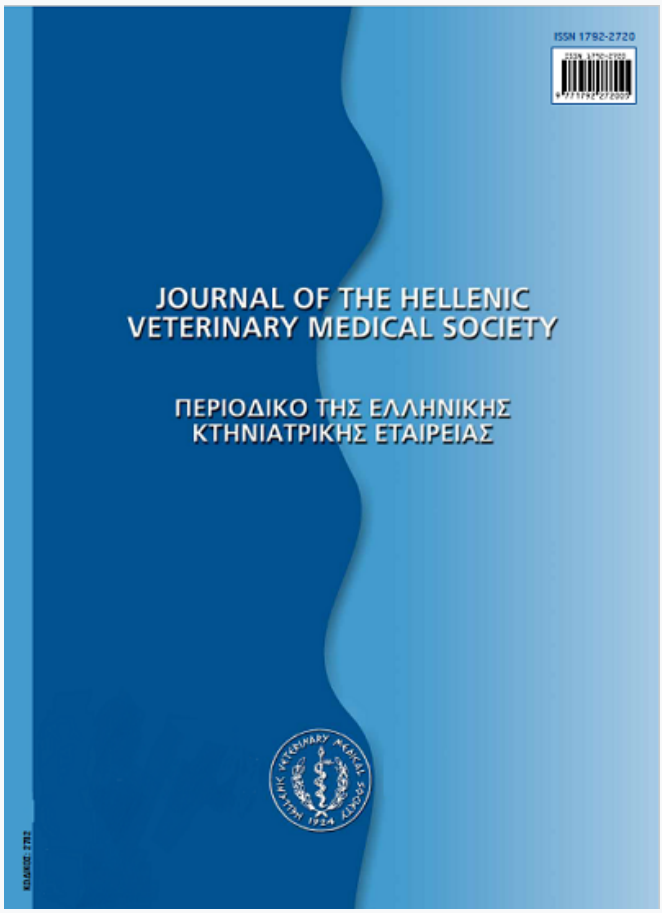
ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 62, No 1 (2011)



Aflatoxin effects on animals health and milk composition of the ruminants

G. D. KOUROUSEKOS (Γ.Δ. ΚΟΥΡΟΥΣΕΚΟΣ)

doi: 10.12681/jhvms.14834

To cite this article:

KOUROUSEKOS (Γ.Δ. ΚΟΥΡΟΥΣΕΚΟΣ) G. D. (2017). Aflatoxin effects on animals health and milk composition of the ruminants. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *62*(1), 38–47. https://doi.org/10.12681/jhvms.14834

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 24/08/2025 11:18:33

JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY 2011, 62(1): 38-47
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2011, 62(1): 38-47

Review article
Ανασκόπηση

Aflatoxin effects on animals health and milk composition of the ruminants

Kourousekos G. D., DVM, PhD

Department of Animal Production, Technological Educational Institute of Larissa, Greece

Επιδράσεις των αφλατοξινών στην υγεία των ζώων και στη χημική σύσταση του γάλακτος των μηρυκαστικών

Γ. Δ. Κουρουσέκος, DVM, PhD

Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας

ABSTRACT. Aflatoxins constitute toxic metabolites of the fungi *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* and are considered to be the mycotoxins, first detected and researched by the scientists. Aflatoxin consumption by animals or humans could lead to their organism function disorder, mainly depending on the duration of consumption and the quantity of the toxin. Such disorders, caused by aflatoxins and/or by other mycotoxins as well, could seriously affect animal production, the quality of the foods of animal origin and also the farmers income. After aflatoxin B1 is consumed by lactating animals, it is metabolised to aflatoxin M1, which is excreted into the milk. As a consequence of aflatoxin influence on the general condition of animals, together with the excretion into the milk, the effects on milk quality, including changes in some milk components concentration could be considered as possible. Unfortunately, the present literature regarding this suggestion is inadequate. The reports regarding aflatoxin effects on the general condition of animals are mainly related with basic parameters, whose change can influence animal production. Such parameters are the body weight and the biochemical parameters of liver and kidneys. Reduction of body weight, decreased food consumption, increased concentrations of aspartate aminotransferase and probably of alanine aminotransferase, extensive liver damage are reported by most authors. As for the milk fat concentration, some researchers did not reveal any aflatoxin effects on fat values, while others report a significant reduction of milk fatty acids. These results were attributed to the inhibition or the decreased production of some enzymes, appropriate for fatty acids synthesis, such as synthetase. Regarding the milk protein content, no aflatoxin effects on it are reported. Most researchers make reason for a slight increase of total protein blood levels after aflatoxin consumption as well as for RNA polymerase suspended action, resulting in the inhibition of a lot of metabolic reactions, such as protein synthesis. Moreover, no significant changes were recorded concerning either the milk lactose content or the glucose blood concentration, after aflatoxin consumption. The likelihood of the possible aflatoxin effects on udder health, resulting in mastitis, or on somatic cell count and total microbial count changes cannot be supported by the up-today existing data. Additionally, these parameters could be affected by a variety of factors, requiring, for this reason, extensive research.

Keywords: aflatoxins – milk – components – milk synthesis – fat

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Οι αφλατοξίνες αποτελούν τοξικούς μεταβολίτες των μυκήτων *Aspergillus flavus* και *Aspergillus parasiticus* και είναι από τις πρώτες μυκοτοξίνες που ταυτοποιήθηκαν και απασχόλησαν την επιστημονική κοινότητα. Η κατανάλωση των αφλατοξινών από τον άνθρωπο ή τα ζώα, μέσω της τροφής, οδηγεί σε διαταραχή της φυσιολογικής λειτουργίας του οργανισμού. Οι διαταραχές που προκαλούν οι αφλατοξίνες, όπως και άλλες μυκοτοξίνες, έχουν επιπτώσεις στις αποδόσεις των ζώων και στην ποιότητα των προϊόντων που παράγονται από αυτά καθώς και στις οικονομικές απολαβές των κτηνοτρόφων. Η κατανάλωση

Correspondence: Kourousekos G.
10A, Epimenidou str., 546 33, Ano Poli, Thessaloniki
Tel.: 6972268002, E-mail: Kourousekos@gmail.com

Αλληλογραφία: Γ. Κουρουσέκος
Επιμενίδου 10 Α, 546 33, Άνω Πόλη, Θεσσαλονίκη
Τηλ.: 6972268002, E-mail: Kourousekos@gmail.com

Submission date: 16.06.2010
Approval date: 21.01.2011

Ημερομηνία υποβολής: 16.06.2010
Ημερομηνία εγκρίσεως: 21.01.2011

της αφλατοξίνης Β1 από τα ζώα γαλακτοπαραγωγής οδηγεί στο μεταβολισμό της σε αφλατοξίνη Μ1 η οποία απεκκρίνεται με το γάλα. Άμεση συνέπεια των διαταραχών, που προκαλούν οι αφλατοξίνες στη γενική κατάσταση των ζώων, σε συνδυασμό με την απέκκριση στο γάλα, θα μπορούσε να αποτελέσει η επιρροή στην ποιότητα του γάλακτος, μεταβάλλοντας τη συγκέντρωση ή την περιεκτικότητά του τελευταίου σε διάφορα συστατικά. Δυστυχώς, η, μέχρι σήμερα, βιβλιογραφία γύρω από το συγκεκριμένο θέμα παρουσιάζεται ανεπαρκής. Οι αναφορές για τις επιπτώσεις των αφλατοξινών στη γενική κατάσταση των ζώων σχετίζονται κυρίως με τη μελέτη βασικών παραμέτρων, η μεταβολή των οποίων οδηγεί σε μείωση των αποδόσεων. Τέτοιες παράμετροι είναι κυρίως το σωματικό βάρος και τα βιοχημικά ένζυμα του ήπατος και των νεφρών. Αναφέρονται μείωση του σωματικού βάρους, μειωμένη κατανάλωση τροφής, αυξημένες τιμές της ασπαρτικής αμινοτρανσφεράσης και πιθανώς της αλανινικής αμινοτρανσφεράσης, εκτεταμένες βλάβες στο ήπαρ. Αναφορικά με τη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, ορισμένοι ερευνητές δεν εντόπισαν επίδραση των αφλατοξινών στις τιμές του λίπους, ενώ από άλλους γίνεται λόγος για μείωση της ποσότητας των παραγόμενων λιπαρών οξέων. Θεωρήθηκε πιθανό η αφλατοξίνη να εμπλέκεται στην αναστολή ή τη μειωμένη παραγωγή των ενζύμων που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των λιπαρών οξέων, όπως η συνθετάση. Σχετικά με τις πρωτεΐνες, δεν αναφέρονται επιδράσεις των αφλατοξινών στην περιεκτικότητα του γάλακτος σε αυτές. Οι περισσότερες αναφορές σχετίζονται με τα επίπεδα των πρωτεϊνών στο αίμα ή στους ιστούς και κάνουν λόγο για μικρή αύξηση στις τιμές των ολικών πρωτεϊνών του αίματος μετά από κατανάλωση αφλατοξίνης, αναστολή της δράσης της RNA πολυμεράσης και δέσμευση του RNA, με αποτέλεσμα πολλές μεταβολικές λειτουργίες να αναστέλλονται, συμπεριλαμβανομένης και της σύνθεσης πρωτεϊνών. Επιπλέον, δεν αναφέρονται σημαντικές μεταβολές στην περιεκτικότητα του γάλακτος σε λακτόζη ούτε και ιδιαίτερη επίδραση στις τιμές της γλυκόζης του ορού του αίματος μετά από χορήγηση αφλατοξίνης. Με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα δεν μπορεί να γίνει λόγος για πιθανή συσχέτιση των αφλατοξινών με την εμφάνιση μαστίτιδας καθώς και με μεταβολές στον αριθμό σωματικών κυττάρων και την ολική μικροβιακή χλωρίδα. Εξάλλου, οι τελευταίες παράμετροι επηρεάζονται από μια μεγάλη ποικιλία παραγόντων και για αυτό η διερεύνησή τους απαιτεί εκτεταμένη έρευνα.

Λέξεις ευρετηρίασης: αφλατοξίνες – γάλα – συστατικά – χημική σύσταση – λίπος

Εισαγωγή

Οι μυκοτοξίνες (mycotoxins) είναι τοξικοί μεταβολίτες ορισμένων ειδών μυκήτων. Παράγονται κατά τη φάση της καλλιέργειας αλλά και της συγκομιδής και αποθήκευσης των ζωοτροφών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή μυκοτοξινών είναι η μόλυνση των φυτών από μύκητες πριν ή μετά από την επεξεργασία τους (ζωοτροφές) (Εικόνα 1). Οι ζωοτροφές που προσβάλλονται συχνότερα είναι το καλαμπόκι, το κριθάρι, το σιτάρι, η βρώμη, η σόγια και ο βαμβακόσπορος (Diekman και Green 1992).

Οι κυριότεροι μύκητες, υπεύθυνοι για την παραγωγή μυκοτοξινών, ανήκουν στα γένη *Aspergillus, Fusarium* και *Penicillium*. Οι μυκοτοξίνες, τις οποίες παράγουν, είναι κυρίως οι αφλατοξίνες (aflatoxins), οι τριχοθεσίνες (trechothecenes), η ζεαραλενόνη (zearalenone), η ωχρατοξίνη (ochratoxin) και οι φουμονισίνες (fumonisins). Οι αφλατοξίνες ήταν από τις πρώτες μυκοτοξίνες που ανιχνεύθηκαν και ταυτοποιήθηκαν, ενώ, ακόμη και σήμερα, οι επιδράσεις και ο μηχανισμός δράσης τους συνεχίζουν να διερευνώνται. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η αφλατοξίνη Β1 ανιχνεύεται περισσότερο συχνά και είναι η πλέον δραστική σε σχέση με τις υπόλοιπες αφλατοξίνες (Diekman και Green 1992). Η κατανάλωση των αφλατοξινών, όπως και άλλων μυκοτοξινών, από τον άνθρωπο ή τα ζώα, μέσω της τροφής, οδηγεί σε διαταραχές της φυσιολογικής λειτουργίας του οργανισμού τους. Οι διαταραχές αυτές έχουν επιπτώσεις στις αποδόσεις των ζώων και στην ποιότητα των προϊόντων που παράγονται από αυτά καθώς και στις οικονομικές απολαβές των κτηνοτρόφων (Diekman και Green 1992).

Η κατανάλωση της αφλατοξίνης Β1 από τα ζώα γαλακτοπαραγωγής οδηγεί στο μεταβολισμό της σε αφλατοξίνη Μ1 η οποία απεκκρίνεται με το γάλα (Εικόνα 1). Η εν λόγω αφλατοξίνη έχει ανιχνευθεί στο γάλα της αγελάδας, της προβατίνας, της αίγας, του βουβάλου, της καμήλας (Galvano και συν. 1996), αλλά και της γυναίκας (El-Nezami και συν. 1995). Οι περισσότερες μελέτες, που αφορούν στο παστεριωμένο και λιγότερο στο νωπό γάλα, φανερώνουν την παρουσία της Μ1, αλλά συνήθως σε επίπεδα χαμηλότερα από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια, που ισχύουν σε κάθε χώρα (Roussi και συν. 2002, Nakajima και συν. 2004, Galvano και συν. 2001, Srivastava και συν. 2001, Garrido και συν. 2003, Κουρουσέκος και συν. 2006). Αντίθετα, σε περιοχές με τροπικό ή υποτροπικό κλίμα η Μ1 ανευρίσκεται στο αγελαδινό γάλα σε υψηλές συγκεντρώσεις (Elgerbi και συν. 2004).

Άμεση συνέπεια των διαταραχών, που προκαλούν οι αφλατοξίνες στη γενική κατάσταση της υγείας των ζώων, σε συνδυασμό με την απέκκριση στο γάλα, θα

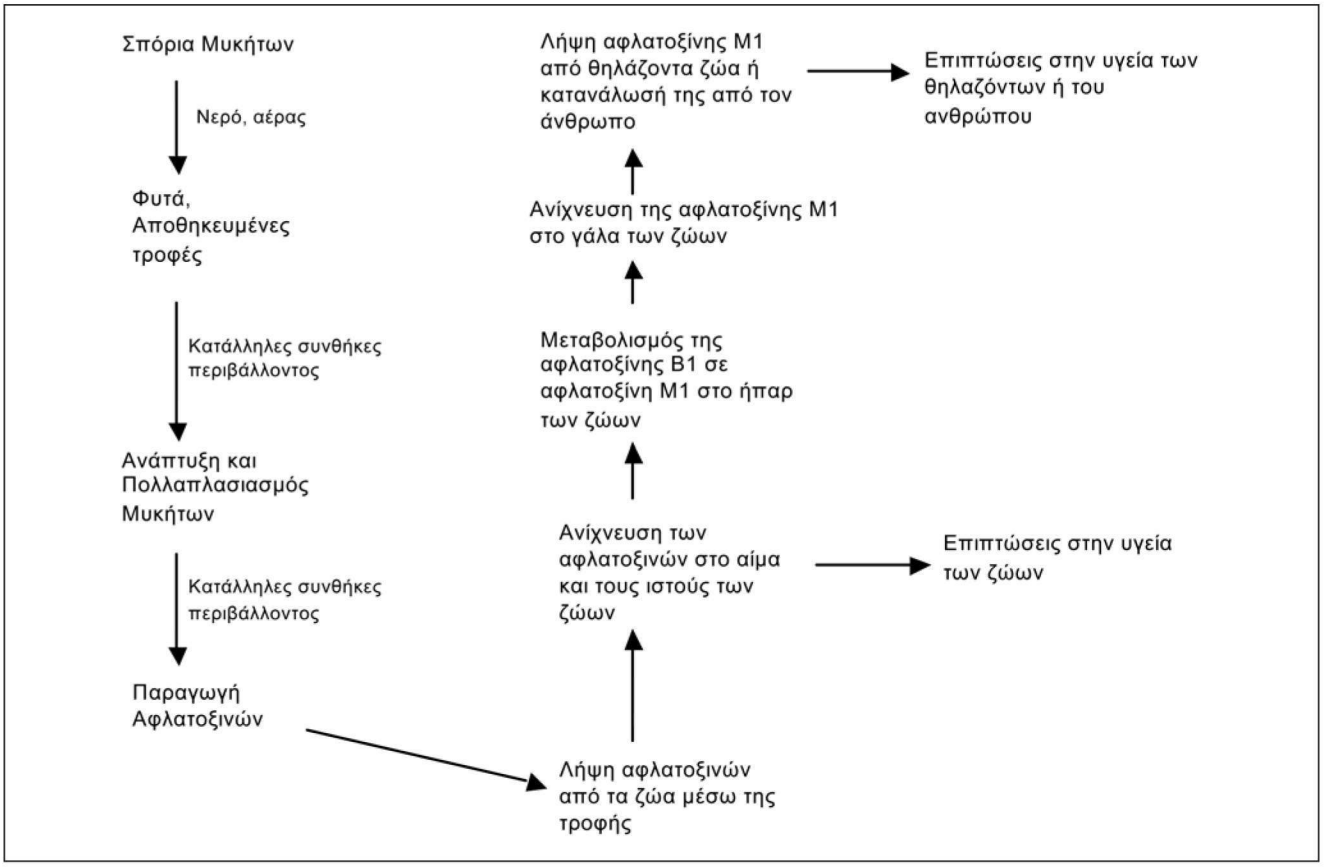


Figure 1. Aflatoxin production and aflatoxin consumption by animals or human.

Εικόνα 1. Παραγωγή αφλατοξινών και λήψη τους από τα ζώα ή τον άνθρωπο.

μπορούσε να θεωρηθεί η επίδραση στην ποιότητα του γάλακτος, μεταβάλλοντας την περιεκτικότητα του τελευταίου σε διάφορα συστατικά. Δυστυχώς, η, μέχρι σήμερα, προσιτή βιβλιογραφία, γύρω από το συγκεκριμένο θέμα, παρουσιάζεται ανεπαρκής.

Αφλατοξίνες και γενική κατάσταση της υγείας των ζώων

Γενικά, τα μηρυκαστικά εμφανίζονται πιο ανθεκτικά στην κατανάλωση αφλατοξινών, σε σχέση με άλλα ζώα, που λειτουργούν ως μονογαστρικά (Jouany και συν. 2009). Τα γενικά κλινικά συμπτώματα που καταγράφονται συνήθως μετά από τη χρόνια κατανάλωση αφλατοξινών ή τη λήψη τους από τα ζώα σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι μειωμένη κατανάλωση τροφής, μείωση του μεταβολισμού, μείωση της ανάπτυξης και της παραγωγής, μείωση της ανοσίας έναντι παρασίτων και μικροβίων, ρινικό έκκριμα, δύσπνοια, βήχας, λήθαργος, ίκτερος, καθώς και άλλα συμπτώματα, όπως αιμορραγίες στους μυς ή στις σωματικές κοιλότητες (Jacobsen και συν. 1993, Diekman και Green 1992, Clark και συν. 1984). Η μόλυνση των ζωοτροφών από τις αφλατοξίνες δεν αποτελεί σπάνιο φαινόμενο και η κατανάλωσή τους από τα ζώα οδηγεί συχνά στην εμφάνιση των παραπάνω γενικών συμπτωμάτων, λαμβάνοντας, σε ορισμένες περιπτώσεις, διαστάσεις «επιδημίας» (Osweiler και Trampel 1985, Colvin και συν. 1984, Hall και συν. 1989). Οι Samarajeewa και συν. (1975) αναφέρουν μόλυνση και πολλούς θανάτους νεαρών αιγών που τρέφονταν με συμπυκνωμένη ζωοτροφή προσβεβλημένη από αφλατοξίνες. Τα ζώα κατανάλωναν ημερησίως 400 g περίπου από την παραπάνω ζωοτροφή, για χρονικό διάστημα 4 μηνών, τουλάχιστον. Η ανάλυση της τροφής έδειξε την παρουσία 0,15 μg αφλατοξίνης B1/g τροφής και 0,23 μg αφλατοξίνης G1/g τροφής. Οι πιθανότητες δηλητηρίασης ή τοξίνωσης από άλλα αίτια αποκλείστηκαν έπειτα από τη διεξαγωγή απαραίτητων ελέγχων. Οι βλάβες του ήπατος των ζώων, που εξετάστηκαν νεκροτομικά, υπήρξαν σοβαρές και εκτεταμένες. Στη συγκεκριμένη έρευνα, η ημερήσια κατανάλωση αφλατοξίνης B1 με την τροφή υπολογίζεται σε 0,06

Table 1. Aflatoxin effects on body weight and serum biochemical parameters in various animal species.

Πίνακας 1. Επίδραση των αφλατοξινών στο σωματικό βάρος και στις βιοχημικές παραμέτρους του αίματος διαφόρων ειδών ζώων.

Είδος ζώου	Επίδραση	Χορηγούμενη ποσότητα αφλατοξίνης	Βιβλιογραφική αναφορά
Αίγα	* Σ.Β.**	0,1 mg/kg Σ.Β./ημ. για 34 ημ.	Miller και συν. (1984)
Αίγα	Σ.Β., † AST‡	0,1 mg/kg Σ.Β./ημ. για 34 ημ.	Clark και συν. (1984)
Αίγα	LDH££, ALT£	32 – 470 ppb	Bingol και συν. (2007)
Πρόβατο	Σ.Β., ALT & ALP***	128 μg/ζώο/ημ. για 14 ημ.	Battacone και συν. (2003)
Πρόβατο	Σ.Β.	2 ppm/ημ. για 37 ημ.	Fernandez και συν. (2000)
Πρόβατο	Σ.Β.	2,5 ppm/ημ. για 21 ημ.	Fernandez και συν. (1996)
Βοοειδή	Σ.Β.	5 ppm/ημ. για 21 ημ.	Neathery και συν. (1980)
Βοοειδή	όχι σημαντικές διαφορές ως προς την πρόσκτηση βάρους	0,5-2 μg/l γάλακτος/ημ. για 6 εβδ.	Van Dijk και συν. (1984)
Όρνιθα	Σ.Β.	0,5 και 1 mg/kg τροφής για 15 ημ.	Nageswara και συν. (1999)
Όρνιθα	AST και ALT	50 και 100 ppb	Oguz και συν. (2002)
Ορτύκι	Σ.Β.	5 και 10 μg/g τροφής για 15 ημ.	Doerr και Ottinger (1980)
Ορτύκι	AST και ALT	3 ppm/ημ. για 35 ημ.	Madheswaran και συν. (2004)
Ιπποειδή	δραστηριότητα ηπατικών ενζύμων	2 mg/kg Σ.Β./ημ. για 5 ημ.	Aller και συν. (1981)
Ιπποειδή	κυρίως αιμορραγική εντερίτιδα	2 mg/kg Σ.Β. άπαξ	Bortell και συν. (1983)
Κόνικλος	Σ.Β.	2 ppm/ημ./ζώο για 4 μήνες	Dimitri και συν. (1998)

*: μείωση † : αύξηση
‡ AST: ασπαρτική αμινοτρανσφεράση
*** ALP: αλκαλική φωσφατάση
** Σ.Β.: σωματικό βάρος
£ ALT: αλανινική αμινοτρανσφεράση
££ LDH: γαλακτική δεϋδρογενάση

mg/ζώο. Πρόκειται, δηλαδή, για συγκέντρωση αφλατοξίνης που θα μπορούσε να υφίσταται σε συνθήκες εκτροφής.

Οι αναφορές για τις επιπτώσεις των αφλατοξινών στη γενική κατάσταση της υγείας των ζώων στηρίζονται κυρίως στη μελέτη βασικών παραμέτρων, η μακροχρόνια μεταβολή των οποίων οδηγεί σε μείωση των αποδόσεων. Τέτοιες παράμετροι είναι το σωματικό βάρος και η δραστηριότητα ορισμένων βιοχημικών ενζύμων, κυρίως του ήπατος.

Σε ό,τι αφορά το σωματικό βάρος, οι περισσότεροι ερευνητές αναφέρουν μείωση μετά από χορήγηση αφλατοξινών σε ζώα, όπως φαίνεται και στον πίνακα 1. Συχνές είναι οι αναφορές για μειωμένη πρόσκτηση βάρους όταν οι αφλατοξίνες χορηγούνται σε νεαρά, αναπτυσσόμενα ζώα. Σχετικά με τα μηρυκαστικά, οι Miller και συν. (1984) και οι Clark και συν. (1984) κατέγραψαν μείωση του σωματικού βάρους των αιγών που λάμβαναν αφλατοξίνη B1. Οι Fernandez και συν. (1996) παρατήρησαν σημαντική μείωση του σωματικού βάρους αμνών έπειτα από χορήγηση αφλατοξίνης. Επίσης, στην ίδια έρευνα, διαπιστώθηκε και σημαντική μείωση της μέσης ημερήσιας πρόσκτησης βάρους στους αμνούς που λάμβαναν αφλατοξίνη, σε σχέση με τους μάρτυρες. Επιπλέον, το βάρος του ήπατος των ζώων που λάμβαναν αφλατοξίνη ήταν σημαντικά μικρότερο συγκριτικά με εκείνο των μαρτύρων. Σε παρόμοια έρευνα των ίδιων ερευνητών (Fernandez και συν. 2000) παρατηρήθηκε, επίσης, μείωση του σωματικού βάρους αμνών που έλαβαν αφλατοξίνη. Μείωση του σωματικού βάρους παρατηρήθηκε και στα βοοειδή όταν τους χορηγήθηκε αφλατοξίνη για 21 ημέρες (Neathery και συν. 1980). Η συγκεκριμένη έρευνα αφορούσε σε μόσχους, στους οποίους η χορήγηση αφλατοξίνης προκάλεσε μειωμένη πρόσληψη τροφής και πρόσκτηση βάρους, ενώ στο ήπαρ των, εν λόγω, ζώων δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογα ευρήματα. Αντίθετα, σε έρευνα των Battacone και συν. (2003) το σωματικό βάρος προβατίνων που λάμβαναν αφλατοξίνη αυξήθηκε. Αναφορικά με άλλα είδη ζώων, οι Nageswara και συν. (1999) διαπίστωσαν μείωση του σωματικού βάρους ορνίθων έπειτα από χορήγηση αφλατοξίνης στην τροφή για 15 ημέρες. Η μείωση του βάρους ήταν ανάλογη με τη χορηγούμενη ποσότητα αφλατοξίνης. Όταν οι Doerr και Ottinger (1980)

χορήγησαν σε νεαρά ορτύκια αφλατοξίνη με την τροφή για 3 εβδομάδες, παρατήρησαν στατιστικά σημαντική απώλεια βάρους, καθώς και σημαντική αύξηση του βάρους του ήπατος. Αξιόλογη υπήρξε και η μείωση του βάρους των όρχεων και των ωοθηκών των ζώων που λάμβαναν αφλατοξίνη, γεγονός που θα μπορούσε να έχει επίδραση στη γενετήσια ωριμότητα των ζώων. Ανάλογα αποτελέσματα παρουσιάζει και η έρευνα των Dimitri και συν. (1998) που πραγματοποιήθηκε σε κονίκλους. Εκτός από τη μείωση του σωματικού βάρους, διαπιστώθηκαν σημαντικά παθολογοανατομικά ευρήματα αλλά και αυξημένη συγκέντρωση της αφλατοξίνης στο μυϊκό ιστό των ζώων.

Αναφορικά με την επίδραση των αφλατοξινών σε βιοχημικές παραμέτρους του αίματος, οι ερευνητικές προσπάθειες επικεντρώνονται κυρίως στις παραμέτρους που σχετίζονται με το ήπαρ, όπως: ασπαρτική αμινοτρανσφεράση (AST), αλανινική αμινοτρανσφεράση (ALT), γαλακτική δεϋδρογενάση (LDH), αλκαλική φωσφατάση (ALP) κ.ά. Τα αποτελέσματα ποικίλουν από έρευνα σε έρευνα καθώς και ανάλογα με το είδος του ζώου. Σχετικά με τα μικρά μηρυκαστικά, οι Clark και συν. (1984) αναφέρουν αύξηση των τιμών της AST και καμία επίδραση στις τιμές της ALT και ALP έπειτα από χορήγηση αφλατοξίνης B1 σε τράγους. Αύξηση της δραστηριότητας της AST σε αίγες που λάμβαναν αφλατοξίνη αναφέρουν και οι Maryamma και Sivadas (1975), ενώ οι Battacone και συν. (2003) παρατήρησαν αύξηση στις τιμές της ALT και της ALP και καμία επίδραση σε αυτές της AST έπειτα από χορήγηση αφλατοξίνης σε προβατίνες. Αντίθετα, οι Bingol και συν. (2007) διαπίστωσαν μείωση των τιμών της ALT έπειτα από χορήγηση αφλατοξίνης σε αίγες. Στην ίδια έρευνα, όμως, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των τιμών της LDH στο αίμα των αιγών που λάμβαναν αφλατοξίνη. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα αποτελέσματα ερευνών που αφορούν σε άλλα είδη ζώων. Για παράδειγμα, η χορήγηση αφλατοξίνης σε όρνιθες οδήγησε σε σημαντική αύξηση των τιμών της AST και της ALT στο αίμα των παραπάνω ζώων (Oguz και συν. 2002). Στο ίδιο συμπέρασμα, δηλαδή σε αύξηση των τιμών της AST και της ALT, κατέληξε και η έρευνα των Madheswaran και συν. (2004), οι οποίοι χορήγησαν αφλατοξίνη σε ορτύκια για 35 ημέρες. Ακόμη, σε έρευνα των Aller και συν. (1981), η χορήγηση υψηλής δόσης αφλατοξίνης (2 mg/kg Σ.Β./ημέρα) σε νεαρούς ίππους για 5 ημέρες, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών των περισσότερων ηπατικών ενζύμων του αίματος των παραπάνω ζώων.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, φαίνεται ότι τα αποτελέσματα της επίδρασης των αφλατοξινών στις αναφερθείσες παραμέτρους εξαρτώνται από την ποσότητα της χορηγούμενης τοξίνης, καθώς και από τη διάρκεια χορήγησής της.

Στον πίνακα 1 παραθέτονται συνοπτικά ορισμένες βιβλιογραφικές αναφορές που σχετίζονται με την επίδραση των αφλατοξινών στο σωματικό βάρος και στις βιοχημικές παραμέτρους του αίματος τόσο των μηρυκαστικών όσο και άλλων ειδών ζώων.

Αφλατοξίνες και χημική σύσταση του γάλακτος

Γενικά

Τα βασικά χημικά συστατικά του γάλακτος είναι το λίπος, οι πρωτεΐνες και η λακτόζη, τα οποία συντίθενται στα κύτταρα του μαστού. Οι πρωτεΐνες και η λακτόζη σχηματίζονται στο μαστό από αμινοξέα και γλυκόζη αντίστοιχα, που προσκομίζονται στο μαστό με την κυκλοφορία του αίματος. Το λίπος συντίθεται από λιπαρά οξέα, ένα μέρος των οποίων προέρχεται από την κυκλοφορία του αίματος, ενώ το υπόλοιπο παράγεται στο μαστό (Μάντης 1993).

Ειδικότερα, το λίπος του γάλακτος συνίσταται τόσο από λιπαρά οξέα μικρής (4-15 άτομα άνθρακα – περίπου 30% του συνόλου των λιπαρών οξέων) όσο και μακράς αλύσου (από 16 άτομα άνθρακα και πάνω – περίπου 70% του συνόλου των λιπαρών οξέων). Φαίνεται ότι τα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου που εντοπίζονται στο γάλα προέρχονται από τα τριγλυκερίδια του αίματος, ενώ αυτά μικρής αλύσου συνθέτονται στο μαστό από το οξικό και το β-υδροξυβουτυρικό οξύ. Σύμφωνα με τους Dimick και συν. (1970), από το β-υδροξυβουτυρικό οξύ παράγεται και ένα μέρος των λιπαρών οξέων του γάλακτος με 16 άτομα άνθρακα. Οι Gerson και συν. (1968) βρήκαν ότι κάποια λιπαρά οξέα με 16 άτομα άνθρακα στο μόριό τους, αλλά κυρίως εκείνα με 18 άτομα άνθρακα, προέρχονταν από τα γλυκερίδια του αίματος.

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε χημικά συστατικά επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες, με αποτέλεσμα οι τιμές των επιμέρους συστατικών να ποικίλουν από ζώο σε ζώο αλλά και από ημέρα σε ημέρα. Τέτοιοι παράγοντες είναι (Μάντης 1993):

- Το επίπεδο γαλακτοπαραγωγής

Table 2. Aflatoxin effects on milk's chemical components or on their production processes in animals.

Πίνακας 2. Επίδραση των αφλατοξινών στα συστατικά του γάλακτος ή στις διαδικασίες παραγωγής τους στον οργανισμό των ζώων.

Χημικό συστατικό	Επίδραση αφλατοξίνης	Βιβλιογραφική αναφορά
Λίπος	Μείωση συνολικής παραγωγής λίπους γάλακτος	Mertens και Wyatt (1976)
	Μείωση λιπαρών οξέων με 8-14 άτομα C στο γάλα	McGrew και συν. (1982)
	Αναστολή σύνθεσης λιπαρών οξέων	Donaldson και συν. (1972)
	Μείωση λιποπεριεκτικότητας γάλακτος	Κουρουσέκος και συν. (2008)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Battacone και συν. (2003)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Smith και συν. (1994)
Πρωτεΐνες	Αύξηση ολικών πρωτεϊνών αίματος	Clark και συν. (1984)
	Αναστολή σύνθεσης πρωτεϊνών ή ενζύμων	Wogan και Friedman (1968)
	Αναστολή σύνθεσης πρωτεϊνών ή ενζύμων	John και Miller (1969)
	Αναστολή σύνθεσης πρωτεϊνών ή ενζύμων	Kato και συν. (1970)
	Αναστολή σχηματισμού πεπτιδίων	Voigt και συν. (1980)
	Ανσατολή σύνθεσης πρωτεϊνών	Sidransky και συν. (1977)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Battacone και συν. (2003)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Smith και συν. (1994)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Κουρουσέκος και συν. (2008)
Λακτόζη	Μείωση της γλυκόζης του αίματος	Applebaum και Marth (1983)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Battacone και συν. (2003)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Smith και συν. (1994)
	Καμία επίδραση στο γάλα	Κουρουσέκος και συν. (2008)

- Το στάδιο γαλακτικής περιόδου
- Η υγεία του μαστού
- Κλιματικοί παράγοντες
- Ο τρόπος αρμέγματος
- Η διατροφή.

Για παράδειγμα, η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος εξαρτώμενη από το επίπεδο γαλακτοπαραγωγής, παρουσιάζεται μειωμένη όταν η παραγόμενη ποσότητα γάλακτος είναι υψηλή, ενώ αυξάνεται όταν η γαλακτοπαραγωγή ελαττώνεται (Ζυγογιάννης και Κατσαούνης 1992). Επίσης, η λιποπεριεκτικότητα αυξάνεται, συνήθως, προς το τέλος της γαλακτικής περιόδου. Για παράδειγμα, το λίπος του αίγειου γάλακτος έχει υψηλή τιμή κατά την 1η εβδομάδα της γαλακτικής περιόδου (7,8%), στη συνέχεια μειώνεται σε επίπεδα 4,5-5,0% για να αυξηθεί και πάλι μετά την 20η εβδομάδα γαλακτοπαραγωγής (Zygogiannis και Katsaounis 1986). Σχετικά με την υγεία του μαστού, οι Bansal και συν. (2005) παρατήρησαν, κατά τη διάρκεια μαστίτιδας σε αγελάδες, αύξηση των πρωτεϊνών και του αριθμού σωματικών κυττάρων και μείωση του λίπους και της λακτόζης του γάλακτος.

Αναφορικά με την περιεκτικότητα του γάλακτος σε λακτόζη, παρατηρήθηκε ότι επηρεάζεται από το στάδιο της γαλακτικής περιόδου. Βρέθηκε υψηλή κατά τις πρώτες 10 εβδομάδες μετά τον απογαλακτισμό ενώ στη συνέχεια μειώθηκε μέχρι το τέλος της γαλακτικής περιόδου των αιγών (Γούλας 1993). Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, η λακτόζη παραμένει σταθερή χωρίς διακυμάνσεις σε όλη τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου (Mba και συν. 1975, Boros 1986).

Οποιαδήποτε μεταβολή σε έναν ή περισσότερους από τους παράγοντες, που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των χημικών συστατικών του γάλακτος, μπορεί να οδηγήσει, ανάλογα, σε αύξηση ή μείωση της ποσότητας των χημικών συστατικών, γεγονός που επιδρά στην ποιότητα αλλά και στην εμπορική αξία του γάλακτος. Δεδομένων α) της συχνής παρουσίας των αφλατοξινών στις ζωοτροφές και στο γάλα, β) της επίδρασης των αφλατοξινών στη γενική κατάσταση της υγείας των ζώων και γ) της, υψίστης σημασίας, θρεπτικής αξίας του γάλακτος, αλλά και λόγω του ότι η περιεκτικότητά του σε χημικά συστατικά επηρεάζεται από ένα ευρύ φάσμα παραγόντων, ορισμένες μεταβολές στην ποσότητα των συστατικών του γάλακτος θα μπορούσαν να είναι άμεσο ή έμμεσο αποτέλεσμα της δράσης των αφλατοξινών.

Λίπος

Με βάση τις υπάρχουσες αναφορές, φαίνεται ότι η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπος επηρεάζεται από τις αφλατοξίνες, μέσω της μειωμένης σύνθεσης λιπαρών οξέων, αν και ορισμένοι ερευνητές δεν αναφέρουν επίδραση των αφλατοξινών στη λιποπεριεκτικότητα (Πίνακας 2). Οι McGrew και συν. (1982) χορήγησαν αφλατοξίνη B1 ή συνδυασμό αφλατοξίνης με φαινοβαρβιτάλη σε αγελάδες. Διαπίστωσαν ότι η συνολική παραγωγή του λίπους του γάλακτος δε μεταβλήθηκε, σε αντίθεση με παλαιότερη παρατήρηση των Mertens και Wyatt (1976). Το γεγονός αυτό αποδόθηκε στη μικρότερη δόση αφλατοξίνης B1 που χρησιμοποιήθηκε και στη μικρότερη χρονική διάρκεια λήψης της τοξίνης κατά την έρευνα των McGrew και συν. Παρόλα αυτά, στην ίδια μελέτη, παρατηρήθηκε ότι στο γάλα των ζώων που λάμβαναν αφλατοξίνη B1, υπήρξε μείωση της ποσότητας των παραγόμενων λιπαρών οξέων, που έφεραν στο μόριό τους από 8 έως 14 άτομα άνθρακα. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές θεώρησαν πιθανό η αφλατοξίνη να εμπλέκεται στην αναστολή της συνθετάσης των λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα η παραγόμενη ποσότητα των τελευταίων να μειώνεται. Την πιθανότητα αυτή στήριξαν στη μελέτη των Donaldson και συν. (1972), οι οποίοι έδειξαν ότι η χορήγηση 10 μg αφλατοξίνης B1/g τροφής για 3 εβδομάδες μείωσε τη δράση του μικροσωμικού συστήματος της σύνθεσης των λιπαρών οξέων, όπως και τη συνθετάση των λιπαρών οξέων στο ήπαρ ορνιθίων. Πιο συγκεκριμένα πρότειναν ότι η αφλατοξίνη μειώνει το σχηματισμό των ενζύμων που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των λιπαρών οξέων. Σε ανάλογη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Κλινική Παραγωγικών Ζώων της Κτηνιατρικής Σχολής του Α.Π.Θ., η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος μειώθηκε σημαντικά στις αίγες που λάμβαναν αφλατοξίνη B1 (Κουρουσέκος και συν. 2008).

Γενικότερα, στην προσπάθεια να μελετηθεί ο πιθανός μηχανισμός δράσης των αφλατοξινών στο μεταβολισμό των λιπιδίων, οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στην πιθανή αρνητική επίδραση των αφλατοξινών στη διαθεσιμότητα των πρόδρομων, για το σχηματισμό των λιπαρών οξέων, ουσιών και/ή στην πιθανή αναστολή του μετασχηματισμού των πρόδρομων ουσιών σε λιπαρά οξέα. Οι Black και συν. (1970) παρατήρησαν αξιοσημείωτη αναστολή του μετασχηματισμού των πρόδρομων ουσιών σε φωσφολιπίδια, χοληστερόλη και ουδέτερα λιπίδια του ανθρώπινου δέρματος εξαιτίας της αφλατοξίνης B1. Συγκεκριμένα, πρότειναν ότι η αφλατοξίνη μπορεί να επηρεάσει ένα ορισμένο συστατικό στο μεταβολισμό των λιπιδίων. Επίσης, οι Tung και συν. (1972) υποστήριξαν ότι η αφλατοξίνη μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των τριγλυκεριδίων του ορού του αίματος. Επιπλέον, οι Kato και συν. (1969) κατέγραψαν ανασταλτική δράση της αφλατοξίνης B1 στο μετασχηματισμό πρόδρομων ουσιών σε χοληστερόλη και πρότειναν ότι η αναστολή αυτή ήταν συγκεκριμένη και δεν οφειλόταν σε γενικότερη επίδραση της τοξίνης στην ηπατική λειτουργία, σημειώνοντας ότι τα υπόλοιπα ηπατικά ενζυμικά συστήματα παρέμεναν ανεπηρέαστα.

Αντίθετα, οι Battacone και συν. (2003) χορήγησαν αφλατοξίνη B1 σε προβατίνες, για 2 εβδομάδες και δεν εντόπισαν διαφορές στις τιμές του λίπους, των πρωτεϊνών και της λακτόζης του γάλακτος μεταξύ των ομάδων πειραματισμού. Μικρότερη ήταν η διάρκεια της χορήγησης αφλατοξίνης B1 (1 εβδομάδα) στη μελέτη των Smith και συν. (1994), οι οποίοι χορήγησαν σε αίγες 200 μg αφλατοξίνης B1/kg τροφής/ημέρα. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές σε ό,τι αφορά στα συστατικά του γάλακτος μεταξύ των αιγών αυτών και των μαρτύρων.

Πρωτεΐνες

Οι υπάρχουσες, ελάχιστες αναφορές, σχετικά με την περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνες, δεν παρέχουν επαρκείς πληροφορίες και σύμφωνα με αυτές οι αφλατοξίνες δεν επηρεάζουν τις πρωτεΐνες του γάλακτος (Πίνακας 2). Στην έρευνα των Battacone και συν. (2003), τις μικρότερες τιμές πρωτεϊνών στο γάλα εμφάνιζαν οι προβατίνες των ομάδων που λάμβαναν τις δύο υψηλότερες δόσεις. Οι Smith και συν. (1994) δεν παρατήρησαν διαφορές στις τιμές των πρωτεϊνών του γάλακτος μεταξύ ομάδων αιγών που λάμβαναν αφλατοξίνη B1.

Γενικότερα, οι περισσότερες αναφορές σχετίζονται με τα επίπεδα των πρωτεϊνών στο αίμα ή στους ιστούς (Πίνακας 2). Οι Clark και συν. (1984) παρατήρησαν μικρή αύξηση στις τιμές των ολικών πρωτεϊνών του αίματος αιγών που λάμβαναν αφλατοξίνη B1, χωρίς όμως αυτή η αύξηση να είναι ενδεικτική της τοξίνωσης. Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη αύξηση αποδόθηκε στην αφυδάτωση των ζώων, λόγω μειωμένης λήψης νερού. Μικρή, αλλά όχι σημαντική αύξηση των ολικών πρωτεϊνών παρατηρήθηκε και από τους Miller και συν. (1984). Εξάλλου, έχει βρεθεί

ότι η αφλατοξίνη προκαλεί αναστολή της δράσης της RNA πολυμεράσης (Pong και Wogan 1970) και δεσμεύει το RNA (Swenson και συν. 1977), με αποτέλεσμα πολλές μεταβολικές λειτουργίες να αναστέλλονται, συμπεριλαμβανομένης και της σύνθεσης πρωτεϊνών ή ορισμένων ενζύμων (Wogan και Friedman 1968, John και Miller 1969, Kato και συν. 1970).

Σχετικά με άλλα είδη ζώων, η χορήγηση αφλατοξίνης για 3 εβδομάδες σε αυγοπαραγωγές όρνιθες μείωσε τη συγκέντρωση αρκετών βιταμινών της ομάδας Β αλλά και αρκετών αμινοξέων, με αποτέλεσμα την αναστολή σχηματισμού πεπτιδίων (Voigt και συν. 1980). Στη διαπίστωση ότι η αφλατοξίνη αναστέλλει τη σύνθεση των πρωτεϊνών κατέληξαν και οι Sidransky και συν. (1977) όταν χορήγησαν υψηλή δόση της τοξίνης σε αρουραίους. Ανάλογες παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν και από τους Bhat και συν. (1982).

Λακτόζη

Αναφορικά με τη λακτόζη, δεν φαίνεται οι αφλατοξίνες να επιδρούν στην περιεκτικότητα του γάλακτος σε αυτή (Πίνακας 2). Οι Smith και συν. (1994), δεν παρατήρησαν διαφορές μετά από χορήγηση αφλατοξίνης Β1 σε αίγες. Στη μελέτη των Battacone και συν. (2003) τις μικρότερες τιμές λακτόζης στο γάλα παρουσίαζαν οι μάρτυρες, χωρίς όμως η παρατήρηση αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Επιπλέον, δεν είναι γνωστό αν και κατά πόσο οι αφλατοξίνες μπορεί να επηρεάζουν τη σύνθεση του βασικού συστατικού της λακτόζης, τη γλυκόζη. Οι Applebaum και Marth (1983) χορήγησαν 13 mg αφλατοξίνης Β1/ημέρα για 7 ημέρες σε 7 αγελάδες και παρατήρησαν ότι σε ένα ζώο η γλυκόζη του ορού του αίματος μειώθηκε κατά 9% στη διάρκεια του πειραματισμού.

Υγιεινή του γάλακτος – υγεία του μαστού

Ο αριθμός σωματικών κυττάρων και η ολική μικροβιακή χλωρίδα του γάλακτος αποτελούν παραμέτρους, που αντικατοπτρίζουν τη γενική κατάσταση της υγείας του μαστού. Οι παράμετροι αυτοί θεωρούνται ακόμα πιο πολυπαραγοντικές, σε σχέση με τα χημικά συστατικά του γάλακτος, αφού οι τιμές τους είναι δυνατό να επηρεάζονται από ένα ευρύτερο φάσμα παραγόντων, όπως, για παράδειγμα, ο αριθμός του τοκετού και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου (Boscos και συν. 1996).

Συνεπώς, καθίσταται ιδιαίτερα πολύπλοκη η διερεύνηση της πιθανής επίδρασης των αφλατοξινών στις παραμέτρους αυτές. Σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα δεν μπορεί να γίνει λόγος για συσχέτιση των αφλατοξινών με την εμφάνιση μαστίτιδας. Οι Battacone και συν. (2003) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό σωματικών κυττάρων και στην ολική μικροβιακή χλωρίδα μεταξύ των πειραματικών τους ομάδων και δεν αναφέρουν περιστατικά κλινικής μαστίτιδας. Σε έρευνα της Κλινικής Παραγωγικών Ζώων της Κτηνιατρικής Σχολής του Α.Π.Θ. δεν παρατηρήθηκαν μαστίτιδες ούτε σημαντικές διαφορές σχετικά με τον αριθμό σωματικών κυττάρων και την ολική μικροβιακή χλωρίδα των δειγμάτων γάλακτος αιγών που λάμβαναν αφλατοξίνη Β1 (Κουρουσέκος και συν. 2008). Αντίθετα, οι Brown και συν. (1981) παρατήρησαν αύξηση της ολικής μικροβιακής χλωρίδας του γάλακτος όταν αγελάδες λάμβαναν 13 mg αφλατοξίνης Β1 per os για 7 ημέρες.

Σύνοψη

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι η κατανάλωση αφλατοξινών μέσω της τροφής, είτε σε μεγάλες συγκεντρώσεις είτε για μακρύ χρονικό διάστημα, έχει επιπτώσεις στην υγεία των ζώων. Το σωματικό βάρος φαίνεται να μειώνεται, ενώ ορισμένες βιοχημικές παράμετροι, κυρίως του ήπατος, αυξάνονται, υποδηλώνοντας ήπια ή σοβαρότερη ηπατική βλάβη και δυσλειτουργία. Επιπλέον, στο βαθμό που έχει διερευνηθεί, δεν μπορεί να γίνει λόγος για επίδραση των αφλατοξινών στην περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνες ή λακτόζη ή για επίδρασή τους στην υγεία του μαστού. Αντίθετα, διαφαίνεται πιθανή επίδραση των αφλατοξινών στη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, αναστέλλοντας τη σύνθεση των λιπαρών οξέων και μειώνοντας την ποσότητά τους στο γάλα. Παραπέρα έρευνες, σχετικά με τις επιπτώσεις των αφλατοξινών στη χημική σύνθεση του γάλακτος και το μηχανισμό δράσης αυτών, κρίνονται αναγκαίες, με σκοπό την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

REFERENCES - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aller WW Jr, Edds GT, Asquith RL (1981) Effects of aflatoxins in young ponies. Am J Vet Res, 42 (12): 2162-2164

Applebaum RS, Marth EH (1983) Responses of dairy cows to dietary aflatoxin: Concentration of blood serum constituents and hormones associated with liver-kidney dysfunction and maintenance of lactation. Appl Microbiol Biotechnol, 18 (6): 381-386

Bansal BK, Hamann J, Grabowski NT, Singh KB (2005) Variation in the composition of selected milk fraction samples from healthy and mastitic quarters, and its significance for mastitis diagnosis. J Dairy Res, 72: 144-152

Battacone G, Nudda A, Cannas A, Cappio Borlino A, Bomboi G, Pulina G (2003) Excretion of aflatoxin M1 in milk of dairy ewes treated with different doses of aflatoxin B1. J Dairy Sci, 86 (8): 2667-2675

Bhat NK, Emeh JK, Niranjan BG, Avadhani NG (1982) Inhibition of mitochondrial protein synthesis during early stages of aflatoxin B1 induced hepatocarcinogenesis. Cancer Res, 42 (5): 1876-1880

Bingol NT, Tanritanir P, Dede S, Ceylan E (2007) Influence of aflatoxin present in forages and concentrated feedingstuffs on milk and some serum biochemical parameters in goats. Bull Vet Inst Pulawy, 51: 65-69

Black HS, Smith JD, Austin BJ, Rauschkolb EW (1970) Effect of aflatoxin B1 on the in vitro incorporation of 14C-acetate into human skin lipids. Experientia, 26: 1292-1293

Boros V (1986) Influence of the lactation period on variations in the levels of certain components of bulked goat's milk. Int Dairy Fed Bull, 202: 81-83

Bortell R, Asquith RL, Edds GT, Simpson CF, Aller WW (1983) Acute experimentally induced aflatoxicosis in the weanling pony. Am J Vet Res, 44 (11): 2110-2114

Boscos C, Stefanakis A, Alexopoulos C, Samartzi F (1996) Prevalence of subclinical mastitis and influence of breed, parity, stage of lactation and mammary bacteriological status on Coulter Counter Counts and California Mastitis Test in the milk of Saanen and autochthonous Greek goats. Small Rum Res, 21: 139-147

Brown RW, Pier AC, Richard JL, Krogstad RE (1981) Effects of dietary aflatoxins on existing bacterial intramammary infections of dairy cows. Am J Vet Res, 42 (6): 927-933

Clark JD, Hatch RC, Miller DM, Jain AV (1984) Caprine aflatoxicosis: experimental disease and clinical pathologic changes. Am J Vet Res, 45 (6): 1132-1135

Colvin BM, Harrison LR, Gosser HS, Hall RF (1984) Aflatoxicosis in feeder cattle. J Am Vet Med Assoc, 184 (8): 956-958

Diekman MA, Green ML (1992) Mycotoxins and Reproduction in Domestic Livestock. J Anim Sci, 70: 1615 – 1627

Dimick PS, McCarthy RD, Patton S (1970) Physiology of digestion and metabolism in the ruminants. A. T. Phillipson, ed. Oriel Press, New Castle upon Tyne: 529-541

Dimitri RA, Gabal MA, Saleh N.(1998) Effect of aflatoxin ingestion in feed on body weight gain and tissue residues in rabbits. Mycoses, 41 (1-2): 87-91

Doerr JA, Ottinger MA (1980) Delayed reproductive development resulting from aflatoxicosis in juvenile Japanese quail. Poult Sci, 59: 1995-2001

Donaldson WE, Hsi-Tang Tung, Hamilton PB (1972) Depression of fatty acid synthesis in chick liver (Gallus domesticus) by aflatoxin. Comp Biochem Physiol, 41B: 843-847

Elgerbi AM, Aidoo KE, Candlish AAG, Tester RF (2004) Occurrence of aflatoxins M1 in randomly selected North African milk and cheese samples. Food Addit Contam, 21 (6): 592-597

El-Nezami HS, Nicoletti G, Neal GE, Donohue DC, Ahokas JT (1995) Aflatoxin M1 in human breast milk samples from Victoria, Australia and Thailand. Food Chem Toxicol, 33: 173-179

Fernandez A, Hernandez M, Verde MT, Sanz M (2000) Effect of aflatoxin on performance, haematology and clinical immunology in lambs. Can J Vet Res, 64 (1): 53-58

Fernandez A, Ramos JJ, Sanz M, Saez T, Fernandez de Luco D (1996) Alterations in the performance, haematology and clinical biochemistry of growing lambs fed with aflatoxin in the diet. J Appl Toxicol, 16 (1): 85-91

Galvano F, Galofaro V, Galvano G (1996) Occurrence and stability of aflatoxim M1 in milk and milk products: a worldwide review. J Food Prot, 59: 1079-1090

Galvano F, Galofaro V, Ritieni A, Bognanno M, De Angelis A, Galvano G (2001) Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy in dairy products marketed in Italy: second year of observation. Food Addit Contam, 18 (7): 644-646

Garrido NS, Iha MH, Santos Ortolani MR, Duarte Favaro RM (2003) Occurrence of aflatoxins M1 and M2 in milk commercialized in Ribeirao Preto-SP, Brazil. Food Addit Contam, 20 (1): 70-73

Gerson T, Shorland FB, Wilson GF, Reid CWS (1968) Origin of glyceride fatty acids in cow milk fat. J Dairy Sci, 51: 356-361

Hall RF, Harrison LR, Colvin BM (1989) Aflatoxicosis in cattle pastured in a field of sweet corn. J Am Vet Med Assoc, 194 (7): 938

Jacobsen BJ, Bowen KL, Shedly RA, Diener UL, Kemppainen BW, Floyd J (1993) Mycotoxins and Mycotoxicoses. Alabama A&M and Auburn Universities. www.aces.edu/department/grain/ANR767.htm

John DW, Miller LL (1969) Effect of aflatoxin B1 on net synthesis of albumin, fibrinogen and alpha1-acid glycoprotein by the isolated perfused rat liver. Biochem Pharmacol, 18: 1135-1146

Jouany JP, Yiannikouris A, Bertin G (2009) Risk assessment of mycotoxins in ruminants and ruminant products. Options Mediterrannennes, 85: 205-224

Kato R, Onoda K, Omoki Y (1969) Effect of aflatoxins B1 on the incorporation of [14C] acetate into cholesterol by rat liver. Experentia, 25: 1026

Kato R, Takanaka A, Onoda K, Omori Y (1970) Different effect of aflatoxin on the induction of tryptophan oxygenase and of microsomal drug-hydroxylase system. J Biochem, 68: 589-592

Madheswaran RC, Balachandran B, Murali M (2004) Influence of dietary culture material containing aflatoxin and T2 toxin on certain serum biochemical constituents in Japanese quail. Mycopathologia, 158: 337-341

Maryamma KI, Sivadas CG (1975) Aflatoxicosis in goats (an experimental study). Ind Vet J, 52: 385-392

Mba AI, Boyo BS, Oyenuga VA (1975) Studies on the milk composition of West Africa dwarf, Red Sokoto and Saanen goats at different stages of lactation. I. Total solids, butterfat, solid-non-fat, protein, lactose and energy contents of milk. J Dairy Res, 42: 217-226

McGrew PB, Barnhart HM, Mertens DR, Wyatt RD (1982) Some effects of Phenobarbital dosing of dairy cattle on aflatoxins M1 and fat in milk. J Dairy Sci, 65: 1227-1233

Mertens DR, Wyatt RD (1976) Acute aflatoxicosis in lactating dairy cows. J Dairy Sci, 60 (Suppl. 1): 153-154

Miller DM, Clark JD, Hatch RC, Jain AV (1984) Caprine

aflatoxicoses: Serum electrophoresis and patologic changes. Am J Vet Res, 45 (6): 1136-1141

Nageswara AR, Reddy VR, Srilatha C (1999) Effect of Livol Classic on the performance of commercial broilers fed aflatoxin. Phytomedica, 20 (1-2): 65-70

Nakajima M, Tabata S, Akiyama H, Itoh Y, Tanaka T, Sunagawa H, Tyonan T, Yoshizawa T, Kumagai S (2004) Occurrence of aflatoxin M1 in domestic milk in Japan during the winter season. Food Addit Contam, 21 (5): 472-478

Neathery MW, Moos WH, Wyatt RD, Miller WJ, Gentry RP, George LW (1980) Effects of dietary aflatoxin on performance and zinc metabolism in dairy calves. J Dairy Sci, 63: 789-799

Oguz H, Kurtoglu F, Kurtoglu V, Birdane YO (2002) Evaluation of biochemical characters of broiler chickens during dietary aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. Res Vet Sci, 73: 101-103

Osweiler GD, Trampel DW (1985) Aflatoxicosis in feedlot cattle. J Am Vet Med Assoc, 187 (6): 636-637

Pong RS, Wogan GN (1970) Time course and dose-response characteristics of aflatoxin B1 effects on rat liver RNA polymerase and ultrastructure. Cancer Res, 30: 294-304

Roussi V, Govaris A, Varagouli A, Botsoglou NA (2002) Occurrence of aflatoxin M1 in raw and market milk commercialized in Greece. Food Addit Contam, 19 (9): 863-868

Samarajeewa U, Arseculeratne SN, Tennekoon GE (1975) Spontaneous and experimental aflatoxicosis in goats. Res Vet Sci, 19 (3): 269-277

Sidransky H, Verney E, Murty CN, Sarma DS, Reid M (1977) Effect of aflatoxin B1 on hepatic polyribosomes and protein synthesis in the rat. Chem Biol Interact, 18 (1): 69-82

Smith EE, Phillips TD, Ellis JA, Harvey RB, Kubena LF, Thompson J, Newton G (1994) Dietary hydrated sodium calcium aluminosilicate reduction of aflatoxin M1 residue in dairy goat milk and effects on milk production and components. J Anim Sci, 72 (3): 677-682

Srivastava VP, Bu-Abbas A, Allaa-Basuny, Al-Johar W, Al-Mufti S, Siddiqui MKJ (2001) Aflatoxin M1 contamination in commercial samples of milk and dairy products in Kuwait. Food Addit Contam, 18 (11): 993-997

Swenson DH, Lin J-K, Miller EC, Miller JA (1977) Aflatoxin B1-2, 3-oxide as a probable intermediate in the covalent binding of aflatoxins B1 and B2 to rat liver DNA and ribosomal RNA in vivo. Cancer Res, 37: 172-181

Tung H, Donaldson WE, Hamilton PB (1972) Altered lipid transport during aflatoxicosis. Toxicol Appl Pharmacol, 22: 97-104

Van Dijk HJ, O' Dell GD, Bodine AB (1984) Effects of aflatoxin M1 intake at physiologic levels on newborn dairy calves. Am J Vet Res, 45 (10): 1994-1997

Voigt MN, Wyatt RD, Ayres JC, Koehler PE (1980) Abnormal concentrations of B vitamins and amino acids in plasma, bile and liver of chicks with aflatoxicosis. Appl Environ Microbiol, 40 (5): 870-875

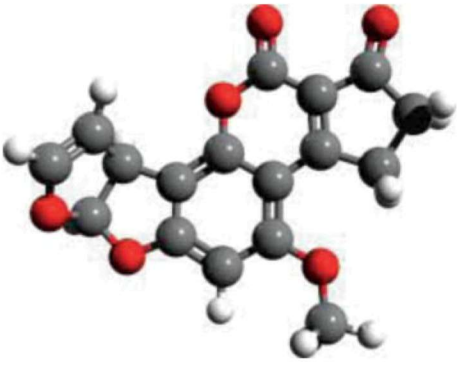
Wogan GN, Friedman MA (1968) Inhibition by aflatoxin B1 of hydrocortisone induction of rat liver tryptophan pyrrolase and tyrosine transaminase. Arch Biochem Biophys, 128: 509-516

Zygogiannis D, Katsaounis N (1986) Milk yield and milk composition of indigenous goats (Capra prisca) in Greece. Anim Prod, 42: 365-374

Γούλας Π (1993) Αναπαραγωγικό πρότυπο και αποδόσεις της εγχώριας αίγας (Capra prisca), κάτω από ημιεντατικές και εντατικές συνθήκες εκτροφής σε σχέση με την αίγα φυλής Zaanen. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

Ζυγογιάννης Δ, Κατσαούνης Ν (1992) Γιδοτροφία. Α' έκδοση, Θεσσαλονίκη: 83

Κουρουσέκος ΓΔ, Μπελιμπασάκη Σ, Σαράτσης Φ, Λυμπερόπουλος Α, Μπόσκος Κ (2006) Παρουσία της αφλατοξίνης Μ1 στο νωπό γάλα αγελάδων γαλακτοπαραγωγής στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. 10ο Πανελλήνιο Κτηνιατρικό Συνέδριο, Αθήνα 2006, Τόμος περιλήψεων: 40

Κουρουσέκος ΓΔ, Λυμπερόπουλος ΑΓ, Σαράτσης Φ, Μπόσκος Κ, Μπελιμπασάκη Σ (2008) Επιπτώσεις από τη χορήγηση αφλατοξίνης Β1 στη χημική σύνθεση του γάλακτος σε αίγες φυλής Παγγαίου. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Κτηνιατρικής Παραγωγικών Ζώων, Υγιεινής-Ασφάλειας Τροφίμων και Προστασίας του Καταναλωτή, Αθήνα 2008, Τόμος περιλήψεων: 278

Μάντης Α (1993) Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του. 2η έκδοση, Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη: 4-7