και αυτό οφείλεται στην άμεση δράση κατά του παθογόνου αφού δεν υπήρξε συσσώρευση σακυλικού οξέως (δείκτης για την συστηματική επίκτητη αντίσταση ή SAR) μετά την εφαρμογή. Η εν δυνάμει ανάπτυξη σκευασμάτων σκόρδου για εναλλακτική λύση έναντι των συνθετικών μυκητοκτόνων για την παραγωγή βιολογικών τροφίμων, βρίσκεται υπό έρευνα (Curtis, 2004).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι ιδιαίτερα ευπαθή προϊόντα κυρίως από τη διάρκεια της συγκομιδής και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, όταν είναι πιθανό να συμβούν σημαντικές απώλειες λόγω μικροβιακών ασθενειών, διαταραχών της διαπνοής και της γήρανσης. Οι απώλειες που σχετίζονται με ένα εμπόρευμα έτοιμο για την κυκλοφορία, με υψηλή προστιθέμενη αξία, έχουν μεγάλη οικονομική σημασία. Οι επαρκείς μέθοδοι αποθήκευσης μπορούν να καθυστερήσουν την ωρίμανση των φρούτων και συνεπώς να επιβραδύνουν την ανάπτυξη των παθογόνων ή τουλάχιστον να μειώσουν τις ζημιές. Η χημική θεραπεία μπορεί να εξασφαλίσει προστασία των προϊόντων, αλλά είναι επιτρεπτή μόνο σε μερικά είδη. Επιπλέον η κοινή γνώμη απαιτεί τη μείωση της χρήσης των χημικών προϊόντων. Αυτό το θέμα, μαζί με την εμφάνιση των παθογόνων που είναι ανθεκτικά σε μυκητοκτόνα, συνέβαλε στην αφύπνιση των ερευνητών και αύξησε το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων για τον έλεγχο των παθογόνων των φυτών σε βαθμό που είτε ενσωματώνεται με αυτά, είτε να αντικαθιστά τελείως τα συνθετικά μυκητοκτόνα.

Η μετασυλλεκτική φάση είναι κατάλληλη για την εφαρμογή των μεθόδων βιολογικής καταπολέμησης. Σε μια ορισμένη παράμετρο περιβάλλοντος, όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις τέτοιες ώστε να ελεγχθεί η στενή επαφή μεταξύ του βιολογικού παράγοντα και του παθογόνου και να βελτιωθεί η δραστηριότητα του ανταγωνιστή.

Όπως αναφέρεται και σε προηγούμενη ενότητα για να επιτευχθεί η μείωση των μετασυλλεκτικών ασθενειών, επιβάλλονται τόσο οι προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις, με προσεκτικούς χειρισμούς στη συγκομιδή, όσο και μετασυλλεκτικές στη διαχείριση της αποθήκευσης των προϊόντων. Μία μεγάλη ποικιλία πτητικών ουσιών έχουν βρεθεί σε φυτικούς ιστούς. Ένας από τους πολλούς τους ρόλους είναι η προστασία έναντι ασθενειών και η απώθηση εχθρών. Αυτή την ιδιότητα τους προσπαθεί να εκμεταλλευθεί ο άνθρωπος με υποκαπνισμό των ουσιών αυτών σε αποθηκευτικούς χώρους. Η μέθοδος παρουσιάζει δύο πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Μπορεί να συνδυαστεί σε μία προσπάθεια παραγωγής βιολογικών προϊόντων και
- Μπορεί να εφαρμοστεί μαζί με τη μέθοδο της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, οι στεγανοί θάλαμοι της οποίας αποτελούν πολύ καλό χώρο δράσης των πτητικών ουσιών που μπορούν να φτάσουν σε όλα τα σημεία του χώρου.

Πολύ σημαντικά είναι επίσης τα επίπεδα αιθυλενίου, όζοντος και CO₂ στους χώρους αποθήκευσης και αυτό γιατί αν ξεπεραστούν κάποια όρια αυτών των ουσιών μπορεί να αποβεί μοιραία η μετασυλλεκτική ζωή των οπωροκηπευτικών. Αντίθετα όμως ελέγχοντας την ατμόσφαιρα συντήρησης δίδεται αυτόματα η δυνατότητα να ελαχιστοποιηθούν οι παράγοντες που καταστρέφουν τα προϊόντα.

Η σύγχρονη πρακτική φυτοπροστασίας βασίζεται σημαντικά στη χρήση χημικών ενώσεων, αφού μέχρι σήμερα, η χρησιμοποίηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων που μπορούν να θανατώσουν το παθογόνο, να παρεμποδίσουν ή να επιβραδύνουν την ανάπτυξη του, αποτελεί την κυριότερη, αλλά και οικονομικότερη ίσως μέθοδο αντιμετώπισης των κυριότερων ασθενειών των φυτών, τουλάχιστον στις περιοχές με ανεπτυγμένη γεωργία.

Οι παραπάνω λόγοι, λοιπόν, συντάσσουν την αναγκαιότητα να βρεθούν, πέραν των ελεγχόμενων συνθηκών στις αποθήκες όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, διαφορετικοί τρόποι εξίσου αποτελεσματικοί, με τα χημικά μέσα, που να βασίζονται όμως σε φυσικούς τρόπους, όπως είναι οι πτητικές ουσίες που εκλύονται στον χυμό του πορτοκαλιού, τα αιθέρια έλαια ρίγανης, δίκταμού, δυόσμου και τέλος η εύρεση αλλισιλίνης σε εκχυλίσματα σκόρδου όπως διαπιστώθηκε και από την έρευνα της Curtis το 2004.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

16^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, 2012. Θεσσαλονίκη

Αξελός Α. 2008. Φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ Λάρισας

Βασιλακάκης Δ. Μιλτιάδης, Α.Π.Θ., 2006. Μετασυλλεκτική φυσιολογία – μεταχείριση οπωροκηπευτικών και τεχνολογία. Θεσσαλονίκη

Βασιλακάκης Μ., Καραογλανίδης Γ., Μηνάς Ι., 2010. Εφαρμογές όζοντος για περιορισμό των απωλειών κατά τη συντήρηση των οπωροκηπευτικών Μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον. Περιοδικό Γεωργία- Κτηνοτροφία, Τεύχος 5/2010

Γεωργόπουλος Θ., χ.χ. Αλλοίωση τροφίμων. Σημειώσεις στο μάθημα Εισαγωγή στην Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων. ΤΕΙ Λάρισας

Χ.Σ. ΙΩΑΝΝΟΥ¹, Β.Ι. ΚΑΤΣΟΓΙΑΝΝΟΣ¹, Ν.Α. ΚΟΥΛΟΥΣΗΣ¹ και Ν.Θ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ² ¹Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Ζωολογίας και Παρασιτολογίας, Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ²Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Εντομολογική Εταιρία Ελλάδος, **12^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, ΛΑΡΝΑΚΑ ΚΥΠΡΟΣ 13 – 16 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2007**

Ζερβάκης Ι.Γ. Εισαγωγή στη μυκητολογία και στοιχεία καλλιέργειας εδάδιμων μανιταριών. Σημειώσεις Καλαμάτα. 1998.

Ηλιόπουλος Α. Γ. 1997. Φυτοπροστασία ΙΙ. Γεωργική εντομολογία. Ζωολογία. Στοιχεία Ζιζανιολογίας. Σημειώσεις ΤΕΙ Καλαμάτας

Ηλιόπουλος Α.Γ. 2004. Γενική Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Έμβρυο

Ηλιόπουλος Α. Γ. 2005. Μετασυλλεκτικές ασθένειες και ζωικοί εχθροί αποθηκών. Σημειώσεις ΤΕΙ Καλαμάτας.

Καρδάση Τ. 2006. Καταπολέμηση μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Κρήτης. Ηράκλειο

Καπετανάκης Ε. 1998. Μέθοδοι αντιμετώπισης φυτοπαρασίτων. Βιβλιοθήκη ΤΕΙ Κρήτης. Ηλεκτρονικές Σημειώσεις. Ηράκλειο

Μιλτιάδης Βασιλακάκης, Γεώργιος Καραογλανίδης, Ιωάννης Μηνάς, Εφαρμογές όζοντος για περιορισμό των απωλειών κατά τη συντήρηση των οπωροκηπευτικών. Μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον, Θεσσαλονίκη

Μπουχέλου Κ., Γ.Π.Α. 1993, Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων, Επίκουρος καθηγητής, Αθήνα

Ορφανίδης, Π.Σ., 1960, Γεωργική φαρμακολογία, τόμος Β', Σ. Σπύρου και Υιός, Εκδ. Αθήναι

Παλυβός Ν.Ε. 2011. «Τα ακάρεα των αποθηκών». Δημοσιευμένο στο διαδίκτυο www.reemptousia.gr/2011/05

Παπαδοπούλου Μ. 2011. «Μετασυλλεκτικές ασθένειες και ζωικοί εχθροί αποθηκών». Σημειώσεις εργαστηρίου Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

Πελεκάσης Κ., 1970, Έντομα και άλλα ζώα επιβλαβή εις τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, μέθοδοι και μέσα καταπολεμήσεως τούτων, Ιανουάριος – Μάρτιος. Αθήνα

Σοφία Δ. Χαϊδέτου, Πτυχιακή Εργασία, Επίδραση NaCl και μειωμένη διαθεσιμότητα νερού στην δρογή ποιοτική και ποσοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου σε τρία φυτά της οικογένειας *Lamiaceae*, Νησιωτική ρίγανη (*Origanum onites*), Δίκταμο (*Origanum dictamnus*), Δυόσμο (*Mentha spicata*), Θεσσαλονίκη, 2012

Σταθάς Γ. 2011. Εργαστηριακές Ασκήσεις Γεωργικής Εντομολογίας & Ζωολογίας. Σημειώσεις ΤΕΙ Καλαμάτας.

Τζανετάκης Ν., 2006. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες πιπεριάς. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Κρήτης. Ηράκλειο

Τσαπικούνης Φ. 1996. Βιολογική και ολοκληρωμένη καταπολέμηση στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα

B. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abramovitch R., Anderson C.J., Martin G. 2006. Bacterial elicitation and evasion of plant innate immunity. Copyright : Natural Publishing Group

Adams, Robert W. 1995. Handbook for Pesticide Applicators and Dispensers. Fifth Edition, Victoria, B.C. BC Environment.

Baxter, I. A.; Easton, K.; Schneebeli, K.; Whitfield, F. B. High pressure processing of Australian navel orange juices: Sensory analysis and volatile flavor profiling. *InnoV. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2005

Cavallito CJ, Bailey HJ. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum* L. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J Am Chem Soc* 1944;66:1950–1.

Cavallito CJ, Buck JS, Suter CM. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum* II. Determination of the chemical structure. *J Am Chem Soc* 1944;66:1952-4.

Cronwell, P.B. 1973. Pest control in buildings. Hutchinson and Co Ltd. (The Rendokil Library), London. 192pp.

Cotton, R.T., 1973. Pest of stored grain and grain products. Burgess Publ. Co. Minneapolis, Minn. U.S.A, 306pp.

Gary A. Strobel, Emilie Dirkse, Joe Sears and Chris Markworth, Volatile antimicrobials from *Muscodor albus*, a novel endophytic fungus 2001

Gwinner J., Harnish R., Muck O., 1996. Manual of prevention of post harvest grain losses. Eschborn, Germany

Hannah Curtis, Ulrike Noll, Judith Stoßmann, Alan J. Slusarenko. Department of Plant Physiology (Bio III), RWTH Aachen, D-52056 Aachen, Germany Accepted 23 November 2004

Hill S. Dennis, 1997. Household and stored products pests. The economic importance of insects. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, p. 106-142

Knogga W., 1996. Fungal Infection of Plants. Department of Biochemistry. Cologne, Germany

Murray B. Isman, Plant essential oils for pest and disease management * Faculty of Agricultural Sciences, University of British Columbia, Suite 248, 2357 Main Mall, Vancouver, BC, Canada V6T 1Z4, 2000

Pesticide Applicator Course for Agricultural Producers. 1992. Open Learning Agency, Richmond, B.C. Queen's Printers, B.C. Ministry of Environment, Lands & Parks.

Registration Requirements for Adjuvant Products. 1993. Pest Management Regulatory Agency, Health Canada Regulatory Directive 93-15

Sinha, R.N and Watters, F.L. (1985). Insect pests of flour mills, grain elevators and feed mills and their control. Agriculture Canada, Research Branch, Ottawa, Canada, 290pp

Subramanyan Bhadriraju & David W. Hagstrum, 1996. Integrated management of insects in stored products. Library of Congress Cataloging- in- Publication Data, p. 1-70 & p. 73 & p. 195-330

Vincent H. Resh & Ring T. Cardé. Encyclopedia of Insects. Academic Press, An imprint of Elsevier, Copyright 2003, Elsevier Science (USA), p. 1089-1094

Γ. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- <http://www.agronews.gr/business/fakeloi/arthro/48259/>
- <http://www.plantprotection.hu>
- <http://www.fao.org>
- <http://www.flickr.com/photos/>
- <http://en.wikipedia.org>
- <http://www.dirtdoctor.com/>
- <http://microbewiki.kenyon.edu>