



ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΕΣ ΣΤΑ ΞΗΡΑ ΣΥΚΑ



Φοιτήτρια : Μαμανέα Μαρία

Εισηγητής: κ. Δημόπουλος Βασίλειος

Επίκουρος καθηγητής

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

Βιοσφαίρα 594

Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Α.Τ.Ε.Ι) Καλαμάτας

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία με θέμα:

ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΕΣ ΣΤΑ ΞΗΡΑ ΣΥΚΑ

Φοιτήτρια : Μαμανέα Μαρία

Εισηγητής: Δημόπουλος Βασίλειος

Επίκουρος καθηγητής

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	7
1.2 Διαδικασία γονιμοποίησης της συκιάς	9
1.3. Θρεπτική αξία του σύκου	12
2.1. Ο ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΚΙΑΣ	14
2.1.1. Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα	14
2.1.2. Πολλαπλασιασμός με σπόρο	15
2.1.3. Πολλαπλασιασμός με παραφυάδες	16
2.1.4. Πολλαπλασιασμός με καταβολάδες	17
2.1.5. Πολλαπλασιασμός με την τεχνική <i>in vitro</i>	18
2.2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΚΙΑΣ.....	19
2.2.1. Λίπανση Εδάφους	19
2.2.2. Άρδευση	20
2.2.3. Κλάδεμα	20
2.2.4. Όργωμα	21
2.2.5. Συγκομιδή.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Ο ΜΥΚΗΤΑΣ <i>Aspergillus sp.</i>	23
3.1. Γενικά	23
3.2. Φυτοπροστασία της συκιάς.....	26
3.3. Η καλλιέργεια της συκιάς στη Μεσσηνία.	28
4.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	31
4.2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ	32
4.3. ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ	35
4.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ	39
4.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΖΩΑ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ.....	44
5.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	48
5.2. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	48
5.2.1. Ευρωπαϊκή νομοθεσία	49
5.2.2. Παγκόσμια νομοθεσία.....	51
5.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ HACCP.....	51
5.4. Αποδοχή ή απόρριψη μιας παρτίδας.....	54
6.1. Αφλατοξίνες στα Ελληνικά προϊόντα.....	56
7.1. Γενικά	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζει εν συντομία κάποια ιστορικά στοιχεία για τη συκιά καθώς και για τις συνθήκες καλλιέργειας της στον Ελλαδικό χώρο. Αναφέρονται ορισμένα στοιχεία για τις αφλατοξίνες, για το βιολογικό κύκλο του μύκητα *Aspergillus* sp. ο οποίος είναι ο κατεξοχήν υπεύθυνος για την παραγωγή των αφλατοξινών. Επίσης αναφέρονται οι φυσικοχημικές τους ιδιότητες, η τοξικότητά τους, οι συνθήκες στις οποίες αναπτύσσονται καθώς και με πιο τρόπο τα γεωργικά προϊόντα επηρεάζονται από αυτές.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ Βασίλειο Δημόπουλο για την βοήθεια και την κατανόηση των δυσκολιών που είχα να αντιμετωπίσω, κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον διευθυντή της ΣΥΚΙΚΗΣ Καλαμάτας, κ. Αγγελόπουλο Γεώργιο για την αμέριστη βοήθειά του και την εξυπηρέτηση για την παροχή πληροφοριών και στοιχείων για την ολοκλήρωση της.

Ακόμα, πολλά ευχαριστώ στον κ. Αγγελόπουλο Απόστολο, καθώς επίσης και τον κ. Δερτιμάνη Ανδρέα, γεωπόνοι της ΣΥΚΙΚΗΣ Καλαμάτας. Η βοήθεια τους ήταν καταλυτική στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, το σύζυγο μου Δημήτρη και τους γιους μου Γιώργο και Κωνσταντίνο, για την κατανόηση που έδειξαν όλο αυτό το διάστημα της προσπάθειας μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συκιά, το δέντρο που συναγωνίζεται σε μακροβιότητα την ελιά είναι από την αρχαιότητα γνωστό για τον καρπό του, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φρούτο, τροφή και φάρμακο. Στην αρχαία Ελλάδα το δένδρο της συκιάς θεωρούνταν ιερό όπως και η ελιά.

Αναφορές για τη συκιά βρίσκουμε στη μυθολογία στον πόλεμο μεταξύ Τιτάνων και θεών του Ολύμπου, όπως λέγεται ο Δίας εξαπέλυε τους κεραυνούς του εναντίον του Τιτάνα Συκέα, γιού του Ουρανού και της Γης. Η μητέρα Γη προκειμένου να σώσει το γιο της τον μεταμόρφωσε σε δέντρο συκιάς. Οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν πως η συκιά αλλάζει την κατεύθυνση των κεραυνών.

Στην Ιλιάδα αναφέρεται ότι μια άγρια συκιά ήταν κοντά σε μια πύλη της Τροίας. Ο Όμηρος επίσης αναφέρει για τον Οδυσσέα ότι για να πιστέψει ο πατέρας του Λαέρτης ότι αυτός ήταν πράγματι ο γιος του, του θύμισε ότι έλαβε από αυτόν «τεσσαράκοντα συκάς».

Αναφορές για τη συκιά έχουμε επίσης στα αποσπάσματα του Αιλιανού ο οποίος γράφει ότι ένας από τους λόγους που ώθησαν τον Ξέρξη να κατακτήσει την Ελλάδα ήταν τα περίφημα σύκα της χώρας.

Το δέντρο ήταν γνωστό από τους προϊστορικούς χρόνους. Στην περιοχή του Παρισιού βρέθηκαν απολιθώματα φύλλων και καρπών συκιάς από την Πλειστόκαινο, εποχή της Τεταρτογενούς Περιόδου. Αυτό πιστοποιεί ότι το φυτό υπήρχε ήδη από τα προϊστορικά χρόνια στην Ευρώπη. Επίσης, στον προϊστορικό οικισμό Πολιόχνη, στο νησί της Λήμνου, έχουν βρεθεί απανθρακωμένα σύκα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ΣΥΚΙΑ

1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η συκιά (*Ficus carica*), συκή η καρική ή συκή η κοινή είναι δικοτυλήδονο φυτό που ανήκει στην οικογένεια Μορεοειδή (Moraceae). Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει 60 γένη και πάνω από 2.000 είδη δένδρων και θάμνων. Είναι δέντρο πολύ κοινό στην Ασία, στη Μέση Ανατολή και στις Μεσογειακές χώρες. Ευδοκίμει σε περιοχές με θερμό και δροσερό κλίμα και σε υψόμετρα μέχρι 1.700 m. Οι καρποί της τρώγονται νωποί ή ξηροί. Είναι δένδρο φυλλοβόλο που το ύψος του φθάνει τα 2-5 m και σπανίως τα 10 m και διατηρείται 50-60 χρόνια . Ωστόσο τα νεαρά δένδρα απαιτούν αντιπαγετική προστασία κυρίως κατά τους ανοιξιάτικους παγετούς.

Το φυτό δεν απαιτεί συγκεκριμένες ώρες ψύχους για την αναστολή του λήθαργου των οφθαλμών. Το σύκο, από βοτανική άποψη, δεν είναι τυπικός καρπός αλλά μια ταξικαρπία που . Η ανθοδόχη περιέχει εκατοντάδες άνθη. Το είδος και ο αριθμός των ανθέων διαφοροποιούνται σημαντικά ανάμεσα στους δύο βασικούς τύπους της συκιάς που είναι:

- Η **άγρια συκιά**, η οποία είναι δένδρο μόνικο διότι οι ταξιανθίες του περιέχουν και αρσενικά και θηλυκά άνθη.
- Η **θηλυκή** η οποία είναι δένδρο δίοικο, διότι έχει μόνο θηλυκά άνθη τα οποία για να γονιμοποιηθούν απαιτείται μεταφορά γύρης από τα αρσενικά άνθη της αρρενοσυκιάς.



Εικόνα 1. Σύκα Βασιλικά

Τα φύλλα της είναι απλά, μεγάλα, παχιά, τρίλοβα έως πεντάλοβα, μακρόμισχα και φέρουν ένα λεπτό χνούδι στην κάτω επιφάνεια. Στη μασχάλη των φύλλων υπάρχουν τρεις οφθαλμοί ένας βλαστοφόρος και δύο ανθοφόροι. Ο βλαστοφόρος οφθαλμός σπανίως βλαστάνει την ίδια χρονιά, συνήθως βλαστάνει την επόμενη. Από τους ανθοφόρους οφθαλμούς συνήθως αναπτύσσεται μόνο ο ένας από τους δύο. Σύκα παράγονται κυρίως από τους οφθαλμούς του 3ου, 4ου, και 5ου γονάτου μετρώντας από τη βάση του βλαστού. Οι ανθοφόροι που βρίσκονται στην κορυφή των βλαστών δεν αναπτύσσονται την ίδια χρονιά αλλά νωρίς την άνοιξη του επόμενου έτους και δίνουν την πρώτη καρποφορία σύκων που αναπτύσσονται παρθενοκαρπικά. Στις μονόφορες ποικιλίες τα σύκα αφού αναπτυχθούν λίγο πέφτουν οπότε δεν υπάρχει πρώτη καρποφορία. Ο καρπός του σύκου έχει σχήμα σφαιρικό ή αχλαδόμορφο. Στο κάτω μέρος έχει μία μικρή οπή, η οποία είναι κλειστή αρχικά και όσο προχωρεί η ωρίμανση φαρδαίνει ανάλογα με την ποικιλία. Εξωτερικά έχει χρώμα πράσινο, μωβ, μελανό, ανάλογα με την κάθε ποικιλία. Διακρίνουμε επίσης διαφορετικούς χρωματισμούς και στο εσωτερικό του καρπού, στη σάρκα, η οποία μπορεί να είναι ανοιχτό κόκκινο, κεχριμπαρί, ρόδινη και σκούρο μωβ.

Το σύκο δεν είναι ένας ακέραιος καρπός, είναι γεμάτο μικρά άνθη που αφού γονιμοποιηθούν δίνουν το πλήθος των πολύ μικρών καρπών με το σπόρο τους που όλα μαζί αποτελούν το σύκο. Τα άνθη που βρίσκονται μέσα στο σύκο είναι ή θηλυκά ή αρσενικά, σπανίως ερμαφρόδιτα. Τα θηλυκά άνθη είναι τοποθετημένα προς το μέρος του κοτσανιού ενώ τα αρσενικά που είναι πολύ λιγότερα είναι τοποθετημένα προς το μέρος της οπής (τρύπας).

Όλα τα σύκα δεν έχουν τα ίδια άνθη, υπάρχουν σύκα που έχουν μόνο θηλυκά άνθη όπως είναι τα «σμουρνέικα», η συγκεκριμένη ποικιλία έχει ανάγκη από αρσενική γύρη που θα έρθει απ' έξω για να τα γονιμοποιήσει. Υπάρχουν σύκα και με τα δύο είδη ανθέων όπως είναι τα «αυγόσυκα» ή «φρακατσάνα». Επίσης διακρίνουμε σύκα με μόνο αρσενικά άνθη όπως είναι τα «αγριόσυκα» ή «ορνιοί» τα οποία έχουν πολύ γύρη για την γονιμοποίηση.

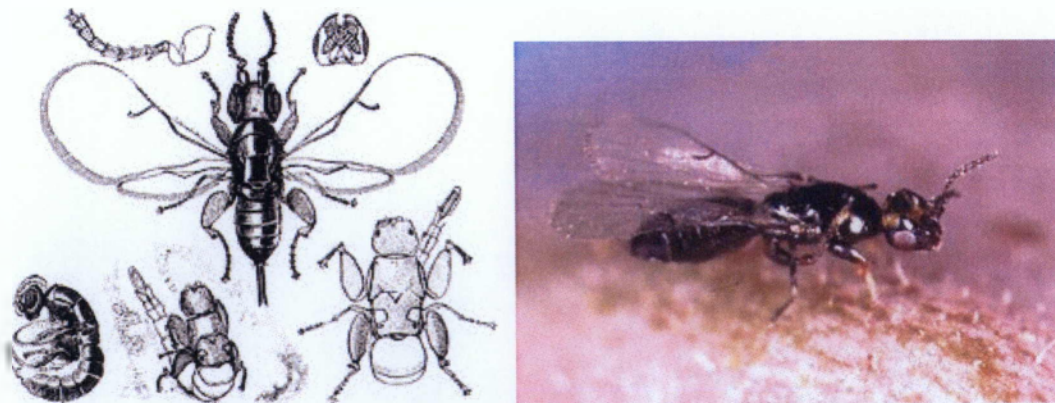
Ανάλογα με τον τρόπο καρποφορίας η συκιά διακρίνεται σε τρεις τύπους:

- Ήμερη - μονόφορη συκιά η οποία καρποφορεί πλάγια στην τρέχουσα βλάστηση στις μασχάλες των φύλλων και κάνει συνήθως 2-3 σύκα ανάλογα με την ποικιλία. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες Σμύρνης και Βασιλική που καλλιεργούνται στην Ελλάδα.
- Ήμερη - δίφορη συκιά η οποία έχει δύο καρποφορίες το χρόνο, η πρώτη πάνω σε ξύλο της προηγούμενης χρονιάς όπου τα σύκα ωριμάζουν τον Ιούνιο και η δεύτερη πάνω σε ξύλο της τρέχουσας χρονιάς. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες Dottato ή Kadota που καλλιεργούνται στις Η.Π.Α και η Mission που καλλιεργείται στην Ισπανία.
- Αρρενοσυκιά ή αγριοσυκιά όπου εμφανίζει τρεις ή τέσσερις καρποφορίες το χρόνο, η μία πάνω σε ξύλο προηγούμενης χρονιάς και τις άλλες σε ξύλο της τρέχουσας χρονιάς. Μία ιδιότητα που έχει σε σχέση με την ήμερη συκιά είναι ότι φέρει σύκα όλο το χρόνο τα οποία όμως δεν είναι βρώσιμα.



Εικόνα 2. Καρπός άγριας συκιάς

1.2 Διαδικασία γονιμοποίησης της συκιάς

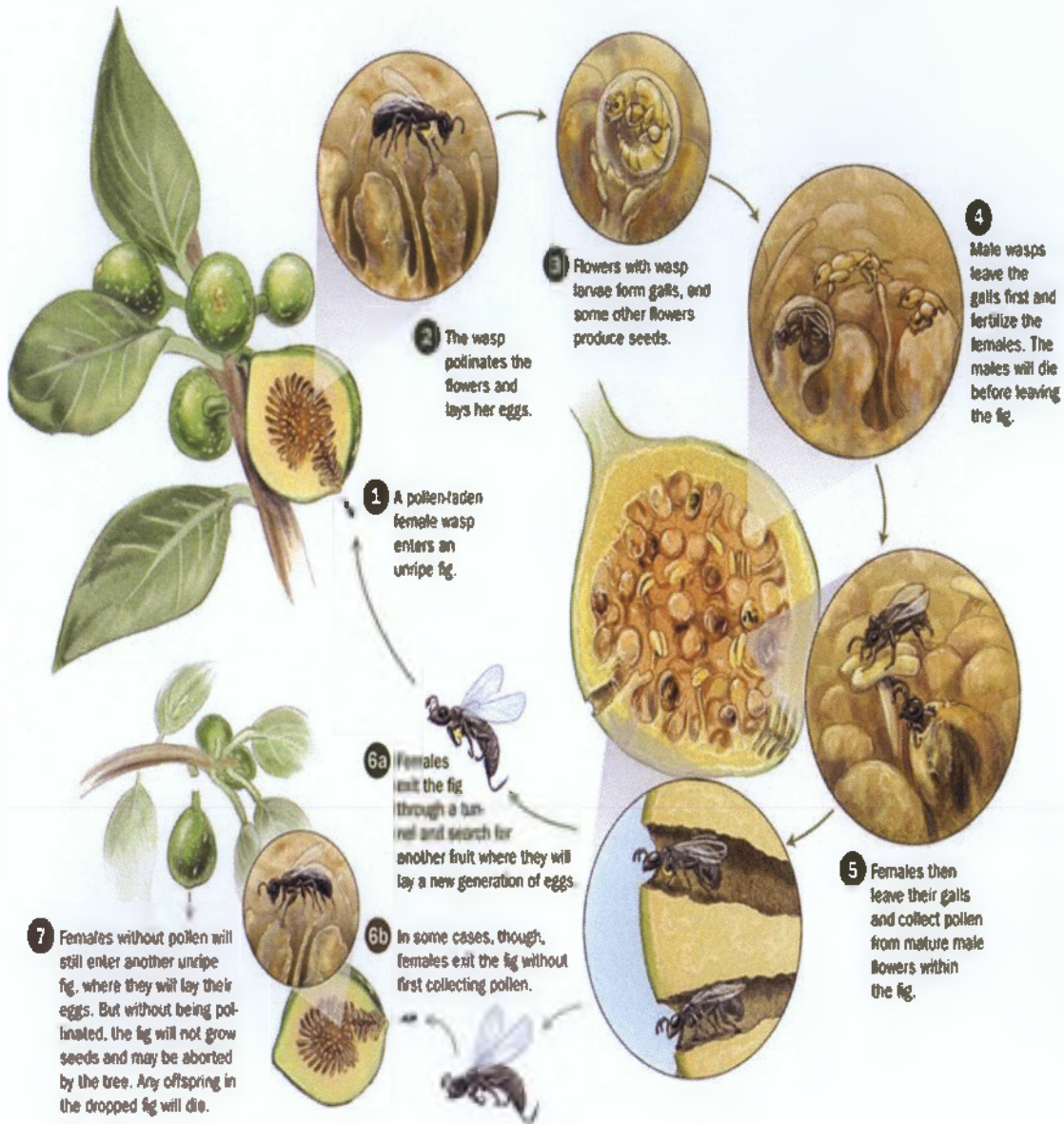


Εικόνα 3. *Blastophaga grossorum*

Η γονιμοποίηση της συκιάς ακολουθεί έναν ιδιόμορφο κύκλο που πραγματοποιείται με την συμμετοχή του εντόμου γνωστού ως «ψήνας της συκιάς» (*Blastophaga grossorum*). Το έντομο αυτό διαχειμάζει ως προνύμφη στα χειμερινά σύκα της αρρενοσυκιάς τα οποία διατηρούνται στο δένδρο κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου και τα οποία ονομάζονται «κρατήρες» ή «όλυνθοι». Την άνοιξη αναπτύσσονται τα εαρινά σύκα που ονομάζονται «ερινεοί» ή «ορνιοί». Την ίδια περίοδο ο ψήνας ολοκληρώνει τον βιολογικό του κύκλο μέσα στους κρατήρες και εισέρχεται στους ερινεούς, ως έντομο πλέον για να ωοτοκήσει. Κατά την είσοδό του μεταφέρει γύρη από τα αρσενικά άνθη που βρίσκονται κοντά στην οπή της βάσης, προς τα θηλυκά τα οποία βρίσκονται στο βάθος του σύκου, κοντά στον ποδίσκο. Με αντίστοιχο κύκλο μεταφέρεται στη συνέχεια η γύρις από τα αρσενικά άνθη της αρρενοσυκιάς, στα άνθη που περιέχονται στις ταξιανθίες της θηλυκής και τα οποία έτσι μετατρέπονται σε εδώδιμα σύκα.

Στις καλλιέργειες της συκιάς, η διαδικασία αυτή διευκολύνεται με την συλλογή άγριων σύκων από τους καλλιεργητές, τα οποία κρεμιούνται στα κλαδιά των καλλιεργούμενων δένδρων.

Εκτός από αυτόν τον κύκλο, η συκιά μπορεί να ακολουθήσει και έναν παρθενοκαρπικό. Υπάρχουν ορισμένες ποικιλίες συκιάς που ακολουθούν συστηματικά αυτό τον κύκλο και για τον λόγο αυτό επιλέγονται σε ορισμένες περιοχές.



Εικόνα 4. Διαδικασία γονιμοποίησης των σύκων.

Τα σύκα ωριμάζουν και μαζεύονται από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο. Τα νωπά σύκα περιέχουν 83% νερό, 15,1% σάκχαρα, 1,2% πρωτεΐνες, 0,4% λίπη, 0,2% άλατα και άλλες ουσίες. Τα ξηρά σύκα περιέχουν 19% νερό, 71% σάκχαρα, 6% πρωτεΐνες, 1% λίπη, 0,5% άλατα και άλλες ουσίες.

Η συκιά αρχίζει να δίνει καρπό από τον 4^ο ή 5^ο χρόνο της ηλικίας της και η απόδοσή της αυξάνεται προοδευτικά μέχρι το 15^ο χρόνο. Από το 15^ο μέχρι το 30^ο χρόνο η απόδοση των δέντρων διατηρείται σταθερή, ενώ από τον 30^ο μέχρι τον 40^ο η καρποφορία μειώνεται προοδευτικά, αλλά διατηρείται σε αποδοτικά οικονομικώς επίπεδα.

1.3. Θρεπτική αξία του σύκου

Τα ξηρά σύκα μαζί με τις ελιές, το φιστίκι Αιγίνης και τα ξηρά δαμάσκηνα είχαν σημαντικό ρόλο στη διατροφή των πληθυσμών της Μεσογείου. Τα φρέσκα σύκα περιέχουν αρκετές ποσότητες σακχάρων, λίγες πρωτεΐνες, είναι πλούσια σε βιταμίνες Α, Β και C, σε ασβέστιο, κάλιο, φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο και αποτελούν πολύ καλή πηγή φυτικών ινών. Τα φρέσκα σύκα περιέχουν 80% νερό. Τα ξηρά σύκα έχουν τρεις φορές περισσότερη θρεπτική αξία από τα φρέσκα και γι αυτό το λόγω κατατάσσονται στα προϊόντα υψηλής θερμιδικής αξίας. Εξαιτίας των πολλών σπερμάτων που περιέχει ο καρπός πιστεύεται ότι συμβάλλουν στην καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος του ανθρώπου (όταν τρώγονται το πρωί με άδειο στομάχι). Επίσης πολλοί πιστεύουν ότι το αφέψημα ξηρών σύκων έχει θεραπευτικές ιδιότητες σε στομαχικές παθήσεις και κρυολογήματα. Παρουσιάζει και άλλες φαρμακευτικές ιδιότητες όπως είναι η χρήση του σε εγκαύματα και σε διάφορες παθήσεις του δέρματος. Συμμετέχουν ουσιαστικά στην πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου (λόγω του καλίου, της βιταμίνης Β6 και των ινωδών ουσιών τους) και μειώνουν τη χοληστερόλη και επομένως τον κίνδυνο καρδιακών νοσημάτων. Πρέπει να τρώγονται ώριμα, αλλιώς το γάλα που περιέχουν τα άγουρα σύκα δημιουργεί ερεθισμούς στο στομάχι αλλά και στο δέρμα. Περίπου 10% της ενέργειας που καταναλώνει ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να αντληθεί με την κατανάλωση 100 g

σύκων την ίδια στιγμή που ικανοποιούνται το 7% των αναγκών σε πρωτεΐνες , το 17% σε ασβέστιο, 30% σε σίδηρο και μαγνήσιο και ποσοστά γύρω στο 5% σε βιταμίνες, όλα απαραίτητα για την καλή διατήρηση της χημικής ισορροπίας του οργανισμού και της κυτταρικής λειτουργίας. Εκατό g ξηρών σύκων περιέχουν 6-7 g φυτικών ινών τη στιγμή που η ελάχιστη ημερήσια πρόσληψη ινών προερχόμενη από διάφορες πηγές είναι 20-35 g. Αξίζει επίσης να αναφερθεί και η υψηλή περιεκτικότητα των ξηρών σύκων σε ασβέστιο, η οποία φτάνει αυτή του γάλακτος του οποίου 100 g μπορούν να καλύψουν 17% των ημερήσια συνιστώμενων αναγκών.

Πίνακας 1. Διατροφικές πληροφορίες ανά 100g (περίπου 5 σύκα)

- | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------|
| • Ενέργεια 217 kcal | • Πρωτεΐνες 4 g | • Λιπίδια 0 g |
| • Φυτικές ίνες 6,7 g | • Βιταμίνη B2 0,072 mg | • Σίδηρος 4,2 mg |
| • Χοληστερόλη 0 mg | • Ασβέστιο 186 mg | • Κάλιο 138 mg |
| • Βιταμίνη B1 0,073 mg | • Φώσφορος 163 mg | • Μαγνήσιο 91,5 mg |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

2.1. Ο ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΚΙΑΣ

Το δένδρο της συκιάς μπορεί να πολλαπλασιαστεί με πολλούς και διάφορους τρόπους, είτε με εγγενή πολλαπλασιασμό (με σπόρο), είτε με αγενή πολλαπλασιασμό (μοσχεύματα, καταβολάδες, παραφυάδες), είτε τέλος με την τεχνική *in vitro*. Τους τρόπους αυτούς θα τους αναπτύξουμε παρακάτω έναν - έναν ξεχωριστά.

2.1.1. Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα

Είναι ο συνηθέστερος τρόπος πολλαπλασιασμού. Τα μοσχεύματα δίδουν δένδρα όμοια με τα μητρικά, μπορεί να βρεθούν σε μεγαλύτερες ποσότητες από π.χ. τις καταβολάδες και έχουν καλύτερο ποσοστό ριζοβολίας. Με τον όρο μοσχεύματα εννοούμε κομμάτια βλαστών τα οποία όταν κοπούν από το μητρικό φυτό είναι σε θέση όταν βρεθούν στις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού να σχηματίζουν ρίζες ή βλαστούς ώστε να δίνουν φυτά όμοια με τα μητρικά. Για τον πολλαπλασιασμό του δένδρου της συκιάς χρησιμοποιούμε μοσχεύματα σκληρού ξύλου ή φυλλοφόρα μοσχεύματα.

Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου είναι κλαδιά ενός έτους καλά αναπτυγμένα και απαλλαγμένα από ασθένειες. Τα κλαδιά αυτά πρέπει να έχουν 30 – 40 cm μήκος και πρέπει να έχουν τουλάχιστον δύο μεσογονάτια διαστήματα. Συνήθως, τα κόβουμε αργά το φθινόπωρο όταν έχει τελειώσει η συγκομιδή των σύκων ή στο τέλος του χειμώνα. Μπορούμε να κόψουμε μοσχεύματα τον Ιανουάριο όταν κλαδεύουμε τα δένδρα ή ακόμα και στο τέλος του χειμώνα τέλος Φεβρουαρίου – αρχές Μαρτίου και να τα διατηρήσουμε σε φυτώριο μέσα σε άμμο κατά δέματα χωμένα πλάγια σε μέρος βορινό και δροσερό μέχρις ότου θελήσουμε να τα φυτέψουμε. Εάν έχουμε κόψει μοσχεύματα το φθινόπωρο ή την άνοιξη τότε τα φυτεύουμε κατευθείαν μόλις τα κόψουμε. Το φύτεμά τους γίνεται σε

βραγιές καλά σκαμμένες και να έχει προηγηθεί λίπανση με κοπριά, φυτεύουμε σε γραμμές που απέχουν 30 cm και σε απόσταση 20 cm πάνω στις γραμμές. Όταν ριζώσουν τα μεταφυτεύουμε στο χωράφι όπου θα είναι και η τελική τους θέση, τα δενδρύλλια που έχουν δημιουργηθεί από μοσχεύματα θα δώσουν καρπούς από τον τρίτο χρόνο και μετά, ενώ άφθονη καρποφορία θα έχουμε μετά από δέκα χρόνια.

Στα πιο ψυχρά μέρη κόβουμε μοσχεύματα την άνοιξη ή το καλοκαίρι τους μήνες Ιούνιο – Ιούλιο από καινούριους βλαστούς μετά το πρώτο κύμα βλάστησης. Τα μοσχεύματα αυτά κόβονται σε μήκος 8 – 15 cm, η τομή στη βάση γίνεται κάτω από το γόνατο, αφαιρούμε τα φύλλα της βάσης και μένει ένας αριθμός φύλλων στην κορυφή (2–4 φύλλα). Τα μοσχεύματα αυτά ονομάζονται φυλλοφόρα.



Εικόνα 5. Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα

2.1.2. Πολλαπλασιασμός με σπόρο

Η συκιά μπορεί να πολλαπλασιαστεί και με σπόρο αλλά τον τρόπο αυτό τον χρησιμοποιούμε όταν θελήσουμε να δημιουργήσουμε νέες ποικιλίες.

Για να πάρουμε σπόρο θα πρέπει ο καρπός να είναι σε υπερώριμο στάδιο. Για να διαχωρίσουμε όμως τη σάρκα από το σπόρο απαιτείται μία διαδικασία η οποία γίνεται εύκολα εμβαπτίζοντας τη σάρκα σε νερό για μερικές ημέρες. Στο διάστημα αυτό οι σπόροι οι οποίοι είναι γόνιμοι πέφτουν στο κάτω μέρος του δοχείου που έχουμε

τοποθετήσει τη σάρκα, ενώ οι άγνοι ανεβαίνουν στην επιφάνεια του δοχείου όπου μπορούμε και να τους απομακρύνουμε εύκολα. Αφού διαχωρίσουμε τους σπόρους από τη σάρκα τους φυτεύουμε αμέσως σε θερμαινόμενο θερμοκήπιο σε κιβώτια με βερμικουλίτη.

Ένας άλλος τρόπος είναι να τοποθετήσουμε το σπόρο σε σπορεία σπέρνοντάς τον στα πεταχτά αφού πρώτα τον έχουμε ανακατέψει με άμμο, είτε σε γραμμές που απέχουν 10 – 15 cm η μία από την άλλη. Μέσα στις γραμμές που έχουμε φτιάξει τοποθετούμε το σπόρο όσο το δυνατό αραιά και τον σκεπάζουμε με κοσκινισμένη χωνεμένη κοπριά. Τον επόμενο χρόνο από τη σπορά τα φυτά φυτεύονται σε φυτώριο όπου και μπολιάζονται για να μείνουν 1–2 χρόνια μέχρι να γίνουν κανονικά δένδρα για να μπορέσουμε να τα μεταφυτέψουμε στην οριστική τους θέση.

2.1.3. Πολλαπλασιασμός με παραφυάδες

Οι παραφυάδες είναι βλαστοί που αναπτύσσονται από λανθάνοντες οφθαλμούς του λαιμού ή του υπόγειου μέρους του δένδρου και οι οποίοι εκφύονται από τη βάση του δένδρου της συκιάς. Για να πολλαπλασιάσουμε με αυτό τον τρόπο την συκιά θα πρέπει να κόψουμε αυτούς τους βλαστούς από τη βάση του δένδρου Φεβρουάριο – Μάρτιο με κοφτερό εργαλείο και με τέτοιο τρόπο ώστε μαζί τους να βγαίνει και ένα κομμάτι από τη ρίζα του δένδρου και να τους φυτέψουμε κατευθείαν στον οριστικό τους τόπο αφού πρώτα τους έχουμε κόψει σε μήκος 50 cm. Έχει παρατηρηθεί ότι τα δένδρα που προέρχονται από παραφυάδες δίνουν και εκείνα με τη σειρά τους άφθονες παραφυάδες κάτι το οποίο είναι ανεπιθύμητο γιατί τραβούν χυμούς από το δένδρο και το αδυνατίζουν.



Εικόνα 6. Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα.

2.1.4. Πολλαπλασιασμός με καταβολάδες

Οι καταβολάδες είναι βέργες που γυρίζονται όπως είναι μέσα στο χώμα για να ριζοβολήσουν σε βάθος 25 – 30 cm όπως και στην περίπτωση του αμπελιού. Πριν το παράχωμα στο σημείο της κάμψης αφαιρείται μέρος του φλοιού ή γίνεται χαραγή στο φλοιό για ενίσχυση της ριζοβολίας. Όταν μετά σχηματιστούν οι ρίζες η καταβολάδα αποκόπτεται τον επόμενο χρόνο από το μητρικό φυτό και φυτεύεται στο φυτώριο ή στο σημείο που θέλουμε μέσα στο χωράφι. Τη διαδικασία αυτή μπορούμε να την κάνουμε το φθινόπωρο αλλά και την άνοιξη ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και ανάλογα με τον τόπο στον οποίο βρίσκεται η καλλιέργεια.

2.1.5. Πολλαπλασιασμός με την τεχνική *in vitro*

Η *in vitro* καλλιέργεια ή ιστοκαλλιέργεια είναι ένας τρόπος αγενούς πολλαπλασιασμού των φυτών ή τμημάτων των φυτών με τη χρησιμοποίηση τεχνικής και μεθοδολογίας όμοιας με εκείνη που χρησιμοποιείται στους μικροοργανισμούς.

Για να εφαρμόσουμε την τεχνική *in vitro* θα πρέπει να πάρουμε μικρά φυτικά τμήματα από το φυτό (οφθαλμοί, κύτταρα ή τμήματα από οποιαδήποτε όργανο του φυτού) και τα οποία τα τοποθετούμε μέσα σε δοκιμαστικούς σωλήνες ή δοχεία με το κατάλληλο αποστειρωμένο θρεπτικό υπόστρωμα ώστε να μπορέσουν να αναπτυχθούν υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιούμε και οι κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και αερισμού που υπάρχουν έχουν ως αποτέλεσμα τα φυτικά κύτταρα να πολλαπλασιάζονται γρήγορα και να δίνουν πλήρη φυτά. Για να έχουμε επιτυχία στην τεχνική αυτή θα πρέπει το έκφυτο δηλαδή το κομμάτι που παίρνουμε από το φυτό να είναι σε καλή κατάσταση, οι συνθήκες θερμοκρασίας, φωτισμού και αερισμού στις οποίες θα γίνει η καλλιέργεια να είναι σωστές καθώς επίσης και το θρεπτικό υπόστρωμα όπως και η σύνθεσή του σε στοιχεία θρέψης. Η *in vitro* καλλιέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα όπως θα αναφέρουμε παρακάτω.

Το βασικό πλεονεκτήματά της συγκεκριμένης καλλιέργειας είναι η μαζική παραγωγή φυτών γενετικώς πανομοιότυπων του μητρικού. Με μικρή ποσότητα μητρικού υλικού μπορούμε να έχουμε μεγάλο αριθμό φυτών σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι μπορούμε να φτιάξουμε φυτά τα οποία θα είναι απαλλαγμένα από ιώσεις. Η ιστοκαλλιέργεια χρησιμοποιείται σ' αυτή την περίπτωση για να δημιουργηθούν φυτά που είναι απαλλαγμένα από ιώσεις και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως μητρικές φυτείες είτε για απευθείας εμπορική καλλιέργεια. Επίσης με την ιστοκαλλιέργεια μπορούμε να δημιουργήσουμε φυτά τα οποία δεν μπορούμε εύκολα να πολλαπλασιάσουμε με άλλο τρόπο, όπως επίσης να δημιουργήσουμε μεγάλο αριθμό φυτών από ποικιλίες όπου ο αριθμός των μητρικών φυτών είναι περιορισμένος. Βέβαια η μέθοδος αυτή παρουσιάζει και μειονεκτήματα όπως είναι το μεγάλο κόστος που υπάρχει για την αγορά των εξαρτημάτων ώστε να γίνει αυτή η τεχνική, όπως επίσης προϋποθέτει να υπάρχουν άτομα τα οποία να γνωρίζουν πολύ καλά και να είναι υπεύθυνα για τις εργασίες που θα γίνονται.

2.2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΚΙΑΣ

2.2.1. Λίπανση Εδάφους

Η καλλιέργεια της συκιάς απαιτεί εύφορα και καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη. Ωστόσο πέρα από τις άριστες συνθήκες υπάρχουν πολλοί τύποι εδαφών που μπορεί να γίνει η καλλιέργεια. Γενικά το φυτό προσαρμόζεται καλύτερα σε αλκαλικά εδάφη με pH 6,0 – 7,8.

Η λίπανση της συκιάς είναι απαραίτητη σε εντατικές καλλιέργειες όπου το κύριο μέλημα μας είναι η υγεία του φυτού, η απρόσκοπτη ανάπτυξη του, η καλή φυλλική επιφάνεια αλλά και η ποιότητα των καρπών. Η μεγάλη φυλλική επιφάνεια είναι ο βασικότερος παράγοντας ο οποίος προστατεύει τους καρπούς από ηλιοκαύματα.

Η εφαρμογή μεθόδου φυλλοδιαγνωστικής είναι ένα απαραίτητη μετά την συγκομιδή ώστε να καθοριστούν τα επίπεδα λίπανσης. Η χρήση κοπριάς τον χειμώνα βοηθά πολλαπλά και η εφαρμογή υδατοδιαλυτών λιπασμάτων τύπου 20-5-20, καλό είναι να εφαρμόζονται λίγο πριν την έκπτυξη των οφθαλμών έως λίγο πριν την συγκομιδή. Η συκιά είναι ασβεστόφιλο και καλιόφιλο δένδρο.



Εικόνα 7. Οργανοχημικό Λίπασμα

2.2.2. Άρδευση

Σε σύγχρονους συκεώνες οι αποστάσεις φύτευσης είναι 4 έως 5 m επί της γραμμής και 6 έως 7 m μεταξύ των γραμμών. Πριν την εγκατάσταση τοποθετείται το σύστημα άρδευσης. Το σύστημα άρδευσης είναι συνήθως με σταγόνες (στάγδην).

Σημαντικό που πρέπει να γνωρίζει κάποιος είναι ότι το φυτό της συκιάς απαιτεί το κατά το δυνατόν σταθερή εδαφική υγρασία κυρίως την περίοδο της καρποφορίας. Διακυμάνσεις προκαλούν πτώση των φύλλων, πτώση των καρπών και στρες στα φυτά. Λίγο νερό οδηγεί σε κούφιους καρπούς, ενώ υπερβολική άρδευση μέσα στο καλοκαίρι μπορεί να προκαλέσει άνοιγμα των σύκων, υπέρμετρη ανάπτυξη των φύλλων και των βλαστών και υποβάθμιση στην ποιότητα των καρπών.

Επομένως ένα σύστημα στάγδην άρδευσης είναι απαραίτητο να λειτουργεί σταθερά την περίοδο καρποφορίας σε χαμηλές και σταθερές ποσότητες παροχής νερού.

2.2.3. Κλάδεμα

Το κλάδεμα διακρίνεται σε διαμόρφωσης και καρποφορίας.

ΚΛΑΔΕΜΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ : Επιδίωξη μας είναι να σχηματίσουμε ανοιχτό κύπελλο στα δένδρα μας ώστε να γίνεται σωστός αερισμός του φυτού αλλά και συγκομιδή των καρπών.

ΚΛΑΔΕΜΑ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ: Το φυτό είναι δίφορο και επομένως η πρώτη παραγωγή αναπτύσσεται σε ξύλο του προηγούμενου έτους και η κύρια παραγωγή στο ετήσιο ξύλο, που θα ενισχυθεί από τα φύλλα και τους ανθοφόρους οφθαλμούς. Οι καρποί σχηματίζονται στις μασχάλες, μεταξύ βλαστών και των μίσχων των φύλλων, της ετήσιας βλάστησης. Το κλάδεμα διαμόρφωσης γίνεται από τα μέσα Φεβρουαρίου έως τα τέλη Μαρτίου.

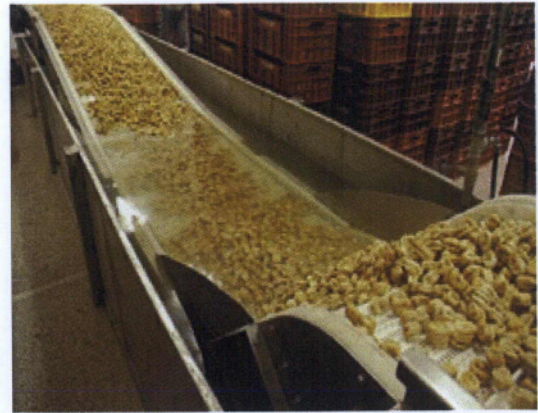
Κύριο μέλημα του παραγωγού στο κλάδεμα καρποφορίας είναι η διατήρηση του σχήματος και της ισορροπίας μεταξύ της βλάστησης του δένδρου, διατηρώντας κυρίως λίγους περσινούς βλαστούς που θα δώσουν την νέα βλάστηση και την καρποφορία της επόμενης χρονιάς.

2.2.4. Όργωμα

Το έδαφος εφόσον έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και την απαραίτητη λίπανση, δεν χρειάζεται έντονη μηχανική κατεργασία. Δεδομένου ότι το ριζικό σύστημα της συκιάς βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ο έλεγχος των ζιζανίων μπορεί να γίνει με μεθόδους της ολοκληρωμένης διαχείρισης. (συγκαλλιέργεια ψυχανθών, φυτική κάλυψη, καταστροφέας κ.λπ.).

2.2.5. Συγκομιδή

Η ωρίμανση και η συγκομιδή των σύκων ξεκινά από τα τέλη Ιουλίου και συνεχίζεται μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου. Τα σύκα, που προορίζονται για αποξήρανση συλλέγονται υπερώριμα και αφού πέσουν από το δένδρο. Μετά τη συγκομιδή, τα σύκα ξεραίνονται σε θερμοκήπια και απεντομώνονται σε ειδικούς κλιβάνους. Στη συνέχεια μεταφέρονται στους χώρους επεξεργασίας, όπου διαλέγονται και συσκευάζονται.



Εικόνα 8.: Η πορεία των σύκων από τον αγρό μέχρι την διαλογή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *Aspergillus sp.*

3.1. Γενικά

Αριθμεί πολλά είδη, πάνω από 100, τα οποία συνδέονται με 11 διαφορετικές τέλειες μορφές. Πολλά όμως είδη του γένους δεν διαθέτουν τέλεια μορφή γι' αυτό είναι δύσκολη η αναγνώρισή τους και κατ' επέκταση η καταπολέμησή τους. Τα πιο συνηθισμένα φυτοπαθογόνα είδη που αντιπροσωπεύουν τον μύκητα είναι τα *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus* και *A. parasiticus*.

Τα περισσότερα είδη είναι σαπρόφυτα αποθηκευμένων υλικών, όπως δέρμα, χαρτί, ξύλο και φυτικά προϊόντα, τα οποία προκαλούν σήψη σπορίων, έχουν μορφή μαύρης μούχλας και παράγουν τοξίνες. Τα είδη *Aspergillus niger*, και *A. carbonarium* είναι από τα πιο σοβαρά φυτοπαθογόνα λόγω της σύνθεσης της μυκοτοξίνης ωχρατοξίνης και υποβαθμίζει τη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και το είδος *A. flavus* λόγω της παραγωγής της μυκοτοξίνης αφλατοξίνης.

Σύμφωνα με τους Hawksworth et al 1983, η ατελής μορφή του μύκητα *Aspergillus sp.*

ταξινομείται ως εξής:

Βασίλειο :	FUNGI
Διαίρεση:	EUMYKOTA
Υποδιαίρεση:	Deuteromykotina
Κλάση:	Hyphomycetes
Τάξη:	Moniliales
Οικογένεια:	Moniliaceae

Γένος :	Aspergillus
---------	-------------

Η τέλεια μορφή ανήκει στο γένος *Eurotium* sp. και ταξινομείται:

Βασίλειο:	FUNGI
Διαίρεση:	EUMYCOTA
Υποδιαίρεση:	Ascomycotina
Κλάση:	Plectomycetes
Τάξη:	Eurotiales
Οικογένεια:	Eurotiaceae
Γένος :	Eurotium

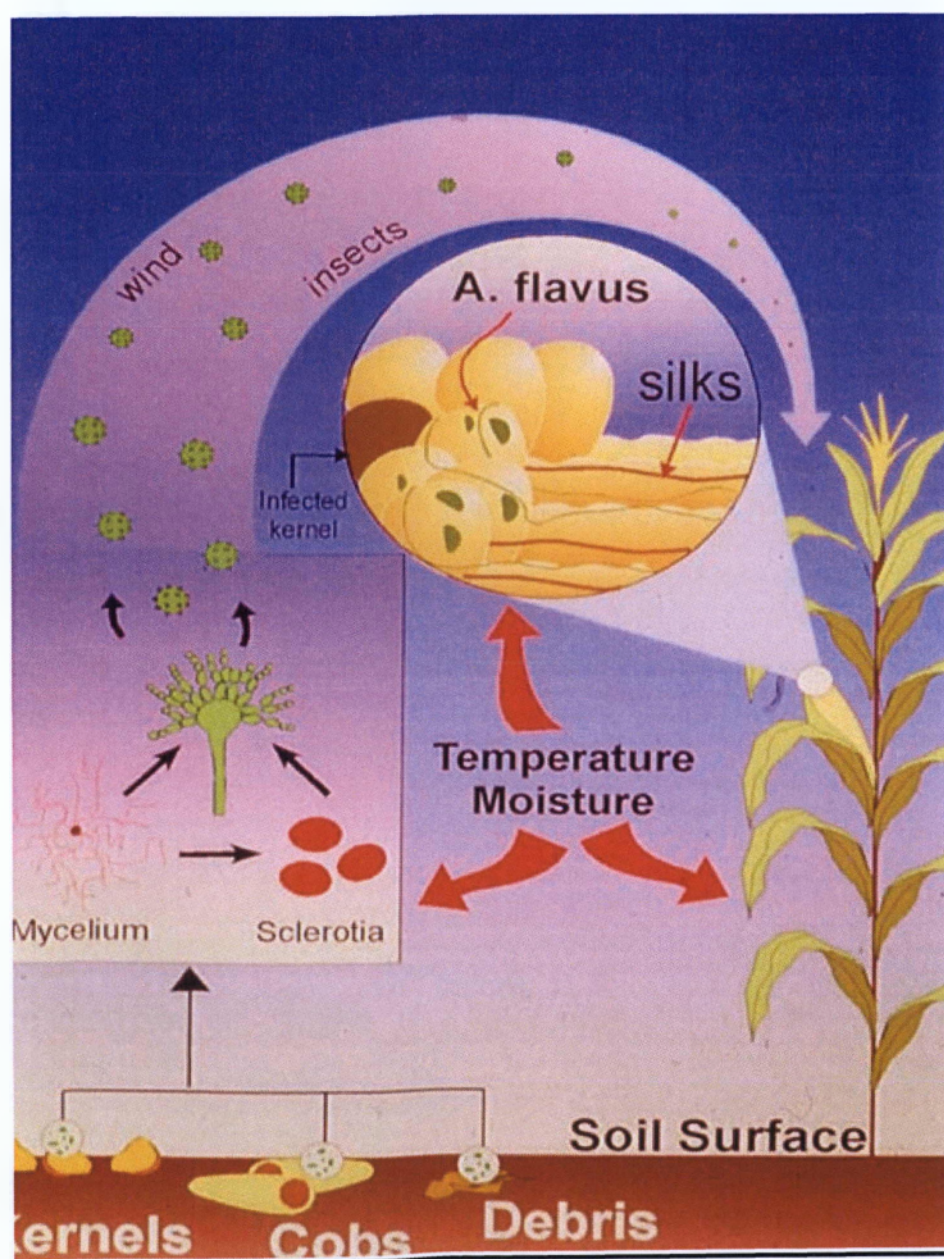
Ο μύκητας σχηματίζει κονιδιοφόρους μήκους 1 -2 mm που καταλήγουν σε σφαιροειδή διογκωμένη βάση, διαμέτρου 80mm, στην οποία προσφύονται στηρίγματα που φέρνουν κονίδια σε αλυσίδες. Τα κονίδια είναι μονοκύτταρα σφαιροειδή, με λεία επιφάνεια ή με δακτυλοειδής προεξοχές χρώματος σκούρου καστανού ή μαύρου και διαμέτρου 2,5 – 4,5 mm. Διαχειμάζει είτε ως μυκήλιο είτε με τη μορφή σκληρωτίων σε νεκρή οργανική ύλη στο έδαφος.

Έχουν καλά αναπτυγμένο μυκήλιο με υφές που διακλαδίζονται έντονα και φέρουν απλά διαφράγματα. Οι κονιδιοφόροι παράγονται απευθείας από το μυκήλιο σαν πλευρικές διακλαδώσεις ειδικών κυττάρων τα οποία είναι γνωστά σαν βασικά κύτταρα . Είναι σχετικά μακριές και καταλήγουν σε μια κύστη. Από την επιφάνεια της ώριμης κύστης εκφύονται ειδικά καρποφόρα φιαλοειδή κύτταρα γνωστά σαν φιαλίδια τα οποία παράγουν κονίδια σε αλυσίδες. Τα κονίδια μπορεί να είναι σε μια σειρά η οποία ονομάζεται μονοστιβαδική διάταξη ή σε δυο σειρές η οποία ονομάζεται διστοιβαδική

διάταξη. στη διστοιβαδική διάταξη τα κονίδια παράγονται από την δεύτερη στοιβάδα φιαλιδίων .

Μετά την απόσπαση τους από τους κονιδιοφόρους τα κονίδια μεταφέρονται με τον άνεμο και τα έντομα. Στα σύκα η μόλυνση πραγματοποιείται από τα έντομα *Blastophaga psenes* , *Carpophilus hemipterus*.

Αντίθετα από τους περισσότερους μύκητες ο *A.flavus* ευνοείται σε ξηροθερμικό περιβάλλον. Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του είναι 37° C. Ωστόσο μπορεί να αναπτυχθεί εύκολα σε θερμοκρασίες 25-42° C και σε ειδικές περιπτώσεις από 12-48 ° C .



Εικόνα 9.: Βιολογικός κύκλος του μύκητα

3.2. Φυτοπροστασία της συκιάς

Εχθροί και ασθένειες της συκιάς

Ο κηροπλάστης ή ψώρα της συκιάς , *Ceroplastes rusci*, είναι ένα χαρακτηριστικό, πολυδιαδεδομένο έντομο το οποίο πλήττει σε σημαντικό βαθμό τις καλλιέργειες συκιάς. Σε συνδυασμό με την παρατεταμένη ανομβρία μείωσε πολύ την παραγωγή όσο και την ποιότητα των σύκων.

Το έντομο, εκτός από τη συκιά προσβάλλει κι άλλα οπωρώφωρα και καλλωπιστικά δένδρα όπως μουριά, πικροδάφνη, μυρτιά και εσπεριδοειδή (κυρίως πορτοκαλιές και μανταρινιές).

Τα άτομα του κηροπλάστη παρατηρούνται πάνω σε φύλλα, καρπούς, κλαδίσκους καθώς και στον κορμό των δένδρων. Αυτά με τα στοματικά τους μόρια διατρύπουν τους επιδερμικούς φυτικούς ιστούς και μυζούν τους φυτικούς χυμούς προκαλώντας καθυστέρηση στην ανάπτυξη και εξασθένιση του φυτού. Επιδρούν όμως και με έμμεσο τρόπο στην ανάπτυξη του δένδρου καθώς τα μελιτώδη εκκρίματα τους ευνοούν την εμφάνιση του μύκητα της καπνιάς.



Εικόνα 10. : Κηροπλάστης ή ψώρα της συκιάς

Η αντιμετώπιση δεν είναι εύκολη και γίνεται μόνο όταν οι πληθυσμοί της ψώρας δεν μπορούν να διατηρηθούν σε χαμηλά επίπεδα από τους φυσικούς εχθρούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις προτείνεται καταστροφή των φύλλων κατά το φθινόπωρο για να μην μετακινηθούν οι προνύμφες προς τους βλαστούς και διαχειμάσουν. Συχνά συστήνεται χημική καταπολέμηση, πάντα με προσοχή και απαραίτητα όταν το έντομο βρίσκεται σε συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης, και συνήθως στα ανήλικα στάδια.

Ο νηματώδης της οικογένειας *Meloidogyne* Είναι ζώα σκωληκόμορφα , χερσαία και υδρόβια που διαβιούν ελεύθερα και παρασιτούν και ζώα και φυτά προξενώντας τους σοβαρές ασθένειες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον επιστημονικό και οικονομικό έχουν οι

παρασιτικοί νηματώδεις επί των φυτών, πολλοί εκ των οποίων είναι ευρέως διαδεδομένοι γεωγραφικώς και προξενούν σοβαρές ζημιές επί των καλλιεργούμενων φυτών, ετήσιων και πολυετών.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά νηματωδών

Σχήμα: νηματοειδές, ατρακτοειδές, απιοειδές, σφαιρικό ή λεμονοειδές και τέλος σακκόμορφο.

Μέγεθος: των νηματωδών ποικίλει ευρέως ανάλογα με τα είδη αυτών και ειδικότερα οι διαβιούντες νηματώδεις στο έδαφος, στους οποίους περιλαμβάνονται οι παρασιτικοί επί των φυτών, είναι πολύ μικρού έως μικρού μεγέθους (0,2-10 mm μήκος και 50-250 μ πλάτος). Τα περισσότερα γεωργικά είδη έχουν μήκος μικρότερο των 2 mm.

Χρώμα: οι νηματώδεις όσο αναφορά το χρωματισμό στερούνται χρώματος, είναι άχρωμοι, διαφανείς ή υπόλευκοι ή και υποκίτρινοι.

Παρασιτικοί νηματώδεις υπόγειου μέρους φυτών: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι νηματώδεις που παρασιτούν επί των υπόγειων οργάνων των φυτών (ρίζες, κόνδυλοι, βολβοί, ριζώματα κλπ) και προκαλούν σημαντικές ζημιές. Μπορεί να είναι εκτοπαράσιτα, ενδοπαράσιτα ή και πλανώμενοι νηματώδεις. Οι κύριοι παράγοντες που ευνοούν την ύπαρξη αυτών των νηματωδών είναι κυρίως η υγρασία του εδάφους και η παρουσία ριζών ευαίσθητων φυτών. Επίσης σημαντικό ρόλο στην εξάπλωση τους αποτελούν η θερμοκρασία, η μηχανική σύσταση του εδάφους και η ύπαρξη επαρκούς οξυγόνου.

Συμπτώματα : Σε χαμηλούς πληθυσμούς των νηματωδών δεν υπάρχουν εμφανή συμπτώματα επί της καλλιέργειας, όταν ο πληθυσμός αυξηθεί τα συμπτώματα εμφανίζονται:

- Χαμηλή ανάπτυξη των φυτών κατά κηλίδες εντός του χωραφιού
- Συμπτώματα σχετικά με stress των φυτών από έλλειψη νερού
- Συμπτώματα σχετικά με την έλλειψη λιπαντικών στοιχείων
- Καχεξία και προοδευτική χλώρωση φυτείας
- Σήψη και πρόωμος θάνατος



Εικόνα 11: Νηματώδης Meloidogyne

Σκωρίαση στα λατινικά (*Uredinalis*, *uredio*= σφαδιάζω από το οποίο και η φράση «σφάκελος νόσος»), είναι ομάδα ασθενειών των σπερματοφύτων οι οποίες οφείλονται σε παρασιτικούς βασιδιομύκητες, τους σκωριομύκητες, και προκαλούν συχνά ζημιές στις καλλιέργειες. Πήρε το όνομά της από το χρώμα της σκουριάς (σκωρία) που έχουν τα μέρη που έχουν προσβληθεί. Η ασθένεια μεταδίδεται με σπόρια τα οποία μεταφέρονται από φυτό σε φυτό με τον αέρα ή δονήσεις. Η υγρασία και το νερό ευνοούν την ασθένεια. Για να προστατευτεί η καλλιέργεια πρέπει να τοποθετείται παράλληλα με τους ανέμους. Επίσης πρέπει τα ήδη προσβεβλημένα φυτά να απομακρύνονται και να καίγονται. Μετά την συγκομιδή μπορούν να γίνουν προληπτικοί ψεκασμοί κάθε 10 – 15 μέρες με μυκητοκτόνα. Αν παρ' όλα αυτά υπάρξει προσβολή χρησιμοποιούνται διασυστηματικά μυκητοκτόνα. Το φθινόπωρο απομακρύνεται και καίγεται και το υπέργειο τμήμα του φυτού. Μετά από αυτό το στάδιο η προστασία της καλλιέργειας ολοκληρώνεται με τον ψεκασμό του εδάφους με DNOC (δινιτροορθοκρεζόλη).

3.3. Η καλλιέργεια της συκιάς στη Μεσσηνία.

Οι σημαντικότερες ελληνικές ποικιλίες της μονόφορης συκιάς είναι:

- Συκιά Καλαμών(ή τσαπελοσυκιά) :ανήκει στη ποικιλία *calymirna*, της οποίας ο καρπός έχει μικρό μέγεθος ανοιχτό πράσινο φλοιό, κίτρινη σάρκα και τα σύκα της προορίζονται για ξήρανση.

- Βασιλικά σύκα ή Σύκα της Αττικής, της οποίας οι καρποί είναι μεγάλοι, πράσινοι με σκούρες μωβ ραβδώσεις ,ωριμάζουν τον Αύγουστο και καταναλώνονται νωπά.
- Σύκα Κύμης, της οποίας ο καρπός έχει μέτριο προς μεγάλο μέγεθος, έχει πράσινο φλοιό ωριμάζουν , κόκκινη σάρκα και ωριμάζουν αρχές Σεπτέμβρη και καταναλώνονται νωπά ή και ξερά.

Η μεσσηνιακή συκιά, η τσαπελοσυκιά, καλλιεργείται κυρίως στο νότιο μέρος της πόλης της Μεσσήνης, στις περιοχές Πεταλιδίου, Καρποφόρας, Μηλιωτίου, Αριστομένη, Δάρα, Ανδρούσας , Στρεφίου καθώς και σε περιοχές κοντά στη Καλαμάτα όπως στο Γαρδίκι τη Σπερχογεία και τη Βρωμόβρυση.

Τα δέντρα της συκιάς στην Μεσσηνία φυτεύονται το Νοέμβριο, σε αποστάσεις 6-8 μέτρα. Το έδαφος πρέπει να διατηρείται καθαρό με ελαφριά σβαρνίσματα, και η κατεργασία του εδάφους να είναι επιφανειακή και να διατηρείται καθαρό για την διευκόλυνση της συγκομιδής. Η συγκομιδή στην Μεσσηνία πραγματοποιείται όλο τον Αύγουστο μέχρι αρχές Σεπτέμβρη. Τα σύκα που προορίζονται για αποξήρανση μαζεύονται υπερώριμα με τίναγμα στο έδαφος. Μετά τοποθετούνται σε υπαίθρια ξηραντήρια και με τη βοήθεια του ήλιου και των υψηλών θερμοκρασιών ξεραίνονται. Μετά τη αποξήρανση δίνονται στη ΣΥΚΙΚΗ για την απεντόμωση και τυποποίηση τους.



Εικόνα . 12: Τυποποιημένα σύκα Καλαμάτας έτοιμα προς διάθεση.

Υπάρχουν δύο τύποι ξηρών σύκων:

1. Το ακλιβάνιστο ή φυσικό που έχει χρώμα ανοικτό καφέ και γλυκιά γεύση.
2. Το κλιβανισμένο ή λευκό που παράγεται αφού ο καρπός υποστεί θείωση, για να λευκανθεί ο φλοιός και το σύκο να πάρει άσπρο χρώμα, το οποίο έχει ελαφριά όξινη γεύση.

Στη χώρα μας καλλιεργούνται συκιές τόσο για νωπά σύκα όσο και για ξερά. Τα σύκα της περιοχής Κύμης προορίζονται κυρίως για ξερά, επειδή είναι πεπονόφλουδα και πολύ ευπαθή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΕΣ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι αφλατοξίνες είναι μυκοτοξίνες οι οποίες παράγονται από ορισμένα είδη μυκήτων όπως ο *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ως προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού. Αποτελούν μία ομάδα από τις πιο τοξικές ουσίες που απαντώνται στη φύση. Επίσης διάφορα άλλα είδη ασπεργίλλων όπως οι *A.nomius*, *A.pseudotamarii*, *A.bombycis*, *A. Ochraceoroseus* *Emericella venezuelensis* έχουν αποδειχθεί ότι παράγουν αφλατοξίνες, και αναπτύσσονται κυρίως σε ξηρά φρούτα, ξηρούς καρπούς (αράπικα φιστίκια , σύκα και αμύγδαλα), μπαχαρικά, σιτηρά και σε τυριά όταν υπάρξουν κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας. Επειδή οι τέσσερις βασικές αφλατοξίνες απομονώθηκαν αρχικά από καλλιέργειες του *A.flavus* τα πρώτα γράμματα του μύκητα χρησιμοποιήθηκαν για την ονομασία τοξινών. Άλλες τέσσερις αφλατοξίνες οι M₁,M₂,P₁, Q₁, B_{2A} και G_{2A} που παράγονται σε μικρότερες ποσότητες απομονώθηκαν στην πορεία από καλλιέργειες των *A. flavus* και *A. parasiticus*. Ο *A. flavus* παράγει τις B1 και B2, καθώς και κάποιες συγγενείς ενώσεις όπως η M1 ενώ ο *A. parasiticus* παράγει τις G1 και G2 καθώς και τις B1 και B2.Για πρώτη φορά εντοπίστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 60. Η απανταχού παρουσία αυτών των μυκήτων που παράγουν αφλοτοξίνες καθώς και η δραστική βιολογική δράση των μυκοτοξινών σε πολύ χαμηλή συγκεντρώσεις έχει διεγείρει μία εκπληκτικά ογκώδη έρευνα σε διάφορα επίπεδα για πάνω από 40 χρόνια κυρίως στους τομείς τη βιολογίας, τοξικολογίας και βιοσύνθεσης της αφλατοξίνης.

Την ονομασία της, την πήρε από το όνομα του μύκητα που την παρήγαγε:

***Aspergillus flavus* + toxin = Aflatoxin**



Aspergillus flavus

Εικόνα 13: *Aspergillus flavus* (κονιδιοφόρος)

4.2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ

Οι αφλατοξίνες είναι μία ομάδα υψηλά οξυγονωμένων ετεροκυκλικών ενώσεων, χαμηλού μοριακού βάρους οι οποίες παράγονται ως προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού ορισμένων μυκήτων του *Aspergillus flavus* *Aspergillus parasiticus*, οι οποίοι αναπτύσσονται σε διάφορα τρόφιμα (ξηροί καρποί, μπαχαρικά, δημητριακά κ.α) μεταξύ αυτών και τα ξερά σύκα. Από χημική άποψη είναι παράγωγα δι-φουρανο-κουμαρίνης χαρακτηρίζονται από διυδροφουρανικά ή τετρα-υδροφουρανικά τμήματα συγχωνευμένα σε ένα υποκατεστημένο τμήμα κουμαρίνης. Μέχρι στιγμής έχουν ανακαλυφτεί τουλάχιστο 16 ή αλλού αναφέρεται 18 ενώσεις αφλατοξινών οι οποίες σχετίζονται δομικά. Οι ενώσεις που απομονώνονται συχνότερα είναι οι B1, B2, G1 και G2 οι υδροξυλιωμένοι μεταβολίτες τους M1 και M2 στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα (τυρί, γιαούρτη) και οι P1 και Q1 μεταβολίτες στο ήπαρ και τα ούρα πολλών θηλαστικών περιλαμβανομένων και των ανθρώπων. Μεταξύ αυτών οι G αφλατοξίνες διαφέρουν χημικά από τις B αφλατοξίνες λόγω της παρουσίας ενός 3-γαλακτονικού δακτυλίου αντί ενός κυκλοπεντενονικού δακτυλίου. Επίσης, στις αφλατοξίνες B1 και G1 υπάρχει ένας 8,9 διπλός δεσμός στον τερματικό φουρανικό δακτύλιο, ο οποίος δεν υπάρχει στις B2 και G2. Όμως η μικρή αυτή

διαφορά στη χημική τους δομή σχετίζεται με μια πολύ σημαντική αλλαγή στη δράση τους: οι αφλατοξίνες B1 και G1 είναι καρκινογόνες και θεωρούνται πολύ πιο τοξικές από τις B2 και G2 οι οποίες αποτελούν τα δι-υδροπαράγωγα τους.

Από καθαρά χημική άποψη, οι υψηλές συζευγμένες και σταθερές ρίζες στη δομή των αφλατοξινών προσδίδουν τη χαρακτηριστική χημική τους ιδιότητα να φθορίζουν στο υπεριώδες. Αυτές οι τοξίνες φθορίζουν είτε μπλε είτε πράσινο χρώμα υπό την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας και αυτό το χαρακτηριστικό διακρίνει τις B από τις G αφλατοξίνες. Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι μικρές διαφοροποιήσεις στη δομή τους, οι οποίες διαχωρίζουν τα διάφορα είδη των αφλατοξινών έχουν δραστική επίδραση στις αναφερόμενες ιδιότητες φθορισμού: τα B2 και G2 παράγωγα φθορίζουν πολύ πιο ισχυρά απ' ό,τι τα ακόρεστα ομόλογά τους B1 και G1. Οι αφλατοξίνες B1 και B2 εκπέμπουν φθορισμό στα 425 μπλε ενώ οι αφλατοξίνες G1 και G2 εκπέμπουν φθορισμό πράσινο στα 450nm.

Η συμπεριφορά των αφλατοξινών υπό την επίδραση διαφόρων φυσικών συνθηκών και χημικών αντιδραστηρίων έχει μελετηθεί εκτεταμένα εξ αιτίας της πιθανής εφαρμογής τέτοιων μεθόδων στην αποτοξίνωση προϊόντων, που έχουν μολυνθεί. Παρακάτω παρατίθεται συνοπτικά η συμπεριφορά των αφλατοξινών στην εφαρμογή θερμότητας, αλκάλιων, οξέων και οξειδωτικών αντιδραστηρίων.

Οι αφλατοξίνες είναι κρυσταλλικές ουσίες, ελεύθερα διαλυτές σε ελαφρά πολικούς ή μέτρια πολικούς διαλύτες όπως το χλωροφόρμιο, η μεθανόλη και το διμέθυλοσουλφοξείδιο καθώς επίσης στην ακετόνη και το ακετονιτρίλιο, ενώ στο νερό διαλύονται μέχρι 10-20. Αντίθετα είναι αδιάλυτες σε μη-πολικούς διαλύτες. Αυτή η χαρακτηριστική τους φυσική ιδιότητα παίζει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία εκχύλισης του δείγματος για τον ποσοτικό προσδιορισμό της αφλατοξίνης.

Η πιο συχνά απαντώμενη αφλατοξίνη η B1 έχει λευκό έως κίτρινο χρώμα, είναι κρυσταλλική και άοσμη. Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των αφλατοξινών.

Πίνακας 2 .ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ

Αφλατοξίνη	Μοριακός Τύπος	Μοριακό Βάρος	Σημείο Τήξης	265nm	360-362nm
B1	$C_{17}H_{12}O_6$	312	268-269	12.400	21.800
B2	$C_{17}H_{14}O_6$	314	286-289	12.100	24.000
G1	$C_{17}H_{12}O_7$	328	244-246	9.600	17.700
G2	$C_{17}H_{14}O_7$	330	237-240	8.200	17.100
M1	$C_{17}H_{12}O_7$	328	299	14.150	21.250
M2	$C_{17}H_{14}O_7$	330	293	12.000	22.900

Οι αφλατοξίνες είναι εξαιρετικά σταθερές απουσία φωτός και κυρίως υπεριώδους ακτινοβολίας ακόμα και σε θερμοκρασίες πάνω από 100βαθμούς. Ένα διάλυμα που προετοιμάζεται με χλωροφόρμιο ή βενζένιο είναι σταθερό για χρόνια, εφ' όσον διατηρηθεί στο σκοτάδι και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Οι αφλατοξίνες σε ξηρή μορφή παρουσιάζουν υψηλή σταθερότητα στη θέρμανση έως το σημείο τήξεως. Ωστόσο, παρουσία υγρασίας και σε υψηλές θερμοκρασίες παρατηρείται καταστροφή τους ύστερα από κάποιο διάστημα. Τέτοιου είδους καταστροφή των αφλατοξινών μπορεί να συμβεί στους ελαιώδεις καρπούς, στα ψημένα φιστίκια ή σε υδατικά διαλύματα με pH 7,0. Παρόλο που τα προϊόντα της αντίδρασης δεν έχουν εξεταστεί λεπτομερώς φαίνεται, ενδεχόμενα, ότι αυτού του είδους η μεταχείριση έχει ως αποτέλεσμα το άνοιγμα του δακτυλίου της λακτόνης με πιθανή αποκαρβοξυλίωση σε υψηλές θερμοκρασίες.

Σε αλκαλικά διαλύματα πραγματοποιείται υδρόλυση του τμήματος της λακτόνης. Η υδρόλυση εμφανίζεται ως αντιστρεπτή, αφού έχει αποδειχθεί ότι συντελείται επανακυκλοποίηση κατόπιν οξίνισης από ένα διάλυμα που περιέχει αφλατοξίνη. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες το άνοιγμα του δακτυλίου ακολουθείται από αποκαρβοξυλίωση και η αντίδραση μπορεί να προχωρήσει περαιτέρω προκαλώντας

απώλεια της μεθόξυ ομάδας από τον αρωματικό δακτύλιο. Παρόμοια σειρά αντιδράσεων θεωρείται ότι πραγματοποιείται με την αμμωνία και διάφορες αμίνες.

Παρουσία ανόργανων οξέων οι AFB1 και AFG1 μετατρέπονται στις AFB_{2A} AFG_{2A} εξαιτίας της υπό οξύ καταλυόμενης προσθήκης νερού στο διπλό δεσμό του φουρανικού δακτυλίου. Παρουσία οξικού ανυδρίτη και υδροχλωρικού οξέος η αντίδραση προχωρεί περαιτέρω δίνοντας αιθόξυ παράγωγα. Παρόμοιες ενώσεις προσθήκης των AFB1 και AFG1 σχηματίζονται με μυρμηκικό οξύ- θειονυλοχλωρίδιο, οξικό οξύ- θειονυλοχλωρίδιο και τριφθοροοξικό οξύ.

Πολλά οξειδωτικά αντιδραστήρια όπως το υποχλωριώδες νάτριο, το υπερμαγγανικό κάλιο, το χλώριο, το υπεροξείδιο του υδρογόνου, το όζον και το υπερβολικό νάτριο αντιδρούν με τις αφλατοξίνες μεταβάλλοντας κατά κάποιο τρόπο το μόριο τους όπως αποδεικνύεται από την απώλεια του φθορισμού. Ο μηχανισμός αυτών των αντιδράσεων δεν έχει πλήρως καθοριστεί και τα προϊόντα της αντίδρασης παραμένουν στις περισσότερες περιπτώσεις μη ταυτοποιημένα.

Η υδρογόνωση της AFB1 και AFG1 οδηγεί στην αφλατοξίνη B2 και G2, αντίστοιχα. Περαιτέρω αναγωγή της AFB1 από 3 μόρια H₂ οδηγεί στην τετρα-υδροξυ-αφλατοξίνη. Αναγωγή της AFB1 και AFB2 με βορικό υδρίδιο του νατρίου οδήγησε στην παραγωγή αφλατοξίνης RB1 και RB2 αντίστοιχα. Αυτές προκύπτουν από το άνοιγμα του λακτονικού δακτυλίου, το οποίο ακολουθείται από αναγωγή της οξικής ομάδας και αναγωγή της κετο-ομάδας στον κυκλοπεντενονικού δακτύλιο.

4.3. ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ

Το βιοσυνθετικό μονοπάτι των αφλατοξινών είναι ένα από τα πιο ευρέως μελετημένα μονοπάτια του δευτερογενούς μεταβολισμού των μυκήτων. Μέσα στην τελευταία δεκαετία, έχουν διευκρινιστεί τα κύρια βιοχημικά μονοπάτια καθώς και η χημική δομή των ενδιάμεσων προϊόντων έχει ταυτοποιηθεί. Έχει αποδειχθεί ότι στη βιοσύνθεση

περιλαμβάνονται 23 τουλάχιστον ενζυμικές αντιδράσεις, ενώ παράλληλα έχουν ταυτοποιηθεί τουλάχιστον 15 δομικά προσδιορισμένες ενδιάμεσες ενώσεις.

Οι έρευνες δείχνουν ότι οι αφλατοξίνες συντίθενται από το μηλονυλ-συνένζυμο A, αρχικά με το σχηματισμό του εξανουλ-συνενζύμου A και στη συνέχεια με το σχηματισμό δεκακετιδίου ανθρακινόνης. Υπάρχουν δυο συνθέσεις λιπαρών οξέων και μια σύνθεση πολυκετιδίου οι οποίες εμπλέκονται στη σύνθεση του πολυκετιδίου από το ακετυλο-συνένζυμο A. Το νορσολορινικό οξύ είναι το πρώτο σταθερό ενδιάμεσο που ταυτοποιήθηκε στο βιοσυνθετικό μονοπάτι της αφλατοξίνης. Οι αφλατοξίνες σχηματίζονται μετά από μια σειρά καλά οργανωμένων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. Το γενικά αποδεκτό μονοπάτι βιοσύνθεσης της αφλατοξίνης είναι:

hexanoyl CoA precursor → norsolorinic acid, NOR → averantin,

AVN → hydroxyaverantin, HAVN → Oxoaverantin, OAVN → averufin, AVF → hydroxyversicolorone, HVN → versiconal hemiacetal acetate, VHA → versiconal, VAL → versicolorin B, VERB → versicolorin A,

VERA → demethyl-sterigmatocystin, DMST → sterigmatocystin, ST → O-methylsterigmatocystin, OMST → aflatoxin G1, AFG1

Μετά από το βήμα VHA, υπάρχει μια διακλάδωση στο μονοπάτι, η οποία οδηγεί στο σχηματισμό των αφλατοξινών B₂(AFB₂) και G₂(AFG₂).

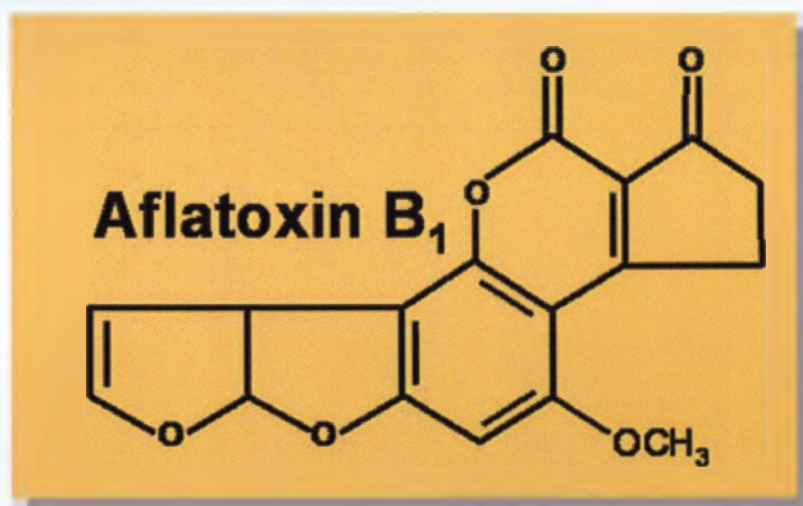
Συνολικά 29 γονίδια η ανοιχτά πλαίσια ανάγνωσης τα οποία εμπλέκονται στη βιοσύνθεση αφλατοξίνης έχουν ταυτοποιηθεί, κλωνοποιηθεί και χαρακτηριστεί. Τα γονίδια εμπλέκονται στη δημιουργία των ενώσεων που προηγούνται του σχηματισμού των αφλατοξινών δρώντας απευθείας ή κωδικοποιώντας τα διάφορα ένζυμα.

Το πρώτο γονίδιο που ταυτοποιήθηκε ήταν το aflD(nor-1) το οποίο κωδικοποιεί μία κετο-αναγωγή στον *A.parasiticus* για την μετατροπή του NOR σε averantin. Διαταραχή ή εξάλειψη του aflD(nor-1) γονιδίου οδηγεί στην απώλεια όλων των αφλατοξινών και των ενδιάμεσων προϊόντων στους μύκητες. Το δεύτερο σημαντικό γονίδιο ήταν το aflM(ver-1) το οποίο κωδικοποιεί μια κετο-αναγωγή, η οποία απαιτείται για τη μετατροπή της

versicolorin A (VERA) σε δυμεθυλστεριγματοκυστίνη και της versicolorin B σε δυμεθυλ-διυδροστεριγματοκυστίνη στον *A.parasiticus*.

Στα αρχικά βήματα του βιοσυνθετικού μονοπατιού ταυτοποιήθηκαν δυο μεγάλα γονίδια aflB(fas-1) aflA(fas-2) τα οποία κωδικοποιούν την υπομονάδα β και α της σύνθεσης λιπαρών οξέων FAS αντίστοιχα. Το τρίτο σημαντικό γονίδιο είναι το aflC(rksA) το οποίο κωδικοποιεί τη σύνθεση πολυκετιδίου. Διαταραχή αυτού του γονιδίου προκαλεί διακοπή στην παραγωγή αφλατοξίνης και των ενδιάμεσων προϊόντων. Τα γονίδια aflA,aflBκαι aflC φαίνεται ότι άμεσα στάδια έχει ταυτοποιηθεί το γονίδιο aflP(omtA) το οποίο κωδικοποιεί μια ομεθυλτρανσφεράση για τη μετατροπή του ST σε OMST και DMST σε διυδροομεθυλστερυγματοκυστίνη.

Τα γονίδια και τα ένζυμα για το σχηματισμό της ομάδας G των αφλατοξινών ήταν για πολύ καιρό ένα μυστήριο για τους μοριακούς βιολόγους, μέχρι την ταυτοποίηση των γονιδίων alfQ(ordA) και aflU(cypA). Υπάρχουν δυο διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια που οδηγούν στο σχηματισμό των αφλατοξινών της ομάδας B και της ομάδας G. το γονίδιο alfQ(ordA) το οποίο κωδικοποιεί μια μονο-οξυγενάση του κυτοχρώματος P-450 θεωρούνταν υπεύθυνο για τη μετατροπή της OMST σε AFB1 AFG1 DMDHST AFB2 AFG2 *A.flavus* *A.parasiticus*.



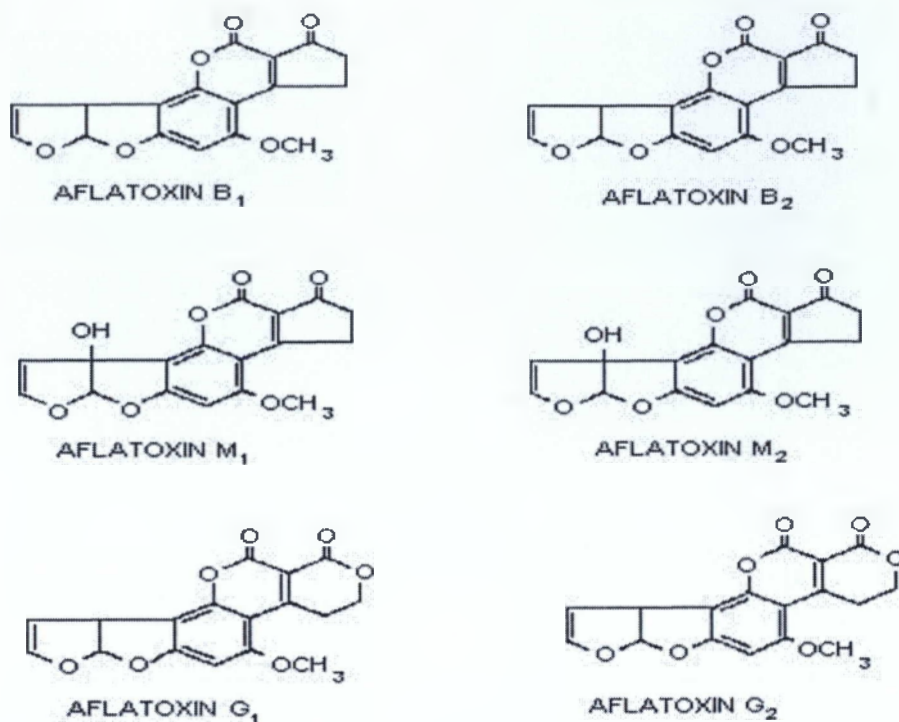
Εικόνα 14. Δημιουργία Αφλατοξίνης B1.

Χαρακτηριστική είναι η παρουσία των γονιδίων aflR και aflS (aflJ), ο ρόλος των οποίων είναι η ενεργοποίηση του μηχανισμού της μετάφρασης και η ρύθμιση της βιοσύνθεσης

αντίστοιχα. Διαταραχή του γονιδίου *afIR* οδηγεί στην απώλεια έκφρασης των γονιδίων του μονοπατιού βιοσύνθεσης της αφλατοξίνης και στη διακοπή παραγωγής αφλατοξίνης. Αυτό σημαίνει ότι το γονίδιο *afIR* απαιτείται για την μεταγραφική ενεργοποίηση των περισσότερων αν όχι όλων των γονιδίων που ελέγχουν τη βιοσύνθεση της αφλατοξίνης. Ο *A.sojae*, ένα μη τοξικογόνο είδος, το οποίο χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές ζυμώσεις, βρέθηκε ότι περιέχει ένα μη ενεργό γονίδιο *afIR* με αποτέλεσμα να μην είναι ικανό να παράξει αφλατοξίνη, το γονίδιο *afIS* φαίνεται ότι εμπλέκεται στη ρύθμιση της μεταγραφής. Διαταραχή του *afIS* στον *A.flavus* είχε σαν αποτέλεσμα την αποτυχία παραγωγής αφλατοξίνης.

Πολύ πρόσφατα η ομάδα του Καθηγητή Keller ταυτοποίησε ένα νέο γονίδιο το οποίο ονόμασε *laeA*, για την έλλειψη έκφρασης του γονιδίου *afIR* για τη σύνθεση της ST, αλλά και όλων των γονιδίων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση της πενικιλίνης στον *A.nidulans*, όπως επίσης και στα γονίδια που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση γλοιτοξίνης στον *A.fumigatus*. Είναι πιθανό το γονίδιο *laeA* να εμπλέκεται στο γενικότερο ρυθμιστικό κύκλωμα των δευτερογενών μεταβολιτών, των αφλατοξινών της ST της πενικιλίνης και της γλοιτοξίνης σε διάφορα είδη μυκήτων.

Παρ' όλη την πολυετή μελέτη για τις συνθήκες παραγωγής αφλατοξίνης, πολλά ερωτήματα παραμένουν αναπάντητα τι είδους εξελικτικές πιέσεις κρατούν τα γονίδια που είναι υπεύθυνα για τη βιοσύνθεση αφλατοξίνης σε σύμπλεγμα, ποιοι είναι οι γενετικοί παράγοντες που εμπλέκονται στην βιοσύνθεση αφλατοξίνης και δεν σχηματίζονται με το σύμπλεγμα, σε ποιο σημείο στο κύτταρο παράγεται η αφλατοξίνη. Επιπλέον, αν και υπάρχει αρκετή γνώση για το βιοσυνθετικό μονοπάτι της αφλατοξίνης και για τα γονίδια που εμπλέκονται θεωρείται πολύ δουλειά και δεν μπορεί να επιτευχθεί με τις παραδοσιακές τεχνικές κλωνοποίησης. Επίσης ο μηχανισμός της παραγωγής αφλατοξίνης ανταποκρινόμενος στις περιβαλλοντικές διαφορές δεν έχει κατανοηθεί εις βάρος. Επιπλέον ο γενικός μηχανισμός ρύθμισης της παραγωγής αφλατοξίνης, ο οποίος εξαρτάται από την έκφραση του γονιδίου *afIR* δεν έχει προσδιοριστεί ακόμα.



Εικόνα15. Δομή Αφλατοξινών.

4.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΦΛΑΤΟΞΙΝΩΝ

Πολλοί βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων θρεπτικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, είναι γνωστό ότι επιδρούν στην παραγωγή αφλατοξίνης από τοξικογόνα στελέχη των ασπεργίλλων. Οι μηχανισμοί σε μοριακό επίπεδο δεν είναι ακόμα ξεκάθαροι αν και έχουν γίνει πολλές έρευνες και μελέτες. Μερικοί από αυτούς τους παράγοντες πιθανόν να επιδρούν στο γονίδιο ρύθμισης της αφλατοξίνης *aflR* ή να διαφοροποιούν την έκφραση των μεταγραφικών παραγόντων, οι οποίοι αποκρίνονται σε εξωτερικά σήματα.

Ορισμένα είδη του μύκητα *A. flavus* έχουν την ικανότητα να παράγουν αφλατοξίνες *A.flavus var .flavus*, *A.flavus ssp. parasiticus* και *A.nomius*. Η μόλυνση των καρπών με αφλατοξίνες είναι αποτέλεσμα της προσβολής της καλλιέργειας από τους συγκεκριμένους μύκητες η οποία μπορεί να λάβει χώρα σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας

(καλλιέργεια, συγκομιδή, επεξεργασία, αποθήκευση, διανομή). Η παρουσία των μυκήτων δεν σηματοδοτεί κατ' ανάγκη και την ύπαρξη αφλατοξίνης. Γενικά οι κλιματολογικές συνθήκες, το κατάλληλο υπόστρωμα, τα έντομα και η ευαισθησία του φυτού σε μολύνσεις από μύκητες είναι οι κυριότεροι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η προσβολή από μύκητες και η παραγωγή αφλατοξίνης πριν τη συλλογή. Σε κάθε περίπτωση, συνδέονται με παράγοντες που προκαλούν στρες (ξηρασία, μειωμένη γονιμότητα, ανταγωνισμός με ζιζάνια και άλλους μικροοργανισμούς) στους μύκητες. Μετά τη συλλογή και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της επεξεργασίας και της αποθήκευσης η ανάπτυξη τοξικογόνων μυκήτων και η ενδεχόμενη παραγωγή μυκοτοξίνης επηρεάζονται από πλήθος παραγόντων μεταξύ των οποίων η ενεργότητα νερού, το επίπεδο υγρασίας, η θερμοκρασία, ο χρόνος, το μέγεθος της ζημιάς που έχουν υποστεί οι καλλιέργειες, οι προσβολές από έντομα και άλλους μικροοργανισμούς και διάφοροι χημικοί παράγοντες όπως ο αερισμός το pH, και η παρουσία ή απουσία παρεμποδιστών θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες.

Θρεπτικοί παράγοντες όπως ο άνθρακας, το άζωτο, τα αμινοξέα, τα λιπίδια και τα ιχνοστοιχεία έχει παρατηρηθεί ότι επηρεάζουν την παραγωγή αφλατοξίνης. Η σχέση μεταξύ της πηγής άνθρακα και του σχηματισμού της αφλατοξίνης έχει αποδειχθεί επαρκώς. Αλλά σάκχαρα όπως γλυκόζη, μαλτόζη, αλλά όχι πεπτόνη, σορβόζη ή λακτόζη υποστηρίζουν το σχηματισμό της αφλατοξίνης. Παρ' όλα αυτά, ο μηχανισμός της ύπαρξης πηγής άνθρακα στη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στο μονοπάτι βιοσύνθεσης της αφλατοξίνης έχει ελαφρώς διευκρινιστεί. Η πηγή αζώτου επιδρά στο σχηματισμό της αφλατοξίνης πολλαπλώς. Η παραγωγή αφλατοξίνης είναι διαφορετική εάν στο υπόστρωμα υπάρχει νιτρώδες ή νιτρικό άλας. Τα αμινοξέα έχουν αντίστροφη επίδραση στην παραγωγή αφλατοξίνης. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η τρυπτοφάνη παρεμποδίζει το σχηματισμό αφλατοξίνης ενώ η τυροσίνη ευνοεί την παραγωγή αφλατοξίνης στον *A.flavus*. Τα ιχνοστοιχεία έχουν επίσης αναφερθεί ότι επιδρούν στην έκφραση των γονιδίων που ελέγχουν τη βιοσύνθεση αφλατοξίνης. Τα λιπίδια έχουν πολύ μεγάλη επίδραση στο σχηματισμό αφλατοξίνης όχι μόνο ως πηγή θρεπτικών συστατικών αλλά και ως υποστρώματα μεταβολισμού των αρχικών μονάδων του ακυλοσυνένζυμου A και ως μόρια εκπομπής σημάτων.

Οι εξωτερικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το pH η ενεργότητα νερού παράγοντες στρες όπως η ξηρασία και άλλοι έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την

παραγωγή αφλατοξίνης καθώς και τους πληθυσμούς των αφλατοξικογόνων μυκήτων. Η μόλυνση με αφλατοξίνες ποικίλει και εξαρτάται από τον καιρό που επικρατεί την καλλιεργητική περίοδο, Σε μελέτη για την αραχίδα στην Αυστραλία αναφέρεται αύξηση της μόλυνσης με αφλατοξίνες μετά από ξηρασία ενώ αντίθετα μείωση μετά από επαρκείς βροχοπτώσεις. πριν τη συγκομιδή ο κυριότερος παράγοντας που επάγει την μόλυνση με αφλατοξίνες είναι οι ακανόνιστες ή ανεπαρκείς βροχοπτώσεις, ιδιαίτερα στα εδάφη που έχουν μειωμένη υδατοϊκανότητα. Αντίστοιχες παρατηρήσεις έγιναν και στις ΗΠΑ όπου υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με το στρες ξηρασία είναι ότι η μεταγραφή του γονιδίου aflR ανταποκρίνεται σε μια G-πρωτεϊνική διάταξη εκπομπής σήματος, η οποία ελέγχεται από μια πρωτεϊνική κίνηση A, ώστε το μονοπάτι εκπομπής σημάτων πιθανόν να ανταποκρίνεται στις περιβαλλοντικές επιδράσεις οι οποίες επηρεάζουν τη βιοσύνθεση της αφλατοξίνης.

Η παραγωγή αφλατοξίνης έχει ένα πιο περιορισμένο εύρος συνθηκών θερμοκρασίας και ενεργότητας νερού απ' ότι η ανάπτυξη του μύκητα. Περιοριστικός παράγοντας για την προσβολή από τους μύκητες αυτούς αποτελεί η χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία συστατικών των σπερμάτων. Η περιεκτικότητα σε υγρασία των σπερμάτων μετά την αποξήρανση στον ήλιο επί 3-4 ημέρες κατέρχεται περίπου σε 8-9% όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος είναι 65%. Όταν όμως η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος αυξηθεί θα αυξηθεί και η περιεκτικότητα υγρασίας των σπερμάτων. Σε σχετική υγρασία περιβάλλοντος 80% η υγρασία των σπερμάτων θα εξισορροπήσει στο 13%. *In vitro* μελέτες συσχετίζουν την επίδραση της θερμοκρασίας και της υγρασίας στην ανάπτυξη του *Aspergillus flavus* *Aspergillus parasiticus* και στην παραγωγή αφλατοξίνης. Σε αυτές έχουν προσδιοριστεί οριακές και βέλτιστες συνθήκες. Οι άριστες συνθήκες των *A. flavus* και *A. parasiticus* είναι θερμοκρασία 36° C και ενεργότητα νερού >0,95 ενώ σε θερμοκρασία κάτω από 8° C και <0,77 οι μύκητες δεν αναπτύσσονται. Αλλού αναφέρεται ότι οι μύκητες αυτοί αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 17-42° C .Η μέγιστη παραγωγή αφλατοξίνης παρατηρείται σε θερμοκρασία 33° C ή 25-35° C και ενεργότητα νερού κάτω από 0,83 δεν παράγεται αφλατοξίνη. Όσο η θερμοκρασία αυξάνεται από 36° C ο μύκητας σταματά να παράγει αφλατοξίνη αν και τα γονίδια που ελέγχουν τη βιοσύνθεση της αφλατοξίνης εκφράζονται. Οι ερευνητές κάνουν την υπόθεση ότι η υψηλή θερμοκρασία πιθανόν αποσταθεροποιεί την ενεργοποιό πρωτεΐνη aflR.

Η παραγωγή αφλατοξίνης συσχετίζεται στενά με τις αλλαγές του pH. Η βιοσύνθεση αφλατοξίνης στον *A.flavus* πραγματοποιείται σε όξινα υποστρώματα, αλλά παρεμποδίζεται σε αλκαλικά. Η παρουσία μιας περιοχής κοντά στο γονίδιο aflR-aflJ δίνουν πιθανόν τις αποδείξεις ότι η έκφραση των γονιδίων ρυθμίζεται από περιβαλλοντικά σήματα όπως το pH και τα νιτρικά άλατα.

Σε αρκετές μελέτες, έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του στρες ξηρασίας και αυξημένη μόλυνση με αφλατοξίνη. Στην αραχίδα αναφέρεται ότι οποιαδήποτε ζημιά στους καρπούς αυξάνει την πιθανότητα ύπαρξης του *A.flavus* και της μόλυνσης από αφλατοξίνη ανεξαρτήτως συνθηκών ανάπτυξης της καλλιέργειας. Η πιθανότητα γίνεται πιο ισχυρή όταν υπάρχουν και συνθήκες στρες πχ ξηρασία, υψηλή θερμοκρασία αν και πιο στρεσογόνο παράγοντας φαίνεται να είναι η ξηρασία η οποία συνδυάζεται και με την μειωμένη παραγωγή φυτοαλεξινών από την πλευρά της καλλιέργειας.

Είναι γνωστό ότι το οξειδωτικό στρες προκαλεί τη βιοσύνθεση αφλατοξίνης. Σε μελέτες έχει αποδειχθεί ότι εφαρμογή με tert-βουτυλ υδροπεροξειδίου στον *A.flavus* προκάλεσε σημαντική αύξηση στην παραγωγή αφλατοξίνης. Το ίδιο αποτέλεσμα υπήρξε και με τον *A.parasiticus*.

Αντίθετα οι υδρολυόμενες ταννίνες παρεμποδίζουν σε μεγάλο βαθμό τη βιοσύνθεση αφλατοξίνης με πιο αποτελεσματικό το γαλλικό οξύ. Το γαλλικό οξύ μειώνει την έκφραση των γονιδίων που ελέγχουν τη βιοσύνθεση αφλατοξίνης, αλλά δεν έχει καμία επίδραση στο γονίδιο aflR. Η προσθήκη φαινολικών ή άλλων αντιοξειδωτικών όπως το ασκορβικό οξύ σε οξειδωτικά στρεσαρισμένο *A.flavus* μειώθηκε σημαντικά η παραγωγή αφλατοξίνης, ενώ δεν είχε καμία επίδραση στην ανάπτυξη του μύκητα. Ένα άλλο αντιοξειδωτικό που παρεμποδίζει την παραγωγή αφλατοξίνης είναι το καφεϊκό οξύ. Η παρεμποδιστική δράση των αντιοξειδωτικών φαίνεται να οφείλεται στο ότι μετριάζουν τις αντιδράσεις των ασπεργίλλων στο οξειδωτικό στρες.

Τοξικές και καρκινογόνες ιδιότητες των αφλατοξινών.

Συνοπτικά, ο μηχανισμός της τοξικής δράσης των αφλατοξινών έχει ως εξής:

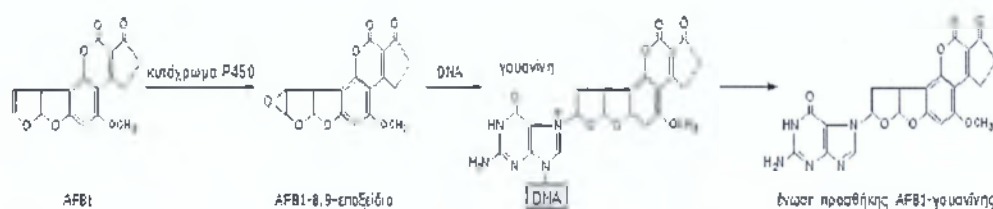
Οι αφλατοξίνες στον οργανισμό με την επίδραση των ενζύμων της ομάδας του κυτοχρώματος P450 μεταβολίζονται στο ήπαρ προς διάφορα προϊόντα μεταξύ των οποίων βρίσκεται και μια εποξειδική ένωση. Ο μεταβολίτης αυτός σχηματίζει ένωση προσθήκης (adduct) με τη γουανίνη (G) του DNA και του RNA, γεγονός που οδηγεί σε αποπουρίνωση και θραύση της αλυσίδας των νουκλεϊνικών οξέων με αποτέλεσμα να διακοπεί η σύνθεση απαραίτητων πρωτεϊνών και DNA σε ιστούς ζωτικών οργάνων, όπως στο ήπαρ και στα έντερα .

Η επικινδυνότητα των αφλατοξινών αυξάνεται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ατόμων που πάσχουν από ηπατικές νόσους. Έρευνες έδειξαν ότι κατά τη μόλυνση με τον ιό ηπατίτιδας (Hepatitis B virus, HBV), η έκθεση σε αφλατοξίνες αυξάνει τον κίνδυνο για ηπατοκυτταρικό καρκίνο (hepatocellular carcinoma, HCC). Ο ιός HBV καθιστά δύσκολο τον μεταβολισμό των αφλατοξινών από τα ηπατοκύτταρα και έτσι η ένωση προσθήκης αφλατοξίνης M1-DNA παραμένει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο ήπαρ αυξάνοντας την πιθανότητα βλάβης του ογκοκατασταλτικού γονιδίου. Θεωρείται ότι ο εμβολισμός κατά της ηπατίτιδας των κατοίκων περιοχών της Ασίας και της Αφρικής όπου ενδημεί ο ιός HBV, θα μειώσει σημαντικά τις ηπατικές βλάβες σε πληθυσμούς που συχνά τρέφονται με μουχλιασμένα τρόφιμα.

Ο προσδιορισμός των αφλατοξινών στον άνθρωπο γίνεται με δύο τεχνικές. Στην πρώτη μετρείται η ένωση προσθήκης AFM1-γουανίνης στα ούρα. Η παρουσία αυτού του προϊόντος μεταβολισμού δείχνει έκθεση σε αφλατοξίνες κατά τις προηγούμενες 24 ώρες. Παρόλα αυτά δεν είναι αρκετά καλή μέθοδος λόγω της διάσπασης της ένωσης προσθήκης με το χρόνο. Η δεύτερη τεχνική στηρίζεται στον προσδιορισμό της ένωσης προσθήκης AFB1-αλβουμίνης στο πλάσμα του αίματος. Ο προσδιορισμός είναι ακριβέστερος και είναι θετικός κατά 90% στα θετικά δείγματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μακροχρόνιες εκθέσεις, αφού παραμένει θετικός για 2-3 μήνες μετά την έκθεση σε αφλατοξίνες.

Η ανάπτυξη των μυκήτων και η μόλυνση με αφλατοξίνη είναι συνέπεια των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μυκήτων, των ξενιστών και του περιβάλλοντος. Ο κατάλληλος συνδυασμός αυτών των παραγόντων καθορίζει την προσβολή και την

αποίκιση του υποστρώματος, καθώς και το είδος και την ποσότητα της αφλατοξίνης που παράγεται. Παρόλα αυτά, απαιτείται ένα κατάλληλο υπόστρωμα προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη των μυκήτων και η επακόλουθη παραγωγή τοξινών. Η πίεση του νερού, η πίεση υψηλής θερμοκρασίας και η βλάβη του φυτού –ξενιστή από τα έντομα είναι ιδιαίτερα καθοριστικοί παράγοντες για την προσβολή από μούχλα και την παραγωγή τοξινών. Επίσης, ο σχηματισμός αφλατοξίνης επηρεάζεται από τη σχετική αύξηση άλλων μυκήτων ή μικροβίων.



Εικόνα 8. Σχηματισμός Ένωσης Αφλατοξίνης Β1

4.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΖΩΑ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ

Μυκοτοξίνες ανιχνεύονται συχνά σε τρόφιμα και ζωοτροφές σε όλο τον κόσμο. Έχει υπολογιστεί ότι το ¼ των καλλιεργειών παγκοσμίως έχουν μολυνθεί με μυκοτοξίνες σύμφωνα με τον FAO- Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας. Η παρουσία των «αόρατων» μυκοτοξινών είναι ανεπιθύμητη στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές διότι μπορεί να προκαλέσουν πολύ σοβαρά προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων. Οι μυκοτοξίνες ταξινομούνται ως ο πιο σημαντικός μη-μολυσματικός, χρόνιος παράγοντας διατροφικού κινδύνου, υψηλότερος από τα συνθετικά, τις φυτικές τοξίνες, τα πρόσθετα και τα υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Αν και η μελέτη όλων των τοξικών ουσιών στα τρόφιμα έχει αυξηθεί λόγω νομοθετικών απαιτήσεων, στις αφλατοξίνες δίδεται ιδιαίτερη προσοχή σε σχέση με τις άλλες μυκοτοξίνες λόγω του ότι θεωρούνται ιδιαίτερες τοξικές και καρκινογόνες ουσίες για τον άνθρωπο και τα ζώα και συνδέονται με τον καρκίνο του ήπατος και διάφορα τοξικά σύνδρομα στα ζώα. Η ομάδα των αφλατοξινών περιλαμβάνει διάφορες ενώσεις η παρουσία των οποίων στα τρόφιμα και η

τοξικότητά τους ποικίλουν. Τοξικολογικές μελέτες δείχνουν ότι πτηνά, μύες, επίμυες, κόνικλοι, πέστροφες και ένας αριθμός από άλλα σπονδυλωτά είναι ευαίσθητα στη μόλυνση από αφλατοξίνη. Πολλές αφλατοξίνες εκδηλώνουν τόσο οξεία όσο και χρόνια τοξικότητα, περιλαμβάνοντας μεταλλοξιγόνο, καρκινογόνο και τερατογόνο δράση σε ένα μεγάλο εύρος οργανισμών. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως ουσίες υψηλής τοξικότητας με καρκινογόνο δράση στον άνθρωπο και τα ζώα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τρόφιμα όσον αφορά τις αφλατοξίνες δήλωσε στη γνώμη της 23^{ης} Σεπτεμβρίου 1994, ότι οι αφλατοξίνες είναι γονιδιοτοξικά καρκινογόνα. Η ευρεία παρουσία αυτών των μυκήτων σημαίνει ότι διάφορα αγροτικά προϊόντα είναι ευάλωτα στην μόλυνση από τους ασπέργιλλους και γι' αυτό είναι παρούσες σε μεγάλο αριθμό τροφίμων, όπως πχ στα δημητριακά (καλαμπόκι, ρύζι, σιτάρι, κριθάρι, αλεύρι σίτου), όσπρια (φασόλια), στους ξηρούς καρπούς (αραχίδα, κελυφωτά φιστίκια, αμύγδαλα, καρύδια κα), στο σόργο, στα σύκα, αποξηραμένα φρούτα, μπαχαρικά, αυγά γαλακτοκομικά προϊόντα, μύρα κα. Λόγω του μεταβολισμού αυτών των μυκοτοξινών, η κατανάλωση μολυσμένης ζωτροφής οδηγεί επίσης στη μόλυνση των προϊόντων ζωικής προέλευσης όπως το κρέας, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Στα γαλακτοκομικά προϊόντα απαντώνται οι αφλατοξίνες M1 και M2 μεταβολίτες (προϊόντα υδρόλυσης) των B1 και B2 και οι οποίες παράγονται όταν τα ζώα γαλακτοπαραγωγής τρέφονται με τροφές που περιέχουν αφλατοξίνες.

Οι ενώσεις που απομονώνονται συχνότερα είναι οι B1, B2, G1 και G2. Από τις παραπάνω, η αφλατοξίνη B1 είναι η περισσότερο τοξική, γνωστή και ως καρκινογόνος ουσία. Από τοξικολογικές μελέτες σε ενήλικες πάπιες έχουν προκύψει διάφορες τιμές LD όσον αφορά την τοξικότητα, καρκινογένεση για τον άνθρωπο ουσιών. Διάφορες μελέτες συνδέουν την έκθεση στις αφλατοξίνες με μία αυξημένη πιθανότητα ύπαρξης καρκίνου του ήπατος και των πνευμόνων.

Η ασθένεια γνωστή ως «Ινδική παιδική κίρρωση» οφείλεται εν μέρει σε μόλυνση από αφλατοξίνες. Επιπλέον, το σύνδρομο Reye με συμπτώματα εγκεφαλοπάθειας και εκφυλισμού των λιπών στα viscera των παιδιών έχει συσχετιστεί με την τοξικότητα των αφλατοξινών. Αν και δεν έχει διερευνηθεί πλήρως η ευαισθησία των ανθρώπων στις αφλατοξίνες, πραγματοποιήθηκαν επιδημιολογικές μελέτες στην Αφρική και την Ασία, περιοχές όπου τα πολλά περιστατικά με καρκίνο του ήπατος που έχουν καταγραφεί έχουν φανερώσει συσχέτιση μεταξύ της ύπαρξης του καρκίνου και της ύπαρξης αφλατοξινών

στη διατροφή των ανθρώπων. Στην Ταϊλάνδη, οι αφλατοξίνες B1, G1 και B2 έχουν βρεθεί σε ανθρώπινο συκώτι με χρωματογραφική ανάλυση και η παρουσία των μεταβολιτών τους P1 και Q1 έχει συσχετιστεί με καρκινοπάθειες.

Η έκθεση του ανθρώπου και των ζώων σε μύκητες (ευρώτας, μούχλα) μπορεί να οδηγήσει σε **μυκοτοξίκωση** (mycotoxicosis), μια παθολογική κατάσταση που μπορεί να εκδηλωθεί με μια μεγάλη ποικιλία συμπτωμάτων όπως :

- Αναπνευστική δυσκολία, βήχας, φτάρνισμα, ρινίτιδα
- Δυσκολία στην κατάποση, αίσθημα πνιγμού, βλενώδη πτύελα
- Κάψιμο στο λάρυγγα και στους πνεύμονες
- Ναυτία, διάρροια, οξείς κοιλιακοί πόνοι
- Πόνοι στη κύστη, στο ήπαρ, στο σπλήνα ή στα νεφρά

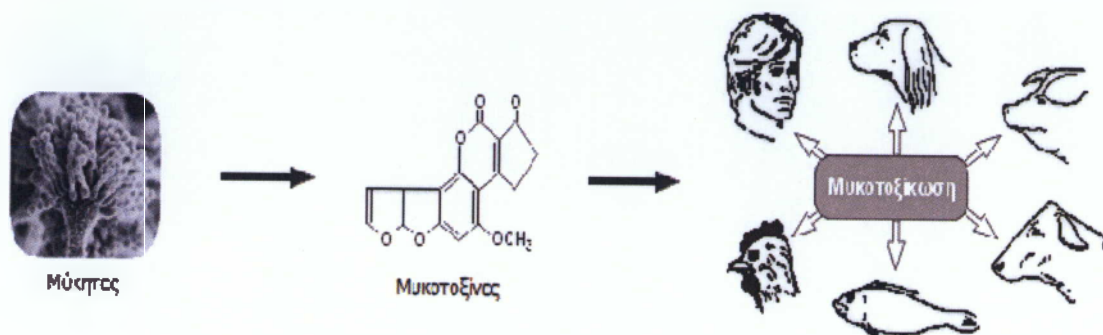
- Οδυνηρή ούρηση, σκοτεινόχρωμα ούρα
- Ασθματικές καταστάσεις
- Άσχημη γεύση στο στόμα
- Πρησμένοι λεμφαδένες
- Προβλήματα θυρεοειδούς
- Αναφυλαξία, αλλεργίες κάθε είδους
- Πονοκέφαλοι
- Διαταραχές στις τιμές χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων
- Καρκίνοι
- Θάνατος σε ακραίες περιπτώσεις

- Υψηλή πίεση, ρινορραγίες
- Έντονη εφίδρωση κατά τον ύπνο
- Καρδιακή αρρυθμία
- Χρόνια κόπωση
- Προβλήματα όρασης
- Βοή στα αυτιά, προβλήματα ισορροπίας, βαρηκοΐα

- Πνευμονίες, πνευμονικά οιδήματα
- Απότομες μεταβολές σωματικού βάρους
- Απώλεια τριχοφυΐας, εύθραυστα νύχια
- Αστάθεια στη βάδιση
- Προβλήματα στο αναπαραγωγικό σύστημα - Αποβολές

- Μυϊκή δυσκαμψία

Η μεγάλη ποικιλία των συμπτωμάτων καθιστά δύσκολη τη διάγνωση της αφλατοξικωσης.



Εικόνα 17. Επίδραση Μυκοτοξινών στους ανθρώπους και τα ζώα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

5.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η μόλυνση των γεωργικών προϊόντων με αφλατοξίνη είναι ένα χρόνιο πρόβλημα σε πολλές παραγωγικές χώρες του κόσμου με σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις. Η λίστα των γεωργικών προϊόντων πρωτογενούς παραγωγής τα οποία μπορεί να μολυνθούν από αφλατοξίνες περιλαμβάνει: σιτηρά (αραβόσιτο, σόργο, ρύζι, σάρι, κεχρί), ελαιούχους σπόρους (αραχίδα, σόγια, ηλιόσπορο, βαμβάκι), καρυκεία (τσίλι, μαύρο πιπέρι, κολιάντρο, τζίντζερ, κουρκούμη κα) καρπούς δένδρων (αμύγδαλα, κελυφωτά φιστίκια, φουντούκια, καρύδα) και γάλα. Η μόλυνση ιδιαίτερα των σιτηρών με αφλατοξίνη εκτός ότι θέτει σε κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών απειλεί επίσης και το διεθνές εμπόριο. Τρόφιμα στα οποία ανιχνεύονται αφλατοξίνες σε όρια πάνω από αυτά που έχει θέσει η νομοθεσία κατάσχονται και καταστρέφονται. Αυτό οδηγεί σε οικονομική ζημιά πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως σε παγκόσμιο επίπεδο. Έχει υπολογιστεί ότι το ¼ των καλλιεργειών παγκοσμίως έχουν μολυνθεί με μυκοτοξίνες σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας. Επίσης υπολογίζεται ότι ετησίως, οι απώλειες των παραγωγών στις ΗΠΑ σε επίπεδο καλλιέργειας από την μόλυνση με αφλατοξίνες είναι περισσότερο από 100 εκ. δολάρια.

5.2. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Λόγω της μεγάλης σημασίας της παρουσίας αφλατοξινών στα τρόφιμα έχει θεσπισθεί σχετική νομοθεσία σε Ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο.

5.2.1. Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία κατατάσσει τις αφλατοξίνες στους επιμολυντές των τροφίμων. Οι τρέχουσες επιστημονικές και τεχνικές γνώσεις καθώς και οι εφαρμοζόμενες πρακτικές παραγωγής και αποθήκευσης, δεν μπορούν να αποκλείσουν την ανάπτυξη των μυκήτων *Aspergillus* και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατό να απαλειφθούν πλήρως οι αφλατοξίνες από τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές. Συνιστάται επομένως να περιορίζεται η παρουσία τους στο κατώτατο ευλόγως εφικτό επίπεδο. Η μείωση της έκθεσης του ανθρώπου σε αυτού του είδους τις τοξικές ουσίες αποτελεί μέγιστη προτεραιότητα με ταυτόχρονη μείωση των ορίων.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις παραπάνω επιπτώσεις στον άνθρωπο θεωρείται σκόπιμο, για λόγους ασφάλειας και δημόσιας υγείας, να περιοριστεί τόσο η συνολική περιεκτικότητα σε αφλατοξίνες στα τρόφιμα, όσο και η περιεκτικότητα σε αφλατοξίνη Β1. Επιπλέον, παρά το γεγονός ότι η αφλατοξίνη Μ1 θεωρείται ως γονοτοξική καρκινογόνος ουσία ίση ή λιγότερο επικίνδυνη από ότι η αφλατοξίνη Β1, είναι απαραίτητο να αποφευχθεί η περιεκτικότητά της στο γάλα και στα γαλακτοκομικά προϊόντα που προορίζονται για κατανάλωση από ανθρώπους και ιδίως από μικρά παιδιά. Αναμφίβολα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν και οι πιο ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού και κυρίως τα βρέφη.

Η θέσπιση των μέγιστων ορίων για την παρουσία των μυκοτοξινών στα τρόφιμα αποτελεί μια σύνθετη υπόθεση. Για την οριοθέτηση των μέγιστων συγκεντρώσεων απαιτείται συνυπολογισμός και εκτίμηση πολλών παραγόντων όπως τα τοξικολογικά δεδομένα, ο μεταβολισμός αυτών των ουσιών, η οξεία και χρόνια τοξικότητα. Παράλληλα πρέπει να υπάρχει σύνδεση των παραπάνω με την παρουσία των τοξινών στα τρόφιμα και την ποσότητα στην οποία εκτίθενται οι καταναλωτές. Σήμερα δεν είναι γνωστό κάποιο όριο κάτω από το οποίο να μην παρατηρούνται αρνητικές επιδράσεις στην υγεία του καταναλωτή από τις αφλατοξίνες, συνεπώς δεν μπορεί να οριστεί ανεκτή ημερήσια πρόσληψη. Συνεπώς, η ΕΕ έχει θεσπίσει νομοθετικά όρια στα υλικά που προορίζονται για χρήση ως τρόφιμα ή ως ζωοτροφές.

Για τη θέσπιση των μέγιστων ορίων λαμβάνονται υπ' όψιν πολλοί διαφορετικοί επιστημονικοί οργανισμοί, αρχές και άλλα σώματα, τα οποία συμπεριλαμβάνονται σε

αυτή τη διαδικασία. Μια περίληψη για την τοξικολογική εκτίμηση των αφλατοξινών με αναφορά στην επίδρασή τους στην υγεία του ανθρώπου και στο περιβάλλον πραγματοποιείται με τη συνεργασία μεταξύ των ακόλουθων οργανισμών:

- Διεθνές Πρόγραμμα για τη Χημική ασφάλεια
- Διεθνής Οργανισμός για την Έρευνα του Καρκίνου
- Κοινή FAO/WHO Επιτροπή για τα πρόσθετα και τους Επιμολυντές των Τροφίμων.

Εντός της Ευρωπαϊκής ένωσης αυτή η εκτίμηση διεξάγεται υπ' ευθύνη της Επιστημονικής Επιτροπής για τα τρόφιμα. Επιπρόσθετα, αρκετές ομάδες εργασίας και ειδικές επιτροπές με εξουσιοδότηση από όλα τα κράτη μέλη προετοιμάζουν τις προτάσεις.

Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία αναγνωρίζει ότι οι μέθοδοι διαλογής ή άλλες φυσικές διαδικασίες επιτρέπουν να μειωθεί η περιεκτικότητα σε αφλατοξίνες σε διάφορα τρόφιμα όπως: στα αράπικα φιστίκια, στους ξηρούς καρπούς με κέλυφος, στα ξηρά φρούτα και στον αραβόσιτο. Έτσι, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στο εμπόριο, γίνονται αποδεκτές υψηλότερες περιεκτικότητες από τις προαναφερόμενες σε αφλατοξίνες για τα εν λόγω προϊόντα, εφόσον αυτά δεν προορίζονται για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο ή για χρήση ως συστατικά τροφίμων. Επομένως στις περιπτώσεις αυτές, τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα για τις αφλατοξίνες έχουν καθοριστεί λαμβανομένης υπόψη της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών που προαναφέρθηκαν και ειδικά για τα κελυφωτά φιστίκια είναι $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) για την Β και $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) για το άθροισμα των Β1,Β2,Β1 και Β2. Στις πατρίδες που ανιχνεύθηκαν αφλατοξίνες μέσα στα όρια που προορίζονται για διαλογή ή άλλη φυσική κατεργασία θα πρέπει να υπάρχει και ανάλογη σήμανση.

Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης των τροφίμων με τα καθορισμένα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα αφλατοξίνης, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία τα τρόφιμα αυτά θεωρούνται ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση και απαγορεύεται η χρήση τους ως συστατικά τροφίμων. Επιπλέον, απαγορεύεται να αναμειγνύονται με καθαρά από αφλατοξίνες τρόφιμα, αλλά και να υπόκεινται σε χημικές κατεργασίες για την απομάκρυνσή τους.

5.2.2. Παγκόσμια νομοθεσία

Τα πορίσματα των επιστημονικών μελετών από όλο τον κόσμο συντείνουν στο ότι η παρουσία αφλατοξινών στα τρόφιμα θέτει σε σοβαρό κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών. Αυτό έχει οδηγήσει τόσο σε εντατικούς ελέγχους όσον αφορά την παρουσία τους στα διάφορα τρόφιμα όσο και στην καθιέρωση ορίων, όπως και στην ΕΕ. Νομοθετικοί κανονισμοί για τις αφλατοξίνες υπάρχουν σε πάνω από 100 χώρες παγκοσμίως. Στις ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου, όπου η διάρκεια ζωής έχει αυξηθεί σε συνδυασμό με την βελτίωση της ποιότητας ζωής παρατηρείται μεγαλύτερη προσπάθεια όσον αφορά τον έλεγχο των αφλατοξινών. Αντίθετα στο μεγαλύτερο ποσοστό των αναπτυσσόμενων χωρών, κύριο μέλημα αποτελεί η καταπολέμηση της φτώχειας και των ασθενειών με αποτέλεσμα να μην έχουν καθιερωθεί, ευρέως, κανονισμοί για τις μυκοτοξίνες γενικότερα ή να μην είναι το ίδιο αυστηροί.

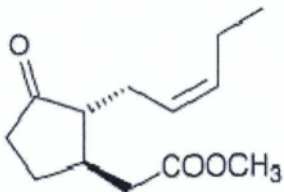
5.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ HACCP

Ο κλάδος της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών αποτελεί ζωτικό παράγοντα της οικονομίας των κρατών, λόγω των αυξανόμενων δαπανών για την αγορά ειδών διατροφής και της σημαντικής απασχόλησης εργατικού δυναμικού. Ως εκ τούτου, η ασφάλεια των τροφίμων προστατεύει τα συμφέροντα των παραγωγών και όσων σχετίζονται με την επεξεργασία και διάθεση των τροφίμων, πέρα από τον πρωταρχικό και αδιαπραγμάτευτο σκοπό της που συνιστάται στη προστασία της υγείας των καταναλωτών. Η εξασφάλιση της παραγωγής και διακίνησης ασφαλών και θρεπτικών τροφίμων είναι εφικτή μόνο στα πλαίσια εφαρμογής του νομοθετικού πλαισίου που θα καλύπτει όλη την αλυσίδα παραγωγής από το «άροτρο στο πιάτο». Η αποτελεσματικότητα των ελέγχων του τελικού προϊόντος καθιστά απαραίτητη την προληπτική εξέταση, τον συστηματικό έλεγχο και την αξιολόγηση των κινδύνων στην πρωτογενή παραγωγή, τις ενδιάμεσες διαδικασίες και στα τελικά προϊόντα. Η παραγωγή τροφίμων είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνη και νομικά υπόλογη για την παραγωγή ασφαλών τροφίμων, ενώ οι κυβερνητικοί φορείς έχουν

εποπτικό ρόλο. Η παραγωγή ασφαλών τροφίμων προϋποθέτει την υιοθέτηση δύο βασικών τακτικών:

α) εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας κρίσιμα σημεία ελέγχου (HACCP), που επικεντρώνεται στον έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας και

β) εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας (Risk Analysis) που σχετίζεται άμεσα με την υγεία των καταναλωτών



Ισομωικός μεθυλεστέρας

Η βιοσύνθεση της AFB1 στα τρόφιμα είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο φαινόμενο. Συμβάλλουν σε αυτό: το είδος του μύκητα, το είδος του τροφίμου, οι συνθήκες του περιβάλλοντος, η παρουσία άλλων συστατικών.

Επομένως, εκτός από τον συστηματικό έλεγχο, το σύστημα HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point: Ανάλυση Κινδύνων και Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου) πρέπει να εφαρμόζεται σε κάθε παραγωγική διαδικασία στον αγρό, στο εργοστάσιο, αλλά και κατά τη συσκευασία των τροφίμων. Το σημαντικότερο είναι η πρόληψη της μόλυνσης των τροφίμων και η αποφυγή αποθήκευσης σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και υγρασίας.

Από ελέγχους που έχουν γίνει στο Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων, στο πλαίσιο μεταπτυχιακών και των προπτυχιακών εργασιών, απομονώθηκαν αφλατοξινογόνοι μύκητες από διάφορα τρόφιμα χωρίς αυτά να είναι μουχλιασμένα, όπως από μπαχαρικά, ξερά φρούτα, είδη αρτοποιίας κ.ά. Αντίστοιχα, η παρουσία των μυκήτων δεν αποτελεί ένδειξη παρουσίας AFB1 που μόνο ο χημικός έλεγχος μπορεί να δείξει.

Ακόμη, σε μια ερευνητική συνεργασία του Εργαστηρίου Χημείας Τροφίμων και του Εργαστηρίου Βιοχημείας διαπιστώθηκε ότι ένας αμυντικός παράγοντας των φυτών (μια φυτοαλεξίνη), ιασμωνικός μεθυλεστεράς (methyl jasmonate) που παράγει το φυτό όταν υφίσταται εξωτερικές επιθέσεις-εντάσεις (stress) όπως είναι μια προσβολή από τοξινογόνο μύκητα, άλλοτε αναστέλλει και άλλοτε διεγείρει τη βιοσύνθεση της AFB1 σε θρεπτικό υλικό αλλά και σε ελιές.

Εφαρμογή του συστήματος HACCP κατά την επεξεργασία των σύκων

Το σύστημα αυτό είναι δυνατόν να εφαρμοστεί μετά την επεξεργασία των σύκων από τους παραγωγούς δηλαδή από το στάδιο της παραλαβής στον συνεταιρισμό. Η μέθοδος επεξεργασίας είναι με απεντόμωση. Ο αριθμός των Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου εξαρτάται από την πολυπλοκότητα και τη φύση του προϊόντος. Η χρήση του δέντρου των αποφάσεων βοηθάει στον προσδιορισμό των αναγκαίων σημείων ελέγχου τα οποία διασφαλίζουν την ασφάλεια και υγιεινή του προϊόντος. Έτσι, το δέντρο αποφάσεων διασφαλίζει την ασφάλεια και υγιεινή του προϊόντος.

Οι κίνδυνοι που προσδιορίστηκαν κατά την επεξεργασία με απεντόμωση είναι:

- α) φυσικοί κίνδυνοι, ξένα σώματα κατά το στάδιο γυρισμού από τους παραγωγούς,
- β) χημικοί που είναι δυνατόν να προέλθουν από την θείωση και την απεντόμωση και
- γ) βιολογικοί όπως η παρουσία τοξινών και οι κίνδυνοι από τη χρήση μη κατάλληλου νερού κατά το πλύσιμο.

Με βάση το διάγραμμα ροής και την εφαρμογή του δέντρου αποφάσεων προσδιορίστηκαν τέσσερα κρίσιμα σημεία ελέγχου. Το πρώτο προσδιορίστηκε κατά την παραλαβή όπου το προϊόν ελέγχεται ως προς την ύπαρξη ξένων σωμάτων(φυσικός κίνδυνος) και ως προς την ύπαρξη θείου(χημικός κίνδυνος), δεύτερο κρίσιμο σημείο μετά την απεντόμωση ως προς την ανίχνευση φωσφίνης(χημικός κίνδυνος), το τρίτο κρίσιμο σημείο κατά το πλύσιμο όπου ελέγχεται η ποιότητα του νερού(βιολογικός κίνδυνος) και το τέταρτο κατά τη συσκευασία όπου ελέγχονται οι αφλατοξίνες B1,B2,G1,G2 (συνολικά) και οι ωχρατοξίνες.

Δειγματοληψία αφλατοξινών

Αυτή η μέθοδος δειγματοληψίας εφαρμόζεται κατά τον επίσημο έλεγχο των μέγιστων επιπέδων που έχουν καθιερωθεί για την αφλατοξίνη B1 και τις συνολικές αφλατοξίνες στα ξηρά σύκα.

Μέγεθος δειγματοληψίας για τα ξηρά σύκα

Αριθμός στοιχειωδών δειγμάτων: 100-Βάρος του συνολικού δείγματος =30kg, τα οποία πρέπει να αναμειχθούν και να υποδιαιρεθούν σε τρία ίσα εργαστηριακά δείγματα των 10 kg πριν από τη σύνθλιψη (η διαίρεση αυτή σε τρία εργαστηριακά δείγματα δεν είναι αναγκαία στην περίπτωση των ξηρών σύκων που προορίζονται να υποστούν περαιτέρω διαλογή ή άλλη φυσική επεξεργασία, καθώς και στην περίπτωση που υπάρχει διαθέσιμος εξοπλισμός, ικανός να ομογενοποιήσει δείγμα 30 kg.). Κάθε εργαστηριακό δείγμα 10 kg πρέπει να συνθλίβεται χωριστά σε όσο το δυνατόν μικρότερα σωματίδια και να αναμιγνύεται επιμελώς προκειμένου να εξασφαλίζεται η πλήρης ομογενοποίησή του.

Αν δεν είναι δυνατή η εφαρμογή της μεθόδου δειγματοληψίας που περιγράφεται ανωτέρω λόγω των απαράδεκτων εμπορικών επιπτώσεων που θα προέκυπταν από ζημιά παρτίδας (λόγω της μορφής συσκευασίας, του μέσου μεταφοράς κ. λπ.) μπορεί να εφαρμόζεται εναλλακτική μέθοδος δειγματοληψίας, υπό τον όρο ότι είναι όσο το δυνατό περισσότερο αντιπροσωπευτική και ότι περιγράφεται και τεκμηριώνεται πλήρως.

5.4. Αποδοχή ή απόρριψη μιας παρτίδας

Για τα ξηρά σύκα που υποβάλλονται σε διαλογή ή άλλη φυσική επεξεργασία.

- Αποδοχή, εφόσον το συνολικό δείγμα ή ο μέσος όρος των εργαστηριακών δειγμάτων δεν υπερβαίνει το ανώτατο όριο, λαμβανομένης υπόψη της διόρθωσης για ανάκτηση και της αβεβαιότητας της μέτρησης.

- Απόρριψη, εφόσον το συνολικό δείγμα ή ο μέσος όρος των εργαστηριακών δειγμάτων υπερβαίνει το ανώτατο όριο πέραν κάθε λογικής αμφιβολίας, λαμβανομένης υπόψη της διόρθωσης για ανάκτηση και της αβεβαιότητας της μέτρησης. Για ξηρά σύκα που προορίζονται για άμεση ανθρώπινη κατανάλωση.
- Αποδοχή, εφόσον κανένα από τα εργαστηριακά δείγματα δεν υπερβαίνει το ανώτατο όριο, λαμβανομένης υπόψη της διόρθωσης για ανάκτηση και της αβεβαιότητας της μέτρησης.
- Απόρριψη, εφόσον ένα ή περισσότερα εργαστηριακά δείγματα υπερβαίνουν το ανώτατο όριο πέραν κάθε λογικής αμφιβολίας, λαμβανομένης υπόψη της διόρθωσης για ανάκτηση και της αβεβαιότητας της μέτρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Το πρόβλημα των αφλατοξινών στην Ελλάδα

6.1. Αφλατοξίνες στα Ελληνικά προϊόντα

Οι επίσημοι φορείς ελέγχου δεν δημοσιεύουν στοιχεία για την παρουσία της αφλατοξίνης Β1 (AFB1), εφόσον οι τιμές της δεν υπερβαίνουν τα ανώτερα επιτρεπτά όρια. Από έρευνες όμως που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, γνωρίζουμε τα εξής:

- Κατά το χρονικό διάστημα 1995-1996 ελέγχθηκαν 81 δείγματα γάλακτος από την Ελληνική Αγορά. Τα 32 δείγματα γάλακτος περιείχαν AFM1 (παράγωγο της AFB1) σε επίπεδα από 2,5 έως 5 ng/L, 31 περιείχαν μόνο ίχνη ενώ μόνο 9 υπερέβαιναν τα 5 ng/L, που ορίζει η νομοθεσία για την AFM1.
- Από το 2003 έως το 2006 και με αφορμή έρευνες σχετικές με τη βιοσύνθεση της AFB1 σε τρόφιμα Ελληνικού ενδιαφέροντος, όπως είναι οι ελιές, εξετάστηκε ένας μεγάλος αριθμός δειγμάτων ελιάς, όπου η παρουσία της AFB1 θεωρείται αμελητέα. Υψηλές συγκεντρώσεις AFB1 βρέθηκαν σε δείγματα που ήταν εμφανώς μουχλιασμένα. Οι έρευνες αυτές απέδειξαν ότι από μόνες τους οι ελιές δεν αποτελούν ευνοϊκό υπόστρωμα βιοσύνθεσης των αφλατοξινών.
- Κατά την περίοδο 1995-1996 εξετάστηκαν 50 δείγματα ελαιολάδου και η AFB1 βρέθηκε σε 36 δείγματα, αλλά σε πολύ χαμηλά επίπεδα (2,8-15,7 ng/Kg) και μόνο ένα δείγμα περιείχε 46 ng/Kg.
- Κατά την περίοδο 1998-2001 εξετάστηκαν άλλα 50 δείγματα ελαιολάδου, 11 περιείχαν ίχνη AFB1 και μόνο ένα δείγμα υπερέβαινε τα όρια (60 ng/Kg). Αυτό αποτελεί πολύ σημαντική βελτίωση δεδομένου ότι παλαιότερες μετρήσεις που είχαν γίνει στο εξωτερικό (1977) είχαν δείξει πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις AFB1 (5-10 μg/Kg) στα Ελληνικά και Ισπανικά ελαιόλαδα.

Στην Ελλάδα το πρόβλημα παρουσίας αφλατοξινών στα γεωργικά προϊόντα δεν είναι έντονο, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι πρέπει να υπάρχει εφησυχασμός. Κατά καιρούς , έχουν ελεγχθεί αρκετά φορτία και έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη αφλατοξινών σε γεωργικά προϊόντα με προέλευση κυρίως από την Ασία.

Λόγω του μεγάλου κινδύνου των αφλατοξινών για την υγεία του ανθρώπου, επιστήμονες εξετάζουν εδώ και δεκαετίες τις σωστές πρακτικές για την αποφυγή μόλυνσης, ωστόσο διάφορες χώρες έχουν καθιερώσει ανώτατο επιτρεπόμενο όριο παρουσίας αφλατοξινών στα διάφορα γεωργικά προϊόντα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. Γενικά

Η μόλυνση με αφλατοξίνη είναι πιθανόν να συμβεί σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, από το δέντρο μέχρι και την αποθήκευση. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν και οι καλλιεργητικές φροντίδες εκτός από τις επεμβάσεις φυτοπροστασίας, η άρδευση φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στη παραγωγή της αφλατοξίνης.

Παράγοντες στρες όπως η ξηρασία λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων και ανεπαρκούς άρδευσης έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την παραγωγή αφλατοξίνης καθώς και τους πληθυσμούς των αφλατοξινών μυκήτων. Επιπλέον η μειωμένη ευρωστία των δέντρων η οποία σχετίζεται με ελλείψεις καλλιεργητικές φροντίδες ευαισθητοποιεί τους καρπούς σε ενδεχόμενη μόλυνση και αποικισμό από τους μύκητες.

Η ανάπτυξη των μυκήτων είναι μια φυσιολογική κατάσταση τόσο στον αγρό όσο και στις αποθήκες, κατά την αποθήκευση υπάρχει πάντα κίνδυνος επιμόλυνσης. Η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία είναι δυο παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του μύκητα αλλά και την παραγωγή αφλατοξίνης.

Συνεπώς οι συνθήκες αποθήκευσης επιβάλλεται να βρίσκονται στα ιδανικά σημεία.

Το πρόβλημα είναι μεγάλο και τα αιτία του εντοπίζονται πριν αλλά και μετά τη συγκομιδή. Η παραγωγή επιβαρημένη με υψηλή ποσότητα αφλατοξίνης από το χωράφι, είναι δύσκολο έως αδύνατον να μειωθεί εντός των επιτρεπτών ορίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ποντίκης Κ.Α. « Ειδική Δενδροκομία» Γ.Π.Α. Εκδόσεις Σταμούλης, Τόμος Δεύτερος (1996).
2. Ζερφειρίδης Γρ. «Μυκοτοξίνες», Εκδόσεις Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 1-50, (1982).
3. Πασχαλίδης Χρήστος , «Λιπασματολογία, Εργ. Ασκήσεις» Εκδόσεις ΕΜΒΡΥΟ, Καλαμάτα, (2006).
4. Ηλιοπουλος Αναστάσιος Γ., «Γενική Φυτοπαθολογία», Εκδόσεις ΕΜΒΡΥΟ, Αθήνα,(2004).
5. Γαλανοπούλου Ν, Ζαμπετάκης Γ, Μαυρή Μ, Σιαφάκα Α: "Διατροφή και Χημεία Τροφίμων", Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2007.
6. Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Αθηνών: "Ασφάλεια Τροφίμων - Σύστημα HACCP".
7. Food Safety Laboratory (FSL): "Aflatoxin".

Πηγες από το διαδίκτυο.

- 01 <http://www.food-info.com>
- 02 http://www.actahort.org/books/798/798_31.htm
- 03 http://lyrasi.blogspot.gr/2012/09/blog-post_13.html
- 04 http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm
- 05 http://wikipedia.qwika.com/en2el/Aflatoxin_total_synthesis
- 06 <http://www.icrisat.org/aflatoxin/aflatoxin.asp>
- 07 <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/aflatoxin/aflatoxin.html>
- 08 <http://www.aspergillusflavus.org>
- 09 <http://www.agratech.gr/kanonismos.html>
- 10 <http://www.sykiki.gr>
- 11 <http://www.minagric.gr>
- 12 <http://www.en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus>
- 13 <http://www.en.wikipedia.org/wiki/Aflatoxin>
- 14 <http://www.efet.gr/>