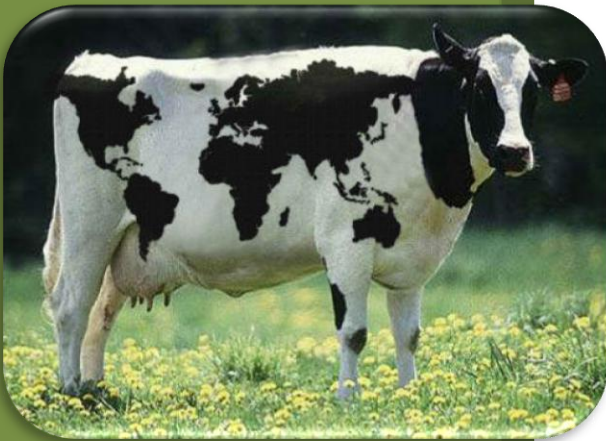




Οι βιταμίνες και η επίδρασή τους στο ζωικό οργανισμό.



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

*Οι βιταμίνες και η επίδρασή τους
στο ζωικό οργανισμό.*

ΖΩΗ ΘΩΜΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ ΝΗΤΑΣ

Θεσσαλονίκη 2010

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	3
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ	
ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	11
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α (VITAMIN A)	12
ΒΙΤΑΜΙΝΗ D (VITAMIN D)	24
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε (VITAMIN E)	35
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Κ (VITAMIN K)	43
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	
ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	48
ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ Β	49
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₁ (VITAMIN Β₁)	50

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₂ (VITAMIN B₂)	55
ΝΙΚΟΤΙΝΙΚΟ ΟΞΥ (NICOTINIC ACID)	60
ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₆ (VITAMIN B₆)	65
ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ (PANTOTHENIC ACID)	67
ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (FOLLIC ACID)	72
ΒΙΟΤΙΝΗ (BIOTIN)	76
ΧΟΛΙΝΗ (CHOLINE)	80
ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₁₂ (VITAMIN B₁₂)	84
ΟΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΛΗΓΜΑΤΟΣ B	96
ΒΙΤΑΜΙΝΗ C (VITAMIN C)	90
ΕΝΘΕΤΟ ΟΡΩΝ	98
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	119

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

PABA	Para – Amino – Venzoic acid (Παρα-αμινο-βενζοϊκό οξύ)
TPP	Thiamine pyrophosphate (Πυροφωσφορική θειαμίνη)
LTPP	Lipo Thiamine pyrophosphate (Πυροφωσφορική λιποθειαμίνη)
DPN	Διφωσφορο-πυριδινο-νουκλεοτίδιο (συνένζυμο I)
TPN	Total parenteral nutrition (Τριφωσφορο-πυριδινο-νουκλεοτίδιο) (συνένζυμο II)
FMN	Flavin mononucleotide (Φλαβινομονονουκλεοτίδιο)
FAD	Φλαβινο-αδενινο-δινουκλεοτίδιο
AMP	Adenosine monophosphate (Αδενυλικό οξύ)
NADP	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (Νικοτιναμιδο-αδενικο-φωσφορικό δινουκλεοτίδιο)
NAD	Nicotinamide adenine dinucleotide (Νικοτιναμιδο-αδενικο-δινουκλεοτίδιο)
APA	Παράγοντας εναντίον της κακοήθους αναιμίας
APF	Animal Protein Factor (Ζωικός πρωτεϊνικός παράγοντας)
DNA	Deoxyribonucleic acid (Δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ)
RNA	Ribonucleic acid (Ριβονουκλεϊκό οξύ)
IU	International Units (Διεθνείς Μονάδες)
μμ	Χιλιοστό του μικρού
γ	Μικρογραμμάριο

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επιθυμώ να εκφράσω, πέρα από κάθε τυπικότητα, τις θερμότερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή της Πτυχιακής Διατριβής μου κ. Δημοσθένη Νήτα για την ανάθεση του θέματος, τις πολύτιμες συμβουλές του, την επιστημονική καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και της συγγραφής της εργασίας, αλλά και για την πολύτιμη στήριξή του σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθειά τους στη συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας, την φιλόλογο και αγαπημένη θεία μου κ. Λαζαρίδου Μαρία και την επίσης φιλόλογο ξαδερφούλα μου Χατζηζήση Ελένη.

Τέλος εκφράζω από καρδιάς τα σέβη μου και ευχαριστώ την οικογένειά μου για την αδιάκοπη στήριξή τους, την κατανόηση και την αμέριστη αγάπη που δείχνουν.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την ορθή φυσιολογική λειτουργία του σώματος των ζώων απαιτούνται 40 με 50 διαιτητικά προϊόντα πρώτης ανάγκης από τα οποία τα 16 είναι βιταμίνες.(Ensminger et al., 1990)

Οι ανεπάρκειες βιταμινών υπήρξαν οι μεγαλύτερες αιτίες ασθενειών, νοσηρότητας και θανάτου δια μέσου της ιστορίας. Η πελλάγρα, το σκορβούτο και οι αποδεκατισμένοι από τη νόσο beri-beri στρατοί, τα πληρώματα των πλοίων και ολόκληρα έθνη έχουν διαμορφώσει το ρουν της ιστορίας.

Η σημαντικότητα των διαιτητικών παραγόντων στη γένεση των ασθενειών αναγνωρίστηκε τον 18^ο αιώνα. Αλλά η σημαντικότητα αυτών των παρατηρήσεων δεν ήταν πλήρως κατανοητή μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όταν οι επιστήμονες θεώρησαν επιθυμητό να χρησιμοποιήσουν μια βιολογική προσέγγιση σε αρκετούς τύπους των ερευνών τους με τη χρήση πειραματόζωων στο εργαστήριο, κατά κύριο λόγο επίμυες και μύες, ινδικά χοιρίδια και ορνίθια, τα οποία διατρέφονταν με σιτηρέσια που περιείχαν καθαρή πρωτεΐνη, όπως καζεΐνη ή αλβουμίνη, καθαρό λίπος, όπως λαρδί, και καθαρούς υδατάνθρακες όπως η δεξτρίνη και ανόργανες ουσίες. Αυτά τα σιτηρέσια απαρτίζονταν από σχετικώς καθαρές θρεπτικές ουσίες (πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες και ανόργανες ουσίες) οι άγνωστοι παράγοντες των οποίων είχαν κατά ένα μεγάλο μέρος αφαιρεθεί.

Με αυτά τα χημικός καθαρά σιτηρέσια, όλοι οι ερευνητές μοιράστηκαν μια κοινή εμπειρία : τα πειραματόζωα όχι μόνο δεν κατάφεραν να ευημερήσουν, αλλά δεν μπόρεσαν ούτε να επιζήσουν στις περιπτώσεις που οι έρευνες συνεχίζονταν για μακρύ χρονικό διάστημα. Αρχικά οι ερευνητές εξήγησαν αυτές τις αποτυχίες των ζώων να επιζήσουν με βάση την μη ευληπτότητα και τη μονοτονία των σιτηρεσίων. Τελικά, συνειδητοποιήσαν ότι αυτά τα χημικός καθαρά σιτηρέσια ήταν ελλιπή σε συγκεκριμένους διατροφικούς παράγοντες, πολύ μικρών συγκεντρώσεων, τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των οποίων ήταν άγνωστα στην επιστήμη. Αυτοί οι παράγοντες ήταν ουσιαστικοί για την αποδοτική χρήση των κύριων συστατικών των τροφών και για την διατήρηση της υγείας αλλά και της ίδιας της ζωής.

Η ανακάλυψη, η σύνθεση και η εμπορική παραγωγή των βιταμινών ήρθε στη συνέχεια. Με αυτές τις εξελίξεις, η εποχή των βιταμινών αποτέλεσε μια απαρχή στην επιστήμη και μια νέα προσέγγιση της διατροφής είχε γεννηθεί.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια οργανική ένωση μπορεί να θεωρηθεί ως βιταμίνη, εφόσον είναι απαραίτητη η παρουσία της στη τροφή ενός ή περισσότερων ζώων, οι ιστοί των οποίων δεν μπορούν με μεταβολικές διεργασίες να την συνθέσουν. Οι συγκεντρώσεις των βιταμινών στον οργανισμό είναι πολύ μικρές και θεωρούνται ασήμαντες ως άμεση πηγή παροχής ενέργειας ή οικοδομικών λίθων. Οι βιταμίνες όμως είναι απαραίτητες για την επιτέλεση των ζωτικών λειτουργιών του οργανισμού. Με τον ορισμό αυτό γίνεται διάκριση από τη μια πλευρά από τις ορμόνες οι οποίες συνθέτονται από τους ιστούς του σώματος και από την άλλη πλευρά από άλλες οργανικές ουσίες, όπως τα λευκώματα, τα λίπη και οι υδατάνθρακες, οι οποίες απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες και οι οποίες χρησιμοποιούνται ως πηγές που παρέχουν ενέργεια και ως οικοδομικοί λίθοι για τον οργανισμό.

Ο λόγος για τον οποίο τόσο μικρές ποσότητες είναι ικανές να φέρουν σε πέρας την αποστολή τους είναι ότι ο ρόλος των περισσότερων βιταμινών στις ζωικές λειτουργίες είναι στην ουσία καταλυτικός. Διάφορες βιταμίνες και κυρίως οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β, όπως η θειαμίνη, η ριβοφλανίνη, το νικοτινικό οξύ, το παντοθενικό οξύ, η πυριδοξίνη κ.ά., αποδείχθηκε ότι αποτελούν συστατικό ενζύμων, ή δρουν σε συνεργασία με διάφορα ένζυμα.

Ορισμένες από τις βιταμίνες είναι απαραίτητες για μερικά μόνο είδη ζώων, ενώ άλλες, είναι βέβαια απαραίτητες για όλα τα είδη των ζώων, δεν είναι όμως αναγκαία η ύπαρξή τους στην τροφή. Αυτό συμβαίνει διότι, είτε συνθέτονται από τους ιστούς ορισμένων ειδών ζώων, όπως π.χ. η βιταμίνη C, είτε συνθέτονται από τους οργανισμούς που συμβιώνουν στο πεπτικό σύστημα ορισμένων ειδών ζώων, όπως λ.χ. οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β στο πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων.

Υπάρχουν περίπου 16 βιταμίνες, η ύπαρξή των οποίων έχει γενικά αναγνωριστεί. Έχουν προταθεί όμως και μερικές άλλες, με βάση τα αποτελέσματα διαφόρων πειραμάτων, οι οποίες δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί, αν και είναι πολύ πιθανόν η μελλοντική έρευνα να αυξήσει τον υπάρχοντα κατάλογο των βιταμινών.

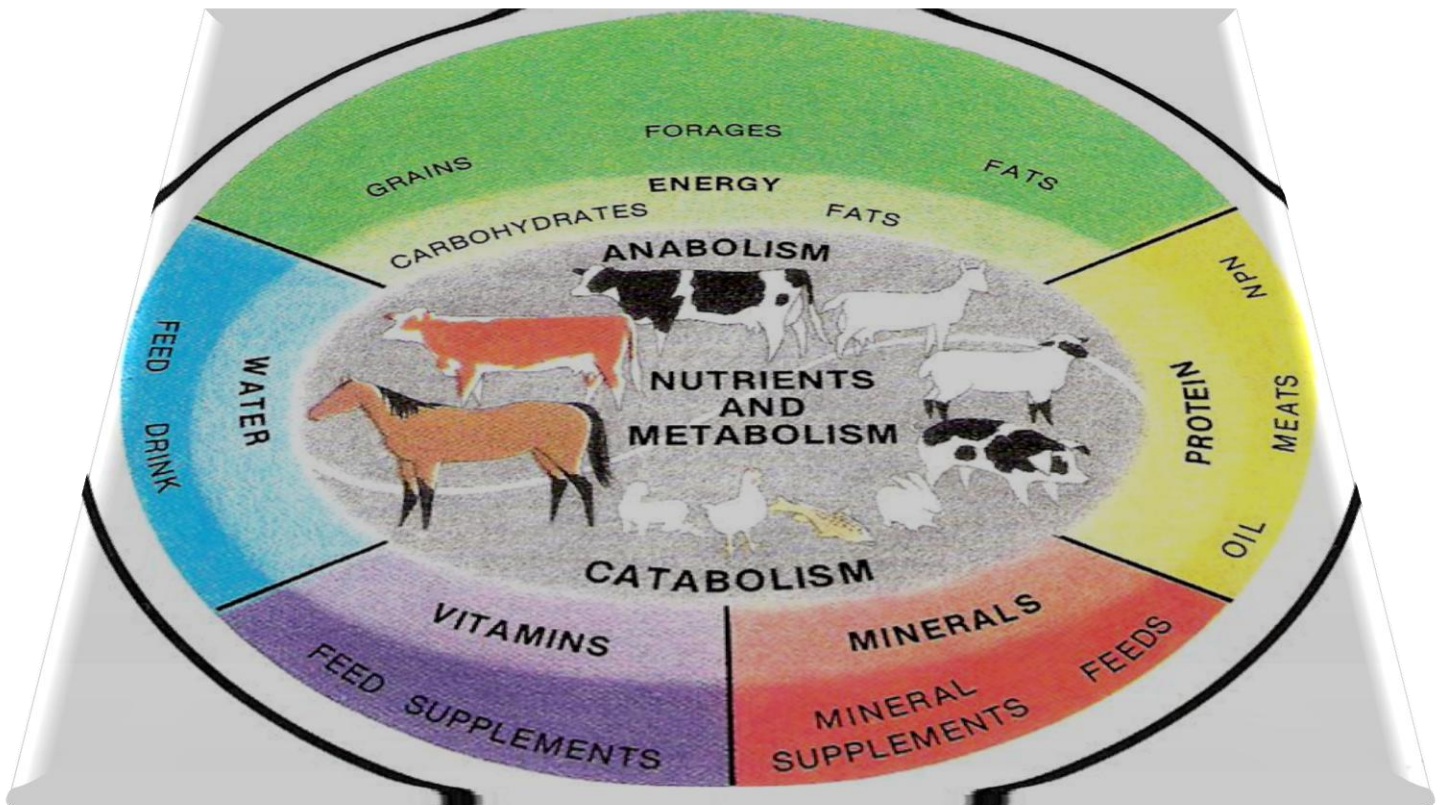
Η ταξινόμηση που έγινε κατά τις πρώτες μελέτες των βιταμινών σε δυο μεγάλες ομάδες, τις λιποδιαλυτές και τις υδατοδιαλυτές, με κριτήριο τη διαλυτότητά τους σε λιπαρές ουσίες και τα διαλυτικά υγρά των λιπών ή στο νερό, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα.

Λιποδιαλυτές βιταμίνες	Υδατοδιαλυτές βιταμίνες
Βιταμίνη Α	Θειαμίνη (B ₁)
Βιταμίνη D	Ριβοφλαβίνη (B ₂)
Βιταμίνη Ε	Παντοθενικό οξύ (B ₃)
Βιταμίνη Κ	Πυριδοξίνη (B ₆)
	Κοβαλαμίνη (B ₁₂)
	Βιοτίνη (Βιτ. Η)
	Ασκορβικό οξύ (Βιτ. C)
	Φυλλικό οξύ
	Παρα – αμινο – βενζοϊκό οξύ (ΡΑΒΑ)
	Ινοσιτόλη
	Χολίνη
	Νιασίνη (Βιτ. ΡΡ)

Έτσι στις λιποδιαλυτές περιλαμβάνονται οι βιταμίνες Α, D, Ε και Κ, οι οποίες βρίσκονται σε συνδυασμό με το λίπος των τροφών και μπορούν να εκχυλιστούν από αυτές με τη βοήθεια των ουσιών οι οποίες διαλύουν τα λίπη. Στις υδατοδιαλυτές περιλαμβάνονται οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β και η βιταμίνη C ασκορβικό οξύ που μπορούν να εκχυλιστούν από τις τροφές με τη βοήθεια του νερού.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ



ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α (VITAMIN A)

(Αντιξηροφθαλμική, αυξητική, ρετινόλη, αξηραφθόλη, αντιλοιμογόνος)

ΓΕΝΙΚΑ

Πρώτοι οι Κινέζοι πριν από 30 περίπου αιώνες, όπως αναφέρεται στη βοτανική ιατρική τους, χρησιμοποίησαν ένα παρασκεύασμα το οποίο σήμερα θεωρείται ότι ήταν πλούσιο σε βιταμίνη Α. Επίσης, οι αρχαίοι Κινέζοι γνώριζαν το μουρουνέλαιο, το οποίο χρησιμοποιούσαν στην πρόληψη ή τη θεραπεία της ραχίτιδας πολύ πριν γίνει γνωστό οτιδήποτε για τα αίτια αυτής της ασθένειας.

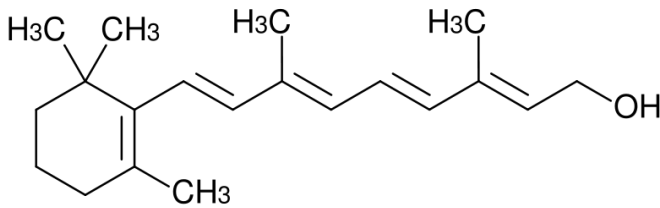
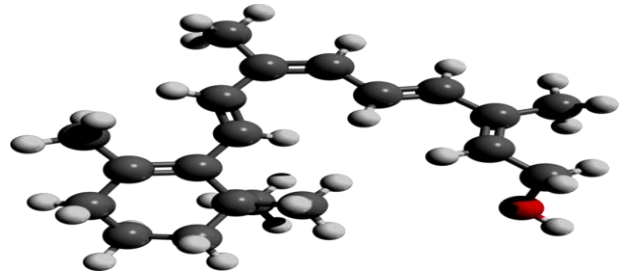
Ο Ιπποκράτης πριν από 25 περίπου αιώνες υποστήριζε ότι το συκώτι θεραπεύει τη νυκταλωπία.

Στη διατροφή των αγροτικών ζώων αλλά και στη διατροφή των ανθρώπων, η βιταμίνη Α κατατάσσεται πρώτη μεταξύ των βιταμινών ως προς τη σπουδαιότητά της. Η παρουσία της είναι αναγκαία στη διατροφή όλων των ζώων ενώ πολλές φορές κατά την εφαρμοσμένη διατροφή παρατηρείται ανεπάρκεια βιταμίνης Α στα σιτηρέσια των αγροτικών ζώων.

Η βιταμίνη Α είναι απαραίτητη ακόμη και για την απλή συντήρηση των αναπτυγμένων ζώων. Βέβαια, σε σύγκριση με την απλή συντήρηση, απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες για την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και την παραγωγή γάλακτος.

ΔΟΜΗ

Η βιταμίνη Α, γνωστή χημικώς ως ρετινόλη, είναι μία ακόρεστη μονοσθενής αλκοόλη, που αποτελείται από ένα β-ιονο-νικό δακτύλιο και μια ακόρεστη πλευρική αλυσίδα σύμφωνα με τον παρακάτω συντακτικό τύπο :

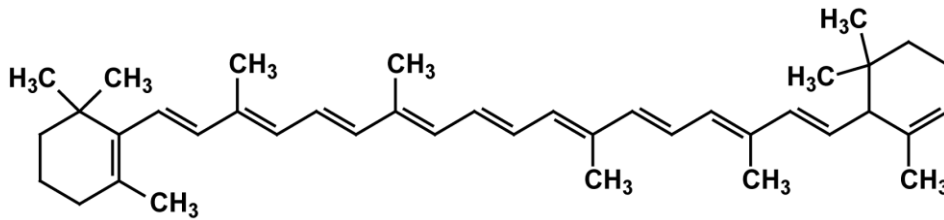
Βιταμίνη Α ($C_{20}H_{29}OH$)

Η βιταμίνη Α είναι ωχροκίτρινη κρυσταλλική σκόνη, που δεν διαλύεται στο νερό αλλά είναι διαλυτή στο λίπος και τους διάφορους διαλύτες του λίπους. Καταστρέφεται εύκολα με οξείδωση κατά την έκθεσή της στον αέρα και το φως. Η ευπάθεια αυτή επιταχύνεται σε υψηλές θερμοκρασίες. Σε ψάρια των γλυκών νερών (ποτάμια, λίμνες) βρέθηκε μια συγγενής ένωση εμπειρικού τύπου $C_{20}H_{27}OH$, η οποία έχει βιολογική ενέργεια πολύ πιο μικρή από αυτήν της βιταμίνης Α και ονομάζεται δεϋδρορρητινόλη ή βιταμίνη Α₂. Η βιταμίνη Α απαντά μόνο στο ζωικό βασίλειο είτε ελεύθερη είτε με μορφή εστέρα.

Η βιταμίνη Α παρασκευάζεται συνθετικά και είναι δυνατόν να την προμηθευτούμε σε καθαρή κατάσταση.

Η βιταμίνη Α δεν απαντά στις φυτικές τροφές ως τέτοια, αλλά με την πρόδρομη μορφή των καροτινών, οι οποίες είναι γνωστές ως **προβιταμίνες Α**, αφού μπορούν να μετατραπούν μέσα στο σώμα σε βιταμίνη Α. Οι ανάγκες των αγροτικών ζώων σε βιταμίνη Α ικανοποιούνται σε μεγάλο βαθμό με τη μορφή των καροτινών, καθόσον το σιτηρέσιό τους αποτελείται κυρίως από τροφές φυτικής προέλευσης.

Οι προβιταμίνες Α περιλαμβάνουν την α-, β-, γ- καροτίνη και την κρυπτοξανθίνη, η οποία είναι η υδροξυ-β-καροτίνη. Από αυτές η β-καροτίνη είναι η πιο διαδεδομένη και θεωρείται και η πιο σημαντική, επειδή έχει σημαντικά μεγαλύτερη ενέργεια από τη βιταμίνη Α σε σύγκριση με τις άλλες καροτίνες.

*β-Καροτίνη*

Η καθαρή β καροτίνη είναι κόκκινου χρώματος, τα διαλύματά της όμως είναι κιτρινοπορτοκαλόχρωμα. Όλες οι προβιταμίνες Α είναι αδιάλυτες στο νερό, αλλά διαλύονται στα λίπη και τους διαλύτες των λιπών. Οι καροτίνες καταστρέφονται εύκολα με οξείδωση κατά την έκθεσή τους στον αέρα και το φως του ήλιου, ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες. Στα φυτά, τα καροτινοειδή συνήθως συνοδεύονται από χλωροφύλλη, αν και μερικά φυτικά προϊόντα, όπως τα καρότα, η ντομάτα και ορισμένοι μύκητες περιέχουν καροτινοειδή και όχι χλωροφύλλη.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Η μετατροπή της καροτίνης σε βιταμίνη Α συντελείται στο τοίχωμα του λεπτού εντέρου όπως και στο ήπαρ. Θεωρητικά ένα μόριο β- καροτίνης πρέπει να δίνει κατά την υδρόλυση δύο μόρια βιταμίνης Α. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της μετατροπής δεν είναι τόσο μεγάλη και επιπλέον οι καροτίνες δεν απορροφούνται από τον εντερικό σωλήνα τόσο αποτελεσματικά όσο η βιταμίνη Α.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Η βιταμίνη Α αρχικά αναγνωρίστηκε και μελετήθηκε ως παράγοντας που:

- 👉 προάγει την ανάπτυξη,
- 👉 παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση σε κατάσταση υγείας του επιθηλίου των βλεννογόνων μεμβρανών του σώματος και έτσι αποφεύγεται η κερατινοποίησή τους και
- 👉 διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη λειτουργία της όρασης.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ Α

Η ανεπάρκεια βιταμίνης Α αναστέλλει την ανάπτυξη και μειώνει το σωματικό βάρος. Με παρόμοιο τρόπο η βιταμίνη Α συνδέεται με την κανονική ανάπτυξη των οστών. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των οστών, η ανεπάρκεια βιταμίνης Α προκαλεί μεταβολές στο σχήμα τους.

Έτσι ελαττωματική ανάπτυξη της σπονδυλικής στήλης και μερικών άλλων οστών μέσα από τα οποία περνούν νεύρα, έχει ως αποτέλεσμα την άσκηση πίεσης πάνω στα νεύρα και τελικά τον εκφυλισμό τους, με επακόλουθο την εκδήλωση διαφόρων νευρικών διαταραχών, όπως αστάθεια του σώματος και σπασμούς.

Όπως προαναφέρθηκε η βιταμίνη Α επίσης συνδέεται με τη διατήρηση σε κατάσταση υγείας των βλεννογόνων μεμβρανών του αναπνευστικού, πεπτικού, ουροποιητικού και γεννητικού συστήματος καθώς και των ματιών. Δεν έχει όμως διευκρινιστεί ο ρόλος της βιταμίνης Α, με όρους βιοχημικών αντιδράσεων, στη φυσιολογική λειτουργία του επιθηλιακού ιστού και είναι άγνωστο τι επιτελεί πράγματι η βιταμίνη Α για τη διατήρηση των επιθηλιακών κυττάρων σε κατάσταση υγείας. Κατά την έλλειψη βιταμίνης Α οι βλεννογόνες μεμβράνες κερατινοποιούνται και αποξηραίνονται και στην κατάσταση αυτή είναι πολύ ευπαθείς σε μολύνσεις. Κυρίως όμως, όπως είναι φανερό, λόγω της δυσλειτουργίας τους εκδηλώνονται διάφορες διαταραχές και ανωμαλίες.

Κατά την έλλειψη βιταμίνης Α, λόγω κερατινοποίησης των επιθηλιακών ιστών, ελαττώνεται η αντίστασή τους στην εισβολή μολυσματικών μικροοργανισμών και έτσι οι παθήσεις, ειδικότερα του αναπνευστικού συστήματος, τείνουν να είναι πιο σοβαρές. Έτσι, μόσχοι και χοιρίδια στα οποία χορηγούνται σιτηρέσια με ανεπαρκή περιεκτικότητα σε βιταμίνη Α, συχνά πεθαίνουν από πνευμονία.

Εξαιτίας του γεγονότος αυτού η βιταμίνη Α ονομάστηκε και **αντιλοιμογόνος** βιταμίνη. Η ονομασία αυτή δε δικαιολογείται, καθόσον είναι μεν αναγκαία η χορήγηση μέσα από την τροφή επαρκών ποσοτήτων βιταμίνης Α για να διατηρηθεί η κανονική δύναμη αντίστασης του οργανισμού στις μολύνσεις, αλλά η χορήγηση

μεγαλύτερων ποσοτήτων δεν αυξάνει την αντίσταση και ούτε προλαμβάνει τις προσβολές.

Οι διαταραχές που παρουσιάζονται λόγω της κακής λειτουργίας των επιθηλίων που έχουν αλλοιωθεί είναι οι παρακάτω:

Ξηροφθαλμία. Αποτελεί προχωρημένο στάδιο ανεπάρκειας βιταμίνης και παρατηρείται ιδιαίτερα στα παιδιά και τους επίμνες (αρουραίους). Αυτή χαρακτηρίζεται από ξηρότητα του κερατοειδούς και του επιπεφυκότος, θόλωση του κερατοειδούς χιτώνα, σχηματισμό ελκών και τυφλότητα. Η ξηροφθαλμία δεν είναι κοινό σύμπτωμα στα άλλα ζώα, αν και βρίσκονται και σε αυτά αλλοιώσεις του κερατοειδούς.



Κερατινοποίηση των επιθηλίων του πεπτικού συστήματος. Συμβαίνει λόγω κακής απορροφητικής ικανότητας των επιθηλίων που αλλοιώθηκαν και οδηγεί σε πεπτικές διαταραχές και διάρροια.

Σχηματισμός λίθων στα νεφρά και την ουροδόχο κύστη. Τα κερατινοποιημένα κύτταρα που αποχωρίζονται από τα αλλοιωμένα επιθήλια αποτελούν εστίες για το σχηματισμό λίθων, και παράλληλα παρεμποδίζεται η κανονική έκκριση και αποβολή των ούρων.

Κερατινοποίηση των επιθηλίων του αναπαραγωγικού συστήματος, προκαλεί **αναπαραγωγικές ανωμαλίες** και στα δύο φύλα :

☛ Στα θηλυκά το ποσοστό σύλληψης είναι χαμηλό, στην περίπτωση σύλληψης τα νεογνά γεννιούνται νεκρά ή τόσο ασθενικά ώστε να πεθαίνουν λίγο μετά τον τοκετό. Επίσης συμβαίνουν αποβολές λόγω εκφυλισμού του πλακούντα. Έχουν ακόμη παρατηρηθεί σε κάποια είδη και ανωμαλίες διάπλασης των εμβρύων.

☛ Στα αρσενικά η έλλειψη βιταμίνης Α προκαλεί εκφυλισμό του βλαστικού επιθηλίου των σωληνίσκων των όρχεων, με αποτέλεσμα τη βαθμιαία ελάττωση

της σπερματογένεσης και την πιθανή πλήρη κατάπαυσή της, εφόσον η έλλειψη βιταμίνης Α είναι σοβαρή και παρατεταμένη.

Η βιταμίνη Α, όπως αναφέρθηκε, παίζει επίσης ζωτικό ρόλο στη λειτουργία της όρασης. Ένα από τα βασικά συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης Α στον άνθρωπο και τα ζώα είναι η **νυκταλωπία**. Αυτή αποτελεί κατάσταση των ματιών κατά την οποία η όραση είναι κανονική κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά είναι υπερβολικά ανεπαρκής ή απουσιάζει εντελώς κατά τη διάρκεια της νύχτας ή το αμυδρό φως (εσπερινό ημίφως).

Ο ρόλος της βιταμίνης Α στην όραση έχει σχέση με το σχηματισμό της **ροδοψίνης**. Η ροδοψίνη ή οπτική πορφύρα, όπως επίσης ονομάζεται, είναι η χρωστική των ραβδόμορφων κυττάρων του αμφιβληστροειδούς χιτώνα του ματιού, τα οποία ραβδία είναι οι υποδοχείς φωτεινών ερεθισμάτων κατά το αμυδρό φως. Η ροδοψίνη είναι σύνθετη πρωτεΐνη που έχει ως προσθετική ομάδα τη βιταμίνη Α – αλδεΐδη.

Κατά τη φυσιολογική λειτουργία της όρασης η ροδοψίνη διασπάται στα συστατικά της. Η φωτοχημική αυτή αντίδραση συνοδεύεται από νευρική διέγερση, η οποία μέσα από τα οπτικά νεύρα μεταβιβάζεται στον εγκέφαλο και δημιουργεί την οπτική αίσθηση. Στο σκοτάδι η ροδοψίνη ανασυντίθεται. Η ικανότητα να βλέπει κανείς στο αμυδρό φως εξαρτάται από την ταχύτητα ανασύνθεσης της ροδοψίνης. Κατά την ανεπάρκεια της βιταμίνης Α η ταχύτητα ανασύνθεσης της ροδοψίνης μειώνεται, με αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας όρασης στο αμυδρό φως, δηλαδή την πρόκληση νυκταλωπίας.

Τα ζώα που υποφέρουν από νυκταλωπία ξαναβρίσκουν την κανονική τους όραση, όταν χορηγηθούν σε αυτά επαρκείς ποσότητες βιταμίνης Α.

Τα ειδικότερα **συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης Α** που βρίσκονται σε όλα τα είδη των αγροτικών ζώων έχουν ως εξής:

Στους **νεαρούς μόσχους** σύσφιξη του οπτικού νεύρου, που προκαλείται από στένωση του πόρου των κρανιακών οστών μέσα από τον οποίο περνά αυτό και μπορεί να προκαλέσει τύφλωση.

Στα **αναπτυγμένα βοοειδή** ελαφρά ανεπάρκεια βιταμίνης Α, συνοδεύεται από τραχύ τρίχωμα και λεπιδώδες δέρμα. Όταν η ανεπάρκεια παρατείνεται, προσβάλλονται τα μάτια, με αποτέλεσμα υπερβολική ροή δακρύων, μαλάκυνση και θολερότητα του κερατοειδούς χιτώνα και ξήρανση του επιπεφυκότα.



Στα **βοοειδή αναπαραγωγής** η ανεπάρκεια είναι δυνατόν να οδηγήσει σε στειρότητα και τα ζώα που κυοφορούν σε αποβολή ή στη γέννηση νεκρών ή ασθενικών ή τυφλών μόσχων. Λιγότερο σοβαρές ανεπάρκειες έχουν ως αποτέλεσμα τη γέννηση μόσχων με πολύ λίγες εφεδρείες σε βιταμίνη Α. Στα ζώα αυτά είναι επιτακτική ανάγκη να δοθεί κατά τη γέννησή τους πρωτόγαλα πλούσιο σε βιταμίνη Α και αντισώματα, διαφορετικά η ευαισθησία αυτών των ζώων στις μολύνσεις οδηγεί σε διάρροιες και τελικά, αν η ανεπάρκεια δεν επανορθωθεί, τα ζώα αυτά πολύ συχνά πεθαίνουν από πνευμονία.

Στα **πρόβατα**, επιπρόσθετα προς τη νυκταλωπία, σοβαρές περιπτώσεις ανεπάρκειας προκαλούν παρόμοια συμπτώματα προς τα βοοειδή, δηλαδή γέννηση ασθενικών ή νεκρών αμνών. Ωστόσο, στα πρόβατα δεν είναι συνηθισμένη περίπτωση η ανεπάρκεια βιταμίνης Α, λόγω επαρκούς πρόσληψής της κατά τη βόσκηση.

Στους **αναπτυσσόμενους χοίρους**, εκτός από τη νυκταλωπία, είναι δυνατόν να συμβούν επιπλέον και άλλες ανωμαλίες στα μάτια, όπως ξηροφθαλμία και τυφλότητα. Επίσης, είναι δυνατόν να παρουσιαστούν νευρικές διαταραχές, όπως αστάθεια και σπασμοί.

Στους **χοίρους αναπαραγωγής** η ανεπάρκεια βιταμίνης A προκαλεί διαταραχή στον κύκλο του οίστρου, ενώ στα ζώα που κυοφορούν είναι δυνατόν να έχει ως αποτέλεσμα τη γέννηση νεκρών ή ασθενικών καθώς και τυφλών και παραμορφωμένων χοιριδίων. Σε λιγότερο σοβαρές περιπτώσεις ανεπάρκειας, μειώνεται η όρεξη και καθυστερεί η ανάπτυξη. Όπου οι **χοίροι** εκτρέφονται στο ύπαιθρο και έχουν τη δυνατότητα να βοσκήσουν χλωρό χόρτο, δεν είναι πιθανό να παρουσιαστεί ανεπάρκεια, εκτός ενδεχομένως κατά τη διάρκεια του χειμώνα. **Χοίροι** που εκτρέφονται στο στάβλο με συμπυκνωμένες τροφές είναι δυνατόν να μην προσλαμβάνουν επαρκείς ποσότητες βιταμίνης A. Σε αυτή την περίπτωση αν περιληφθεί στο σιτηρέσιο, των αναπτυσσόμενων χοίρων ποσοστό 5% **αλεύρου χόρτου μηδικής καλής ποιότητας**, τότε εφοδιάζονται τα ζώα με επαρκείς ποσότητες βιταμίνης A, διαφορετικά θα πρέπει να προστεθεί στο σιτηρέσιο είτε συνθετική βιταμίνη A είτε παρασκεύασμα που περιέχει βιταμίνη A. Στους **χοίρους αναπαραγωγής** το ποσοστό μηδικαλεύρου πρέπει να κυμαίνεται από 10-15%.

Στα **ορνιθοειδή**, κατά την ανεπάρκεια βιταμίνης A, η θνησιμότητα είναι υψηλή. Αρχικά συμπτώματα είναι: καθυστέρηση της ανάπτυξης, εξασθένηση, τραχύ πτέρωμα, κλωνιζόμενος βηματισμός. Οι δακρυϊκοί αδένες ξηραίνονται και σταματούν τις εκκρίσεις τους, οπότε είναι δυνατόν να προκληθεί μόλυνση που καταλήγει σε απέκκριμα, που προξενεί συγκόλληση των βλεφάρων. Επίσης αναπτύσσονται λευκές φλύκταινες (φουσκάλες) στις στοματικές γωνίες.

Στις **αναπτυσσόμενες όρνιθες** ελαττώνεται η παραγωγή αβγών και η εκκολαπτικότητα. Εφόσον το μεγαλύτερο τμήμα των συμπυκνωμένων τροφών στα σιτηρέσια των ορνιθοειδών στερείται ή έχει μικρή περιεκτικότητα σε βιταμίνη A ή σε προβιταμίνες A, η ανεπάρκειά τους σε βιταμίνη A αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στην εφαρμοσμένη διατροφή. Στα σιτηρέσια



των ορνιθοειδών εκτός από κίτρινο καλαμπόκι, πρέπει να συμπεριλαμβάνεται **άλευρο χόρτου μηδικής (μηδικάλευρο) άριστης ποιότητας** σε ποσοστό 2-5% και επιπλέον συνθετική βιταμίνη Α ή παρασκεύασμα που περιέχει βιταμίνη Α.

Η ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Στην **εφαρμοσμένη διατροφή** δεν είναι πιθανόν να παρουσιαστούν σε αναπτυγμένα βοοειδή συμπτώματα ανεπάρκειας, εκτός από την περίπτωση παρατεταμένης στέρησης βιταμίνης Α. Τα ζώα που βόσκουν, γενικά, προσλαμβάνουν από τη βοσκή του χόρτου μεγαλύτερες ποσότητες από τις αναγκαίες προβιταμίνες και κανονικά συγκεντρώνουν εφεδρείες κυρίως στο ήπαρ. Επίσης αν χορηγείται στα βοοειδή ενσιρωμένη τροφή και καλής ποιότητας ξηρό χόρτο κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών, είναι απίθανο να παρουσιαστεί ανεπάρκεια βιταμίνης Α.

Εξάλλου, επειδή τα ζώα μπορούν να αποθηκεύσουν σημαντικές ποσότητες βιταμίνης Α στο ήπαρ και σε άλλους ιστούς, εφόσον παίρνουν μέσα από την τροφή άφθονες ποσότητες καροτινών, η χρονική διάρκεια μέχρι να εμφανιστούν συμπτώματα ανεπάρκειας, θα εξαρτάται από τα υπάρχοντα αποθέματα βιταμίνης Α στο σώμα τους κατά την έναρξη χορήγησης του ανεπαρκούς σιτηρεσίου σε βιταμίνη Α. Έτσι σε σχετικά πειράματα με **αγελάδες** βρέθηκε ότι όταν αυτές είχαν διατραφεί για αρκετό χρόνο προηγουμένως με τροφές πλούσιες σε καροτίνες, χρειάστηκε, από την αρχή που χορηγήθηκε ανεπαρκής τροφή σε καροτίνες, να περάσουν περισσότερες από 200 ημέρες για να εξαντληθούν τα αποθέματά τους και να εμφανιστούν τα συμπτώματα ανεπάρκειας.

Η αποθήκευση αυτή της βιταμίνης Α στο σώμα των ζώων είναι μεγάλης πρακτικής σημασίας στη διατροφή, καθώς παρέχει ένα μέσο με το οποίο οι εφεδρείες αυτές μπορούν να χρησιμεύσουν κατά τη διάρκεια περιόδου ανεπαρκούς διατροφής με βιταμίνη Α. Για παράδειγμα, ζώα που βόσκουν σε καλά βοσκοτόπια μπορούν να αποθηκεύσουν άφθονες εφεδρείες για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, που είναι δυνατόν τα σιτηρέσιά τους να περιέχουν ανεπαρκείς ποσότητες βιταμίνης Α.

Τα **νεαρά ζώα**, επειδή έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε βιταμίνη Α εξαντλούν τις εφεδρείες τους και υποφέρουν από έλλειψη πολύ πιο γρήγορα σε σύγκριση με τα αναπτυγμένα. Έτσι σε σχετικά πειράματα, κατά τη χορήγηση ανεπαρκούς σε βιταμίνη Α σιτηρεσίου, μόσχοι ηλικίας 3-5 μηνών παρουσίασαν **νυκταλωπία** περίπου μετά από 56 ημέρες, ενώ χρειάστηκαν γι' αυτό 6 μήνες σε μόσχους ηλικίας 12 μηνών.

Περιπτώσεις ανεπάρκειας βιταμίνης Α έχουν αναφερθεί σε **βοοειδή** που διατρέφονταν στο στάβλο με σιτηρέσια τα οποία περιείχαν μεγάλη αναλογία καρπών σιτηρών και άλλων φτωχών σε βιταμίνη Α συμπυκνωμένων τροφών. Κάτω από αυτές τις συνθήκες πρέπει να προστίθεται στο σιτηρέσιο συνθετική βιταμίνη Α ή παρασκεύασμα που περιέχει βιταμίνη Α.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α

Πλούσιες πηγές σε βιταμίνη Α είναι το **ηπατέλαιο** διαφόρων ψαριών και ιδίως του βακαλάου. Από τις υπόλοιπες τροφές ζωικής προέλευσης, το **συκώτι**, το **βούτυρο**, ο **κρόκος του αβγού** και το **πλήρες γάλα** είναι επίσης πλούσιες πηγές, αν και η περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη Α εξαρτάται από την επαρκή σε καροτίνες διατροφή των ζώων.

Αναφορικά με τις προβιταμίνες Α, γενικά οι **πράσινες τροφές** είναι εξαιρετικές πηγές β-καροτίνης. Τα καροτινοειδή στα φυτά συνήθως συνοδεύονται από χλωροφύλλη, αν και μερικά φυτικά προϊόντα, όπως τα **καρότα** ή **ντομάτα** και ορισμένοι μύκητες περιέχουν καροτινοειδή αλλά όχι χλωροφύλλη. Η περιεκτικότητα λοιπόν σε χλωροφύλλη μπορεί να θεωρείται ως δείκτης της παρουσίας καροτινών και γι' αυτό τα φυλλώδη χόρτα νεαρής ηλικίας έχουν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα.

Από την πλευρά της διατροφής των ζώων είναι θεμιτό οι σανοί που χρησιμοποιούμε για τροφές των μηρυκαστικών ζώων, να έχουν πράσινο χρώμα, σαν ένδειξη της ύπαρξης σε αυτούς καροτινών και ότι αυτοί δε βράχηκαν όσο ήταν εκτεθειμένοι στον ήλιο. Γι' αυτό, όταν γίνεται ιδιοπαραγωγή σανού, δεν πρέπει να παραμένει στον ήλιο παραπάνω χρονικό διάστημα, παρά μόνο όσο χρειάζεται για να ξεραθεί, δεδομένου ότι οι προβιταμίνες της βιταμίνης Α καταστρέφονται από την

έκθεση του χόρτου στις ηλιακές ακτίνες αλλά και σε υψηλή θερμοκρασία. (Καραμήτρος, 2004)

Τα χόρτα των ψυχανθών έχουν γενικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καροτίνες σε σύγκριση με τα χόρτα των αγρωστωδών, και αυτό οφείλεται στο ότι τα ψυχανθή έχουν μεγαλύτερη αναλογία φυλλώματος σε σύγκριση με τους βλαστούς.

Εκτός από το κίτρινο καλαμπόκι, που περιέχει κρυπτοξανθίνη οι πιο πολλές από τις συμπυκνωμένες τροφές που συνήθως χρησιμοποιούνται στη διατροφή των αγροτικών ζώων, πρακτικά στερούνται προβιταμινών Α.

Οι καροτίνες βρίσκονται επίσης σε ορισμένους ζωικούς ιστούς, όπως στο σωματικό λίπος των αγελάδων και των αλόγων, αλλά όχι στο λίπος των προβάτων και των χοίρων. Επίσης βρίσκονται στα φτερά των πτηνών, τον κρόκο του αβγού και το βούτυρο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ειδών ακόμη και μεταξύ των φυλών ως προς την ικανότητα μετατροπής των προβιταμινών Α σε βιταμίνη Α. Εξαιρετικό παράδειγμα αποτελεί η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στη Φρισλανδική αγελάδα και την αγελάδα Jersey. Η αγελάδα της Φρισλανδικής φυλής μετατρέπει πιο αποτελεσματικά τις προβιταμίνες Α σε βιταμίνη Α, γι' αυτό και το σωματικό λίπος, όπως και το λίπος του γάλακτος αυτής είναι υπόλευκο, ενώ η αγελάδα της φυλής Jersey έχει σωματικό λίπος κίτρινο και γάλα κίτρινου χρώματος, διότι μετατρέπει λιγότερο αποτελεσματικά τις κίτρινες καροτίνες στη σχεδόν άχρωμη βιταμίνη Α. Συνεπώς το χρώμα του γάλακτος δεν είναι ένδειξη της δυναμικότητάς του σε βιταμίνη Α, διότι αυτή συνδέεται με το άθροισμα των προβιταμινών Α και της ίδιας της βιταμίνης Α.

Στους ειδικούς πίνακες διατροφής δίνονται από τη μια η περιεκτικότητα των διαφόρων ζωοτροφών και από την άλλη οι ανάγκες των διαφόρων αγροτικών ζώων, για τις καροτίνες σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά χιλιόγραμμο τροφής, ενώ για τη βιταμίνη Α σε διεθνείς μονάδες. Μια διεθνής μονάδα (International Unit, IU)

αντιστοιχεί προς τη δραστικότητα 0,3γ κρυσταλλικής βιταμίνης Α αλκοόλης. Ισοδύναμη προς τη διεθνή μονάδα είναι η δραστικότητα 0,6γ β-καροτίνης.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ Α

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, γενικά, αποθηκεύονται εύκολα στο ζωικό σώμα. Για το λόγο αυτό οι βιταμίνες αυτές μπορούν να εκδηλώσουν τοξικές παρενέργειες όταν χορηγούνται σε υπερβολικές ποσότητες και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το ζωικό σώμα δεν μπορεί να αποβάλλει αποτελεσματικά αυτές τις βιταμίνες όταν αυτές χορηγούνται σε ποσότητες μεγαλύτερες από όσες είναι οι ανάγκες του ζώου.

Τα τοξικά συμπτώματα εξαιτίας υπερβολικής χορήγησης βιταμίνης Α εμφανίζονται όταν η ημερήσια δόση αυτής είναι 50 έως 500 φορές μεγαλύτερη από τις μεταβολικές ανάγκες του ζωικού οργανισμού.

Τα συμπτώματα αυτά λόγω υπερβολικής λήψης βιταμίνης Α χαρακτηρίζονται από απώλεια της όρεξης, φτωχή όραση, υπέρμετρη ευαισθησία, πτώση του τριχώματος, ξηρότητα και ξεφλούδισμα του δέρματος (με κνησμό), οίδημα κατά μήκος των μακρών οστών, διάρροια, ναυτία, διεύρυνση του ήπατος και του σπλήνα και θάνατο.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ D (VITAMIN D)

(Αντιραχίτική)

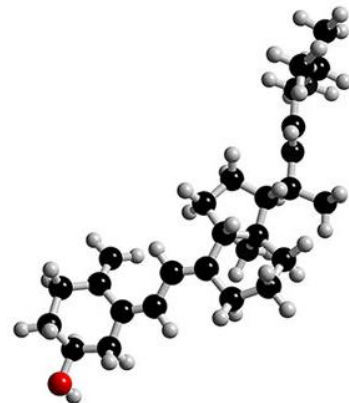
ΓΕΝΙΚΑ

Το μωρουνέλαιο, το οποίο ήταν για πολύ καιρό γνωστό ως πρακτική παραϊατρική, βρέθηκε το έτος 1824 να είναι σημαντικό στη θεραπευτική αγωγή κατά της ραχίτιδας. Ωστόσο, η θεραπεία έχασε την εύνοια των επαγγελματιών ιατρών επειδή οι ίδιοι δεν μπορούσαν να εξηγήσουν τη δράση του.

Λίγα χρόνια μετά την ανακάλυψη της βιταμίνης A έγινε φανερό ότι και η ραχίτιδα συνδέεται με τροφική ανεπάρκεια. Αυτό αποδείχθηκε το 1922 από τον Mc Collum και τους συνεργάτες του. Αυτοί χρησιμοποιώντας μωρουνέλαιο, το οποίο προηγουμένως είχαν οξειδώσει μέχρι να καταστραφεί η βιταμίνη A, ώστε να μην μπορεί να θεραπεύσει την ξηροφθαλμία, διαπίστωσαν πως το μωρουνέλαιο που οξειδώθηκε εξακολουθούσε να είναι αποτελεσματικό για τη θεραπεία της ραχίτιδας, δηλαδή το μωρουνέλαιο εκτός από τη βιταμίνη A περιείχε και μια άλλη βιταμίνη με αντιραχίτική δράση.

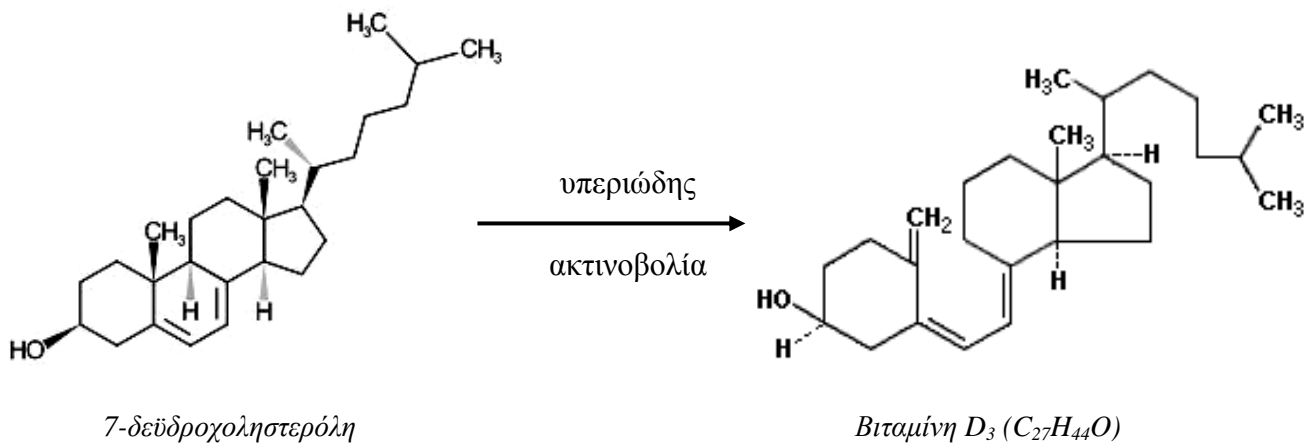
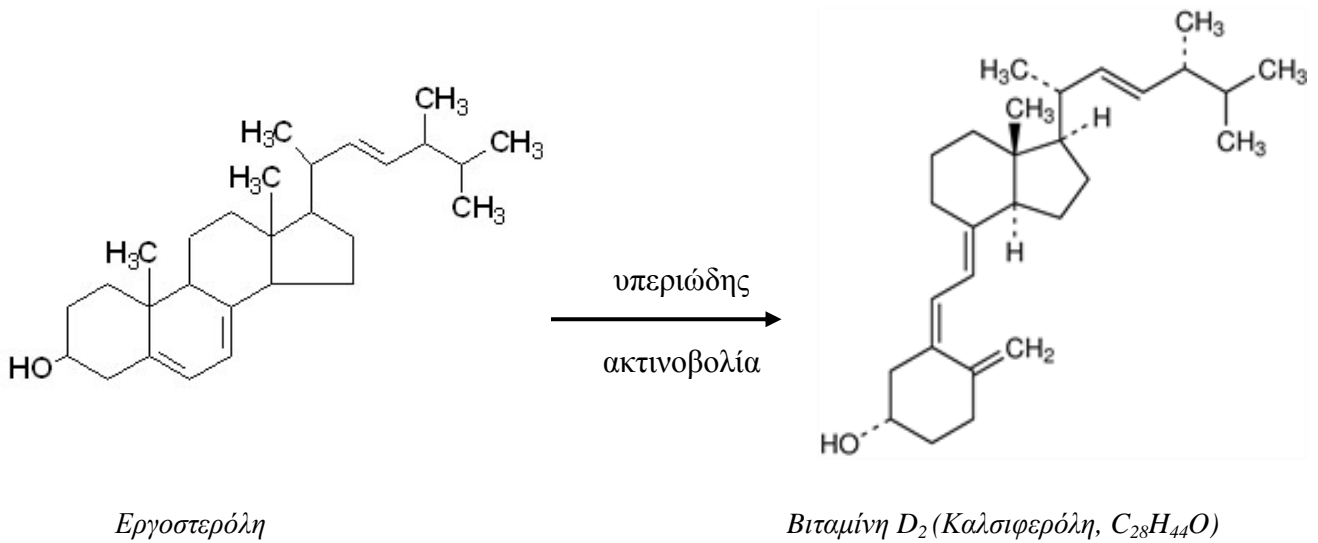
ΔΟΜΗ

Με τον όρο βιταμίνη D είναι γνωστά περίπου 10 διαφορετικά παράγωγα στερολών, το καθένα από τα οποία είναι σε θέση να επιτελέσει τον φυσιολογικό ρόλο βιταμίνης D. Δηλαδή, την προαγωγή της ανάπτυξης των οστών και του σώματος γενικά, καθώς και την πρόληψη της ραχίτιδας στα νεαρά ζώα. Από τις διάφορες αυτές μορφές της βιταμίνης D, οι σπουδαιότερες, από άποψη κανονικού εφοδιασμού των ζώων με τις τροφές, είναι η **βιταμίνη D₂** ή **καλσιφερόλη**, που παράγεται από τη δράση της **υπεριώδους ακτινοβολίας** πάνω στην **εργοστερόλη (φυτοστερόλη)** και η **βιταμίνη D₃**, που παράγεται από τη δράση της **υπεριώδους ακτινοβολίας** πάνω στην **7-δεϋδροχοληστερόλη (ζωοστερόλη)**. Δηλαδή, πρόδρομες ουσίες ή αλλιώς προβιταμίνες των βιταμινών D₂ και D₃ είναι αντίστοιχα οι



στερόλες εργοστερόλη και 7-δεϋδροχοληστερόλη, οι οποίες δεν έχουν καμιά αξία βιταμίνης D χωρίς την επίδραση πάνω σε αυτές υπεριώδους ακτινοβολίας.

Κάτω από την επίδραση της ενέργειας που παρέχεται από την υπεριώδη ακτινοβολία στο μόριο των στερολών, διανοίγεται ο δακτύλιος B του στερανικού σκελετού τους και σχηματίζονται οι βιταμίνες D₂ και D₃, οι οποίες έχουν τους παρακάτω συντακτικούς τύπους :



Οι βιταμίνες D δεν διαλύονται στο νερό, αλλά διαλύονται στα λίπη και τους διαλύτες των λιπών. Οι δύο μορφές D₂ και D₃ είναι πολύ περισσότερο σταθερές στην οξείδωση σε σύγκριση με τη βιταμίνη A και τις καροτίνες. Η μορφή D₃ είναι πιο σταθερή από τη D₂.

Όταν παρασκευάσματα που περιέχουν βιταμίνη D προστεθούν για ανάμειξη στα συνήθη μίγματα συμπυκνωμένων ζωοτροφών, η δραστηριότητα της βιταμίνης D διατηρείται, όταν αποθηκεύεται συνήθως για μερικούς μήνες, ακόμη και κατά το καλοκαίρι. Επίσης, η αξία σε βιταμίνη D του χόρτου που έχει αποξηραθεί στον ήλιο ή άλλης χονδροειδούς τροφής διατηρείται καλά κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

Όμως είναι δυνατόν να καταστραφεί γρήγορα η δραστηριότητα της βιταμίνης D, όταν αυτή έχει αναμειχθεί με ανόργανα άλατα και ιδίως με ανθρακικό ασβέστιο, για να παρασκευαστούν μίγματα ανόργανων αλάτων και βιταμινών, που θα αποθηκευτούν και αργότερα θα περιληφθούν στα τελικά μίγματα ζωοτροφών.

Σήμερα διατίθενται από τις βιομηχανίες παραγωγής βιταμινών μετά από ειδική κατεργασία, σταθεροποιημένες μορφές τόσο βιταμίνης D όσο και βιταμίνης A, καθώς και άλλων βιταμινών, οι οποίες είναι ανθεκτικές στην οξείδωση και έτσι διατηρείται η ενέργειά τους μέσα στα μίγματα ζωοτροφών για αρκετούς μήνες.

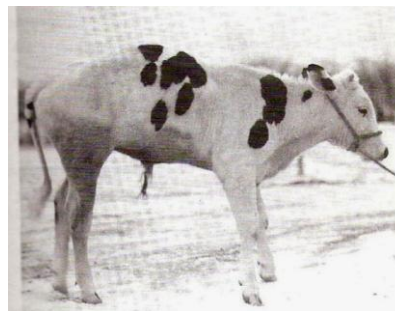
ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Ο ακριβής βιοχημικός μηχανισμός δράσης της βιταμίνης D δεν είναι γνωστός. Αναμφίβολα όμως η βιταμίνη D παίζει σημαντικό ρόλο στο **μεταβολισμό του ασβεστίου και του φωσφόρου**. Προάγει, στα αναπτυσσόμενα ζώα την εναπόθεση ασβεστίου και φωσφόρου στα οστά με μορφή συμπλόκων αλάτων και στα αναπτυγμένα ζώα την καλύτερη εκμετάλλευση του ασβεστίου και του φωσφόρου της τροφής. Επίσης, η βιταμίνη D αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου και του φωσφόρου στο έντερο και επηρεάζει την απέκκρισή τους με τα ούρα. Έτσι, συντελεί στην αύξηση της ποσότητας που τελικά συγκρατείται στο σώμα από τις ανόργανες αυτές ουσίες. Κατά τον ίδιο τρόπο η βιταμίνη D βοηθά στη διατήρηση της περιεκτικότητας του αίματος σε ασβέστιο και φώσφορο στα κανονικά επίπεδα. Επίσης επηρεάζει την περιεκτικότητα του αίματος και των οστών σε κιτρικό οξύ, το οποίο συνδέεται με την οστεοποίηση.

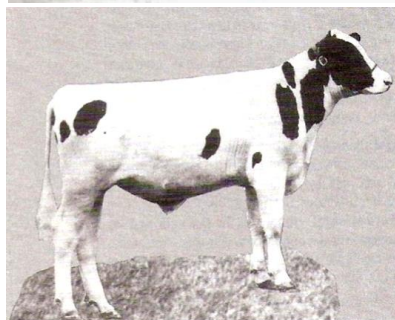
Οι φυσιολογικές δράσεις της βιταμίνης D έχουν σχέση με την ενεργοποίηση των ενζύμων φωσφορυλάσης και φωσφατάσης, τα οποία βρίσκονται στα οστά, το αίμα και άλλους ιστούς.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ D

Στα αναπτυσσόμενα ζώα έλλειψη βιταμίνης D προκαλεί **ραχίτιδα**, η οποία είναι ασθένεια των οστών και στα οποία διαταράσσεται η εναπόθεση ασβεστίου και φωσφόρου, με αποτέλεσμα τα οστά να είναι αδύνατα και να σπάζουν εύκολα. Επίσης τα άκρα τους μπορεί να λυγίζουν.



Στα αναπτυγμένα ζώα η ανεπάρκεια βιταμίνης D προκαλεί **οστεομαλάκυνση**, κατά την οποία υπάρχει κινητοποίηση ασβεστίου και φωσφόρου από τα οστά που ήδη έχουν σχηματιστεί και επαναπορρόφηση αυτών στο αίμα, για να καλυφθούν ανάγκες του οργανισμού, μεγαλύτερες από αυτές που αφομοιώνονται από την πρόσληψη της τροφής. Ο ρόλος της βιταμίνης D στα αναπτυγμένα ζώα φαίνεται να είναι μικρότερης σημασίας, εκτός βέβαια από τις περιόδους αναπαραγωγής και γαλακτοπαραγωγής.



Τα **εγκυμονούντα ζώα**, που υποφέρουν από σοβαρή ανεπάρκεια βιταμίνης D, γεννούν ασθενικά νεογνά, τα οποία έχουν την τάση να γίνουν ραχιτικά. Μερικές φορές αυτά παρουσιάζουν και ανωμαλίες διαπλάσεως. Επίσης, ο σκελετός της μητέρας παθαίνει βλάβες.

Στις **αναπτυγμένες όρνιθες** ανεπάρκεια βιταμίνης D προκαλεί μείωση της αβγοπαραγωγής και της εκκολαπτικότητας των αβγών, όπως και παραγωγή αβγών με λεπτό κέλυφος, τα οποία σπάζουν εύκολα.

ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΖΩΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ D

Οι ανάγκες των ζώων σε βιταμίνες D είναι μεγαλύτερες α) όταν η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε Ca ή P είναι μικρότερη της κανονικής και β) όταν η ποσοτική σχέση μεταξύ των ανόργανων αυτών ουσιών απέχει από την κανονική τιμή. Καμία όμως ποσότητα βιταμίνης D δεν μπορεί να αντισταθμίσει σοβαρή ανεπάρκεια καθεμιάς από τις ανόργανες αυτές ουσίες.

Επίσης οι ανάγκες σε βιταμίνες D εξαρτώνται και από το είδος των αγροτικών ζώων. Η ύπαρξη, μεταξύ των ειδών, μεγάλων διαφορών ως προς τις ανάγκες τους σε βιταμίνη D, φαίνεται από το ότι, σιτηρέσιο που περιέχει ικανοποιητικές ποσότητες ασβεστίου και φωσφόρου, αλλά μόνον επαρκή ποσότητα βιταμίνης D για την ανάπτυξη κανονικών οστών στους επίμυες (αρουραίους, rats) και στους χοίρους, το ίδιο σιτηρέσιο θα προκαλέσει γρήγορα ανάπτυξη ραχίτιδας στους νεοσσούς.

Τα ορνιθοειδή έχουν πιο μεγάλες ανάγκες σε βιταμίνη D σε σύγκριση με τα υπόλοιπα αγροτικά ζώα. Συγκριτικά προς τις όρνιθες, οι ινδιάνοι και οι φασιανοί έχουν ακόμη μεγαλύτερες ανάγκες σε βιταμίνη D.

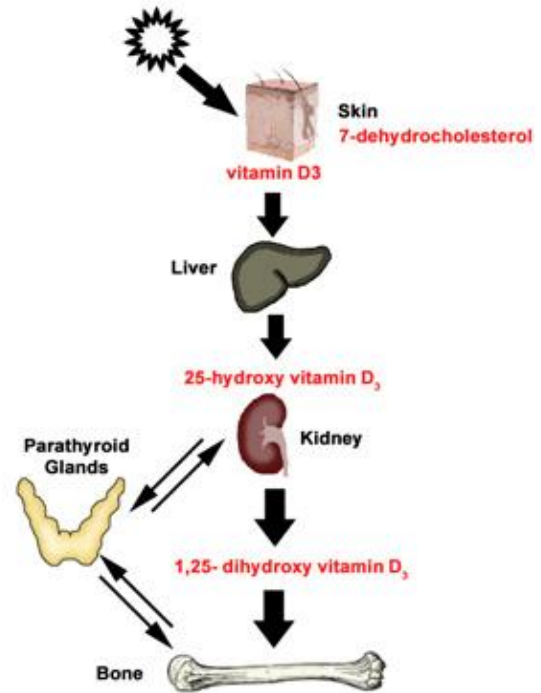
Το σώμα των ζώων έχει την ικανότητα να αποθηκεύει βιταμίνη D, αν και σε πολύ μικρότερη έκταση σε σύγκριση προς την περίπτωση της βιταμίνης A, εφόσον βέβαια η ποσότητα της βιταμίνης D που προσλαμβάνεται από τις τροφές είναι πολύ μεγαλύτερη από την αναγκαία. Οι αποθηκευτικοί χώροι της βιταμίνης D είναι κυρίως το **ήπαρ** και σε δεύτερη μοίρα έρχονται οι **πνεύμονες**, οι **νεφροί** και άλλοι ιστοί.

Μολονότι δεν συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό μεταβίβαση βιταμίνης D από τη μητέρα στο έμβρυο κατά τη διάρκεια της κυοφορίας, άφθονη πρόσληψη βιταμίνης D από τη μητέρα κατά την περίοδο αυτή, συντελεί στην εναπόθεση αρκετών εφεδρειών στο σώμα του νεογνού, για να προστατευθεί από τη ραχίτιδα κατά την πρώτη περίοδο της ανάπτυξής του. Με αυτόν τον τρόπο νεογέννητα αρνάκια μπορούν να εφοδιαστούν με επάρκεια για να καλύψουν τις ανάγκες τους επί 6 εβδομάδες.

ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

(*Ultraviolet radiation*)

Ιδιαίτερη σημασία έχει η στενή σχέση της φύσης της βιταμίνης D με το ηλιακό φως. Η αξία του φωτός του ήλιου ως μέσου θεραπείας της ραχίτιδας ήταν γνωστή πολλά χρόνια πριν την ανακάλυψη της βιταμίνης D. Θετική όμως απόδειξη της ειδικής επίδρασης του πάνω στην απόθεση αλάτων ασβεστίου στα οστά, επιτεύχθηκε όταν ανακαλύφθηκαν οι μέθοδοι διάγνωσης με τις ακτίνες X. Με τη χρησιμοποίηση αυτών των μεθόδων, αποδείχθηκε ότι οι υπεριώδεις ακτίνες βοηθούν στην εναπόθεση αλάτων ασβεστίου στα οστά των ραχιτικών παιδιών και θεραπεύουν την ασθένεια. Αργότερα αποδείχθηκε ότι την ίδια επίδραση έχει και το ηλιακό φως.



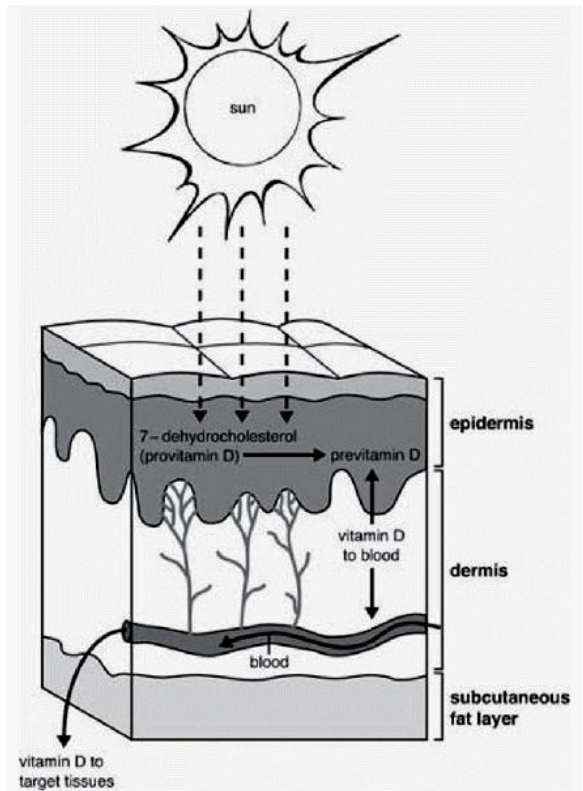
Όταν αποδείχθηκε ότι τόσο οι υπεριώδεις ακτίνες όσο και ένας αντιραχιτικός παράγοντας που βρισκόταν στο μωρουνέλαιο είχαν την ίδια ενέργεια στην θεραπεία της ραχίτιδας, προέκυψε το φυσικό ερώτημα, πώς δύο τόσο διαφορετικοί μεταξύ τους παράγοντες, μπορούν να προκαλέσουν τα ίδια ειδικά αποτελέσματα. Η απάντηση στο ερώτημα αυτό δόθηκε από πειράματα (του Hess του Πανεπιστημίου Columbia και του Steenbock του Πανεπιστημίου Wisconsin) το 1924 ότι τροφές που δεν ήταν αποτελεσματικές για την πρόληψη της ραχίτιδας, μπορούσαν να γίνουν αντιραχιτικές, με την έκθεσή τους σε υπεριώδη ακτινοβολία. Ανάλογες παρατηρήσεις πάνω στο σώμα των ζώων οδήγησαν στην υπόθεση ότι η υπεριώδης ακτινοβολία θεραπεύει τη ραχίτιδα, διότι ενεργοποιεί κάποια πρόδρομη ουσία στο σώμα και τη δραστηριοποιεί, όπως ακριβώς συμβαίνει

στις τροφές, ενώ το μουρουνέλαιο από τη φύση του περιέχει την ενεργό αντιραχιτική αυτή ουσία. Οι παραπέρα έρευνες (1932, 1936) οδήγησαν στην απομόνωση των προβιταμινών, όπως και στην ανακάλυψη της φύσης του μετασχηματισμού τους σε ενεργό βιταμίνη D, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Το ηλιακό φως είναι αποτελεσματική πηγή βιταμίνης D για τα ζώα, επειδή οι υπεριώδεις ακτίνες του μετατρέπουν τις προβιταμίνες D, που βρίσκονται στο **δέρμα** και τις εκκρίσεις του, σε βιταμίνη D, η οποία στη συνέχεια απορροφάται από το δέρμα. Το ότι μπορεί τέτοια απορρόφηση να συμβεί, φαίνεται καθαρά από το γεγονός ότι η ραχίτιδα θεραπεύεται με επιτυχία όταν γίνεται επάλειψη του δέρματος με μουρουνέλαιο. Επίσης τα ζώα παίρνουν κάποια ποσότητα βιταμίνης D από αυτή που σχηματίστηκε πάνω στο δέρμα, όταν γλείφουν το σώμα τους.

Η αποτελεσματικότητα του ηλιακού φωτός για τη μετατροπή των προβιταμινών D σε βιταμίνη D, εξαρτάται από τα μήκη κύματος και την ένταση των υπεριωδών ακτίνων, που φτάνουν στη γη. Τα μήκη κύματος των υπεριωδών ακτίνων, που έχουν αντιραχιτική επίδραση, κυμαίνονται μεταξύ 256-313 nm, ενώ τα πιο αποτελεσματικά μήκη κύματος κυμαίνονται μεταξύ 280-300 nm.

Οι υπεριώδεις ακτίνες, που φτάνουν στη γη, λόγω της απορρόφησής τους σε ορισμένη έκταση κατά το πέρασμά τους μέσα από την ατμόσφαιρα, περιέχουν μικρό μόνο μέρος της περιοχής των αποτελεσματικών μηκών κύματος. Το πιο μικρό μήκος κύματος, το οποίο φτάνει στη γη, είναι 290 nm και αυτό συμβαίνει μόνο το καλοκαίρι και μόνο στις τροπικές περιοχές, διότι τα πιο μικρά από αυτό απορροφούνται από την ατμόσφαιρα. Όσο μεγαλύτερη απόσταση έχουν να διαπεράσουν οι υπεριώδεις ακτίνες δια μέσου της ατμόσφαιρας, τόσο μακρότερο είναι το ελάχιστο μήκος κύματος, που



φτάνει στη γη, και τόσο μικρότερη είναι η ένταση των αποτελεσματικών ακτινοβολιών. Συνεπώς το ηλιακό φως είναι πιο αποτελεσματικό στις τροπικές περιοχές παρά στη Εύκρατη ή την Αρκτική ζώνη, πιο αποτελεσματικό κατά το καλοκαίρι παρά κατά το χειμώνα, πιο αποτελεσματικό κατά το μεσημέρι παρά το πρωί ή το απόγευμα και τέλος πιο αποτελεσματικό στις περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο.

Οι υπεριώδεις ακτινοβολίες απορροφώνται σε μεγάλο βαθμό από τα σύννεφα, τους καπνούς και τη σκόνη. Συνεπώς η αντιραχίτική επίδραση του ηλιακού φωτός είναι πιο μικρή, όπου επικρατεί κλίμα συννεφώδες. Επίσης στις πόλεις η σκόνη και οι καπνοί ευθύνονται για τον πολύ μεγαλύτερο αριθμό περιπτώσεων ραχίτιδας στα παιδιά των πόλεων, σε σύγκριση με τα παιδιά της υπαίθρου.

Αν το ηλιακό φως περάσει δια μέσου των συνήθων υαλοπινάκων (τζαμιών), απορροφάται σχεδόν όλο το τμήμα των υπεριωδών ακτίνων, το οποίο έχει αντιραχίτική ενέργεια και συνεπώς το ηλιακό φως μετά τη διέλευσή του δια μέσου των υαλοπινάκων αυτών, δεν έχει καμία αντιραχίτική επίδραση. Μερικά ειδικά είδη υαλοπινάκων (χαλαζίου) καθώς και ορισμένοι υαλοπίνακες από πλαστική ύλη, επιτρέπουν μάλλον περισσότερο το πέρασμα των υπεριωδών ακτίνων του ηλιακού φωτός και χρησιμοποιούνται σε νοσοκομεία και πτηνοτροφεία.

Ζώα τα οποία διατηρούνται κατά το καλοκαίρι στη βοσκή ουδέποτε υποφέρουν από έλλειψη βιταμίνης D, καθόσον αποκτούν άφθονη βιταμίνη D μέσω της επίδρασης του ηλιακού φωτός πάνω στο σώμα τους. Ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα η έκθεση στον ήλιο έχει σπουδαία αντιραχίτική επίδραση. Για παράδειγμα, σε σχετικά πειράματα, χοιρίδια που υπέφεραν από ραχίτιδα εξαιτίας έλλειψης βιταμίνης D, παρουσίασαν σημαντική βελτίωση, κατά την έκθεσή τους στο ηλιακό φως κατά το χειμώνα για χρονικό διάστημα μόνο 45 με 90 λεπτά της ώρας καθημερινά.

Ευτυχώς, ειδικά για τους κατοίκους των πόλεων, δεν είναι ανάγκη το σώμα να εκτίθεται απευθείας στον ήλιο, για να δεχτεί τις υπεριώδεις ακτίνες ώστε να ενεργοποιηθούν οι προβιταμίνες D. Λόγω της ανάκλασης των υπεριωδών ακτίνων, το

έμμεσο φως, που προέρχεται από τη λάμψη του ήλιου κατά τις φωτεινές μέρες, έχει σημαντική αντιραχιτική επίδραση, η οποία φτάνει στο $\frac{1}{2}$ έως τα $\frac{2}{3}$ από εκείνην του απευθείας ηλιακού φωτός. Μάλιστα οι ακτίνες, που παθαίνουν ανάκλαση από το χιόνι και από τα νερά, είναι πιο αποτελεσματικές σε σύγκριση με αυτές που προσπίπτουν πάνω στο σώμα απευθείας.

Η ακτινοβολία είναι φανερά πιο αποτελεσματική για τα ζώα με δέρμα ανοιχτόχρωμο. Ζώα με μαύρο ή σκοτεινό τρίχωμα ή δέρμα εξασφαλίζουν μικρότερη ποσότητα βιταμίνης D από το ηλιακό φως, σε σύγκριση με τα ζώα που έχουν λευκό ή ανοιχτόχρωμο δέρμα και τρίχωμα. Αυτό συμβαίνει διότι το μεγαλύτερο μέρος των υπεριωδών ακτίνων απορροφάται από το μαύρο τρίχωμα ή το δέρμα πριν αυτές φτάσουν στους ιστούς. Για το λόγο αυτό, κάτω από παρόμοιες συνθήκες διατήρησης, τα χοιρίδια λευκού χρώματος υπόκεινται λιγότερο σε ραχίτιδα σε σύγκριση προς τα χοιρίδια μαύρου ή σκοτεινού χρώματος.

Όταν η ακτινοβολία συνεχίζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε η βιταμίνη D από μόνη της, μπορεί να μεταβληθεί σε ενώσεις, οι οποίες μπορούν να αποβούν τοξικές.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ D

Οι βιταμίνες D έχουν περιορισμένη διάδοση στις φυσικές τροφές. Πρακτικά δεν βρίσκονται στις τροφές φυτικής προέλευσης, εκτός από τις **χονδροειδείς τροφές που αποξηράνθηκαν στον ήλιο**. Όταν τα χλωρά χόρτα ξηραίνονται στον ήλιο παράγεται, από την εργοστερόλη των χλωρών χόρτων με την δράση των υπεριωδών ακτίνων του ηλιακού φωτός, η βιταμίνη D₂. Τα πράσινα τμήματα των ζώντων φυτών που αυξάνονται περιέχουν εργοστερόλη, αλλά πολύ μικρή ή και καθόλου ποσότητα βιταμίνης D. Οι **ενσιρωμένες χλωρές τροφές**, επειδή εκτίθενται στον ήλιο για σύντομο χρονικό διάστημα και μαραίνονται ελαφρά, περιέχουν βιταμίνη D σε μικρές όμως ποσότητες. Οι ξηρές ζύμες (ζυθοζύμη, οينوζύμη), επειδή περιέχουν σημαντική ποσότητα εργοστερόλης όταν εκτεθούν σε υπεριώδη ακτινοβολία, δίνουν προϊόν εξαιρετικά πλούσιο σε βιταμίνη D₂. Στο εμπόριο διατίθενται διάφοροι τύποι ζυμών που έχουν δεχθεί ακτινοβολία με εγγυημένη περιεκτικότητα σε βιταμίνη D.

Το **ξηρό χόρτο και οι άλλες χονδροειδείς τροφές** που αποξηράνθηκαν στον ήλιο, αποτελούν την κύρια πηγή βιταμίνης D για τα αγροτικά ζώα. Τα φύλλα των ξηρών χόρτων έχουν πιο μεγάλη περιεκτικότητα σε βιταμίνη D, σε σύγκριση προς τα στελέχη. Επίσης τα **χόρτα ψυχανθών** έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη D σε σύγκριση προς τα **χόρτα αγρωστωδών φυτών**. Αντίθετα, το ξηρό χόρτο το οποίο παρασκευάστηκε ύστερα από τεχνητή αφυδάτωση του χλωρού χόρτου σε ειδικούς αποξηραντήρες, είναι πιο πλούσιο σε καροτίνες, περιέχει όμως πολύ μικρή ποσότητα βιταμίνης D. Αξιόλογη περιεκτικότητα σε βιταμίνη D αναφέρθηκε και για το **άχυρο του σιταριού**. Μεταξύ των τροφών ζωικής προέλευσης, τα αβγά και ειδικά ο **κρόκος του αβγού**, είναι πολύ καλή πηγή βιταμίνης D₃, ιδιαίτερα στην περίπτωση κατά την οποία το σιτηρέσιο που προσλαμβάνουν οι όρνια περιέχει ικανοποιητική ποσότητα βιταμίνης D.

Το **γάλα της αγελάδας** κανονικά είναι φτωχή πηγή, αν και το γάλα του καλοκαιριού είναι πιο πλούσιο σε βιταμίνη D, σε σύγκριση με το γάλα του χειμώνα, επειδή οι αγελάδες εκτίθενται στον ήλιο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Εν τούτοις ούτε το καλοκαιρινό γάλα της αγελάδας, ούτε το γάλα του ανθρώπου περιέχουν αρκετή ποσότητα βιταμίνης D για την προστασία των βρεφών από τη ραχίτιδα, αν δεν προσλαμβάνουν αυτά βιταμίνη D από άλλη πηγή.

Πλούσιες πηγές σε βιταμίνη D₃ είναι το **μυρουνέλαιο** και τα **ηπατέλαια** ορισμένων άλλων ψαριών, καθώς και τα **ιχθυέλαια** από ολόκληρο το σώμα ορισμένων ψαριών. Αυτά χρησιμοποιούνται τόσο στη διατροφή των ανθρώπων, όσο και των ζώων για συμπλήρωση των ελλείψεων σε βιταμίνη D των συνήθων τροφών.

Οι μορφές D₂ και D₃ της βιταμίνης D έχουν, κατά προσέγγιση, την ίδια αξία για τα βοοειδή, πρόβατα και χοίρους, όπως και για τον άνθρωπο. Η βιταμίνη D₂ όμως, η οποία είναι η μορφή που απαντά στη ζύμη που έχει υποστεί ακτινοβολία και στα ξηρά χόρτα που αποξηράνθηκαν στον ήλιο, είναι λιγότερο αποτελεσματική για τα ορνιθοειδή σε σύγκριση προς τα τετράποδα ζώα και τον άνθρωπο. Πράγματι μπορεί να απαιτηθεί σαρανταπλάσια ποσότητα βιταμίνης D₂ για την πρόληψη της ραχίτιδας

στους νεοσσούς, σε σύγκριση προς τη μορφή D₃ της βιταμίνης D. **Πρέπει λοιπόν στα ορνιθοειδή να χρησιμοποιείται η μορφή D₃ της βιταμίνης D.**

Η ανάγκη να συμπληρωθεί το σιτηρέσιο των **βοοειδών** και των **προβάτων** με βιταμίνη D, είναι πιθανόν όχι τόσο μεγάλη όσο στους **χοίρους** και τα **ορνιθοειδή**. Τα αναπτυγμένα μηρυκαστικά μπορούν να παίρνουν επαρκείς ποσότητες βιταμίνης D από τα ξηρά χόρτα κατά τους μήνες του χειμώνα και από την ηλιακή ακτινοβολία κατά την βοσκητική περίοδο. Παρόλα αυτά, εφόσον η περιεκτικότητα των χόρτων σε βιταμίνη D ποικίλλει πάρα πολύ, ενδέχεται να είναι αναγκαία η συμπλήρωση της τροφής με βιταμίνη D, ειδικά για τα **νεαρά αναπτυσσόμενα ή έγκυα ζώα**, κατά την περίοδο του χειμώνα. Γενικά, η συμπλήρωση με βιταμίνη D των σιτηρεσίων των αγροτικών ζώων γίνεται με ηπατέλαια ψαριών (μουρουνέλαιο) ή συνθετική βιταμίνη D.

Στους ειδικούς πίνακες διατροφής δίνονται η περιεκτικότητα των ζωοτροφών και οι ανάγκες των αγροτικών ζώων σε βιταμίνη D σε διεθνείς μονάδες. Μια διεθνής μονάδα καθορίζεται ως η δραστηκότητα 0,025 γ κρυσταλλικής βιταμίνης D₃.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ D

Υπέρμετρη χορήγηση βιταμίνης D μπορεί να προκαλέσει υπερασβεστιαμία (αυξημένη εντερική απορρόφηση, οδηγώντας σε αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα), που χαρακτηρίζεται από απώλεια της όρεξης, παρατεταμένη δίψα, ναυτία, έμετο, ευερεθιστότητα, αδυναμία, δυσκοιλιότητα που εναλλάσσεται με περιόδους διάρροιας, καθυστερημένη ανάπτυξη στα νεαρά ζώα, και απώλεια ύψους στα ενήλικα.

Στα αγροτικά ζώα δεν έχουν αναφερθεί ως τώρα περιπτώσεις υπερβιταμίνωσης D. Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και μεγάλες ποσότητες βιταμίνης D δεν προκαλούν παρενέργειες σε αυτά.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε (VITAMIN E)

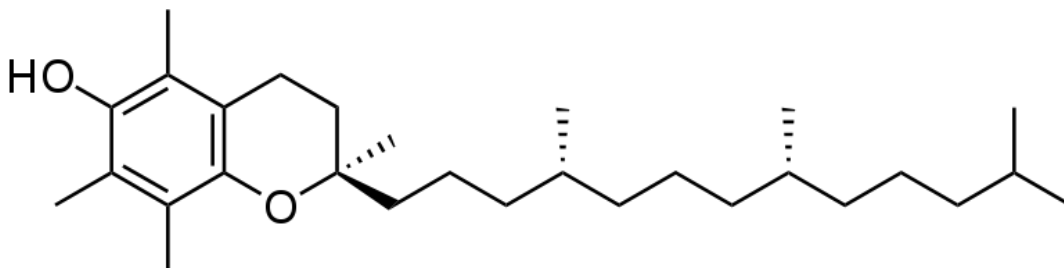
(Τοκοφερόλη, αντιστερωτική, αναπαραγωγική, αντιοξειδωτική)

ΓΕΝΙΚΑ

Η βιταμίνη Ε ανακαλύφθηκε μετά από πειράματα με επίμυες (αρουραίους, rats), που διατρέφονταν με συνθετικό σιτηρέσιο το οποίο περιείχε τις διάφορες γνωστές θρεπτικές ουσίες σε καθαρή χημικώς μορφή. Στους επίμυες που διατρέφονταν με αυτό τον τρόπο προκαλούνταν στείρωση, η οποία τελικά βρέθηκε ότι οφείλονταν στην έλλειψη βιταμίνης Ε.

ΔΟΜΗ

Το 1936 απομονώθηκε από τα έμβρυα καρπών σιταριού μία αλκοόλη, που είχε δραστηριότητα βιταμίνης Ε, για την οποία προτάθηκε το όνομα α-τοκοφερόλη (τόκον φέρουσα), και της οποίας ο συντακτικός τύπος έχει ως εξής.



α-τοκοφερόλη

Αργότερα βρέθηκαν άλλες τρεις ισομερείς μορφές που βρίσκονται σε φυσικές τροφές, οι β-, γ-, και δ-τοκοφερόλες, οι οποίες έχουν ενέργεια βιταμίνης Ε. Από αυτές η α-τοκοφερόλη είναι η πιο δραστική και πιο διαδεδομένη σε σύγκριση προς όλες τις άλλες μορφές. Οι τοκοφερόλες είναι ελαιώδη υγρά διαλυτά στα λίπη και τους διαλύτες των λιπών. Οι τοκοφερόλες είναι εξαιρετικά ανθεκτικές στη θερμότητα, αλλά οξειδώνονται εύκολα. Διατηρούνται καλά στις συνηθισμένες τροφές και τα μίγματα των ζωοτροφών, καταστρέφονται όμως από τα ταγγισμένα λίπη και τα οξειδωτικά μέσα. Συνθετική α-τοκοφερόλη όπως και ο οξικός εστέρας αυτής είναι

διαθέσιμοι σε εμπορικά παρασκευάσματα. Η μορφή του εστέρα είναι περισσότερο ανθεκτική στην οξείδωση.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Αν και η ακριβής φυσιολογική δράση της βιταμίνης E δεν είναι πλήρως γνωστή, φαίνεται ότι αυτή έχει σχέση με πολλά ενζυμικά συστήματα και μπορεί να λάβει μέρος στις ακόλουθες λειτουργίες:

- ❖ Ενεργεί ως **βιολογική αντιοξειδωτική ουσία** τόσο στις τροφές όσο και στους ιστούς του σώματος, προστατεύοντας από την οξείδωση και σταθεροποιώντας ιδίως **ακόρεστα λιπαρά οξέα** και άλλες ουσίες απαραίτητες στο μεταβολισμό όπως για παράδειγμα συντελεί στην ελάττωση της οξείδωσης της **βιταμίνης A**. Η ενέργεια της βιταμίνης A, όπως και η αποθήκευσή της στο σώμα, αυξάνει, όταν ταυτόχρονα χορηγούνται μεγάλες δόσεις τοκοφερολών. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού θεωρείται ότι οι τοκοφερόλες δρουν στον οργανισμό ως μέλη οξειδο-αναγωγικών συστημάτων.
- ❖ Σχετίζεται με την κανονική αναπνοή των ιστών. Μυϊκή ιστοί που λαμβάνονται από ζώο που υποφέρει από ανεπάρκεια βιταμίνης E, παρουσιάζουν αυξημένη αναλογία χρησιμοποίησης οξυγόνου.
- ❖ Έχει σχέση με τις κανονικές αντιδράσεις φωσφορυλίωσης όπως και το μεταβολισμό των νουκλεϊκών οξέων.
- ❖ Περιλαμβάνεται στη σύνθεση της βιταμίνης C και του συνενζύμου Q.
- ❖ Ενεργοποιεί πιθανόν την κυττοχρωμορεδοκτάση όταν βρίσκεται με τη μορφή της α – τοκοφερόλης.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ E

Από πειράματα με επίμυες (αρουραίους, rats), φάνηκε ξεκάθαρα ότι όταν η βιταμίνη E απουσιάζει από το σιτηρέσιο προκαλείται στους θηλυκούς επίμυες νέκρωση και απορρόφηση των εμβρύων ενώ στους αρσενικούς εκφυλιστικές αλλοιώσεις του βλαστικού επιθηλίου των όρχεων και τελικά αγονία. Ενώ όμως η ανεπάρκεια της βιταμίνης E στον αρσενικό επίμυ (αρουραίό) οδηγεί σε μόνιμη στειρότητα, στον θηλυκό η διαταραχή εξαιτίας της ανεπάρκειας είναι προσωρινή και

είναι δυνατή μεταγενέστερη επιτυχής εγκυμοσύνη, εφόσον του χορηγηθεί βιταμίνη E. Τα αποτελέσματα τέτοιων πειραμάτων οδήγησαν στο να ονομαστεί αρχικά η βιταμίνη E ως **αντιστειρωτική** βιταμίνη, αλλά ο όρος αυτός δεν είναι ακριβής και δεν χρησιμοποιείται πλέον, διότι κατά την ανεπάρκεια βιταμίνης E δεν παρατηρούνται παρόμοιες αναπαραγωγικές ανωμαλίες σε όλα τα είδη. Πράγματι πολλές προσπάθειες να συσχετίσουν την ανεπάρκεια βιταμίνης E με παρόμοιες αναπαραγωγικές ανωμαλίες σε άλλα είδη, έδωσαν αρνητικά ή αντίθετα αποτελέσματα. Εκτεταμένα πειράματα δεν πέτυχαν να συνδέσουν την ανεπάρκεια της βιταμίνης E με αναπαραγωγικές ανωμαλίες στα βοοειδή, τα πρόβατα και τις κατσίκες ή να δείξουν ότι βελτιώνεται η αναπαραγωγική λειτουργία τους, αν στα συνήθη σιτηρέσια προστεθεί συμπυκνωμένη πηγή βιταμίνης E. Η κατάσταση στην περίπτωση των χοίρων ίσως να είναι διαφορετική. Τα αποτελέσματα πειραμάτων έδειξαν ότι κατά τη χορήγηση σε νεαρούς χοίρους σιτηρεσίου ανεπαρκούς περιεκτικότητας σε βιταμίνη E, παρατηρούνται αναπαραγωγικές ανωμαλίες, οι οποίες προφανώς οφείλονται στο θάνατο των εμβρύων. Επίσης χοιρίδια από μητέρες που διατρέφθηκαν με αυτό τον τρόπο παρουσίασαν μυϊκή αταξία, που προκλήθηκε από εκφυλιστικές αλλοιώσεις των μυϊκών ινών. Όμοια παρουσίασαν σοβαρές βλάβες στο ήπαρ.

Νοσήματα που προκαλούνται από έλλειψη βιταμίνης E

(McDonald et al., 1975)

<u>Νόσημα</u>	<u>Είδος ζώου</u>	<u>Προσβαλλόμενος ιστός</u>
Εκφυλισμός των όρχεων	Μύες (ποντικών)	Σπερματοζωάρια
Μυϊκή δυστροφία	Αμνούς, μόσχους, χοίρους, όρνιθες, μύες	Σκελετικός και καρδιακός μυς
Εξυδρωματική διάθεση	Όρνιθια, αμνούς	Τριχοειδή αγγεία
Νέκρωση ήπατος	Χοίρους, μύες	Ήπαρ

Στους **αμνούς** και τους **μόσχους** η ανεπάρκεια της βιταμίνης E συνδέεται με μια πάθηση η οποία είναι γνωστή ως **μυϊκή δυστροφία** (muscular dystrophy) ή **ασθένεια λευκού μυός** (white muscle disease) ή **ασθένεια δύσκαμπτου αμνού** (stiff – lamb disease). Παρουσιάζεται σε ορισμένες περιοχές σποραδικά στους αμνούς που θηλάζουν, συνήθως σε ηλικία 3 εβδομάδων που γεννήθηκαν από προβατίνες, που κατά την διάρκεια της κνοφορίας τους διατράφηκαν κάτω από εντελώς φυσικές συνθήκες διατροφής, με ζωοτροφές και ιδιαίτερα ψυχανθή που παράγονται στις περιοχές αυτές. Κατά την πάθηση αυτή οι αμνοί αρχικά παρουσιάζουν δυσκαμψία των άκρων, κλονιζόμενο βηματισμό για μερικές μέρες και στη συνέχεια σε πολλά από αυτά η κατάσταση χειροτερεύει καταλήγοντας σε παράλυση των άκρων και τελικά σε θάνατο. Η προσθήκη ελάχιστης ποσότητας σεληνίου στα δυστροφογόνα σιτηρέσια των εγκύων προβατινών, έχει ισχυρή προληπτική ενέργεια εναντίον της μυϊκής δυστροφίας των αμνών. Επίσης και η άμεση χορήγηση στους αμνούς ελάχιστης ποσότητας σεληνίου, έχει προληπτική και θεραπευτική ενέργεια.



Επίσης μεγαλώνει η **έκκριση κρεατίνης**. Η νεκροψία δείχνει ότι ορισμένοι από τους σκελετικούς μύες παθαίνουν εκφυλιστικές αλλοιώσεις και γίνονται **υπόλευκοι**. Μερικές φορές εκφυλιστικές αλλοιώσεις παθαίνουν και οι καρδιακοί μύς, οπότε μπορεί να επέλθει αιφνίδιος θάνατος. Η ασθένεια κυρίως προσβάλλει τους ίδιους μύς στις δύο πλευρές του σώματος.



Στους **μόσχους**, όταν προσβάλλονται οι σκελετικοί μύες προκαλείται δυσκαμψία των άκρων και αφύσικες στάσεις του σώματος. Αν έχουν προσβληθεί οι καρδιακοί μύς, είναι δυνατόν οι μόσχοι να πεθάνουν ξαφνικά, χωρίς σημάδια προειδοποίησης, ενώ στις λιγότερο σοβαρές περιπτώσεις, είναι δυνατόν να

παρουσιαστούν συμπτώματα αναπνευστικών και κυκλοφοριακών περιπλοκών, ακόμα και με ελάχιστη εξάσκηση. Επίσης αποδείχθηκε και στους μόσχους ότι η μυϊκή δυστροφία μπορεί να προληφθεί με τη χορήγηση είτε ικανής ποσότητας βιταμίνης E, είτε ελάχιστης ποσότητας σεληνίου.



Δεν αποδείχθηκε όμως ότι η βιταμίνη E έχει σχέση με τη μυϊκή δυστροφία στον άνθρωπο.

Ομοίως η ανεπάρκεια βιταμίνης E μπορεί να προκληθεί στους μόσχους και τους αμνούς με τη χορήγηση **σιτηρεσίων πλούσιων σε ακόρεστα λιπαρά οξέα**, όπως όταν αυτά περιέχουν υπερβολικές ποσότητες μουρουνέλαιου. Κατά την πρόσληψη μουρουνέλαιου για μεγάλο χρονικό διάστημα, προκαλείται μυϊκή δυστροφία στους αμνούς, καθώς και σε άλλα είδη ζώων, εξαιτίας των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, τα οποία αυτό περιέχει. Είναι φανερό ότι η ανταγωνιστική αυτή ενέργεια των ακόρεστων λιπαρών οξέων προς τη βιταμίνη E, έχει σχέση με το ρόλο της βιταμίνης E ως αντιοξειδωτική ουσία. Το σεληνίο είναι αναποτελεσματικό για την πρόληψη της μυϊκής δυστροφίας, η οποία προκαλείται, όταν χορηγείται σιτηρέσιο πλούσιο σε ακόρεστα λιπαρά οξέα.

Είναι πάρα πολύ σημαντικό το ζήτημα, κατά ποσό η χαμηλή πρόσληψη βιταμίνης E από τη μητέρα κατά τη διάρκεια της κυοφορίας, μπορεί να γίνει επιζήμια για την υγεία των νεογέννητων, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ρόλος της βιταμίνης E είναι ευεργετικός στην πρόληψη ή τη θεραπεία της μυϊκής δυστροφίας των αμνών και των μόσχων, η οποία μπορεί να παρουσιαστεί σε αυτά λίγο μετά τη γέννησή τους.

Πράγματι έχει διαπιστωθεί ότι οι τοκοφερόλες, περνούν μέσα από τον πλακούντα, όπως και μέσα από τους μαστικούς αδένες και ότι η ποσότητα της βιταμίνης E, η οποία απαντά στους ιστούς του νεογέννητου και στο γάλα της μητέρας του, μπορεί να αυξηθεί, όταν σιτηρέσιο χαμηλής περιεκτικότητας σε βιταμίνη E συμπληρωθεί με συμπυκνωμένη πηγή βιταμίνης E.

Για το λόγο αυτό συνιστάται τα σιτηρέσια των εγκύων ζώων να περιέχουν επαρκείς ποσότητες βιταμίνης E, πράγμα που μπορεί να επιτευχθεί εύκολα με την επιλογή των φυσικών τροφών.

Μυϊκή δυστροφία των αμνών διαπιστώθηκε και στη χώρα μας, στις περιοχές της Β.Δ. Θεσσαλονίκης μεταξύ των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα, στην περιοχή της τέως λίμνης Γιαννιτσών, που αποξηράνθηκε, στις περιοχές γύρω από τη λίμνη Κερκίνη, στην περιοχή της πεδιάδας των Φιλίππων και σε άλλα μέρη (Σκιπιτάρης, 1978). Επίσης παρατηρήθηκε μυϊκή δυστροφία και στα νεογέννητα ερίφια που θηλάζουν όπως και στους αμνούς όνιμων τοκετών του Σταθμού Αναπαραγωγής Δράμας, των οποίων οι μητέρες διατρέφονταν κατά τη διάρκεια του χειμώνα με σιτηρέσιο που αποτελούνταν από ξηρό χόρτο, το οποίο παράγονταν στην πεδιάδα των Φιλίππων και από μίγμα καρπών σιτηρών και σόγιας χωρίς πίτυρα σιταριού. Οι περισσότερες από τις περιπτώσεις μυϊκής δυστροφίας που έχουν αναφερθεί συνδέονται με την ανεπάρκεια σεληνίου, αν και τα νεογά ζώα που εκδηλώνουν μυϊκή δυστροφία ανταποκρίνονταν και στη θεραπεία με βιταμίνη E.

Έλλειψη βιταμίνης E στα κοτόπουλα προκαλεί **εγκεφαλομαλακία** (encephalomalakia) ή **ασθένεια του τρελού νεοσσού** (Crazy chick disease), η οποία χαρακτηρίζεται από αταξικούς βηματισμούς, σπασμούς των άκρων, έλλειψη ισορροπίας, κατάκλιση, λήθαργο και εγκεφαλικές αλλοιώσεις, οι οποίες καταλήγουν σε νέκρωση του εγκεφάλου και θάνατο. Στην πρόληψη της τροφικής εγκεφαλομαλακίας η βιταμίνη E φαίνεται να ενεργεί ως βιολογική αντιοξειδωτική



ουσία, καθόσον η πάθηση αυτή μπορεί να προληφθεί στους νεοσσούς που λαμβάνουν σιτηρέσιο ανεπαρκούς περιεκτικότητας σε βιταμίνη E, όταν σε αυτό προστίθεται είτε συνθετική αντιοξειδωτική ουσία είτε βιταμίνη E. Το σεληνίο δεν έχει καμία προληπτική ενέργεια στην περίπτωση της τροφικής

εγκεφαλομαλακίας, δηλαδή το σελήνιο δεν συνδέεται με όλες τις λειτουργίες της βιταμίνης E.



Στις αναπτυγμένες όρνιθες αβγοπαραγωγής, ανεπάρκεια βιταμίνης E προκαλεί χαμηλή εκκολαπτικότητα των αβγών.

Άλλες διαταραχές, που μπορούν να προληφθούν με τη χορήγηση βιταμίνης E ή σεληνίου είναι η **εξιδρωματική διάθεση των νεοσσών** (αιμορραγική νόσος των νεοσσών) και η τροφικής προέλευσης **νέκρωση του ήπατος των επίμυων** (αρουραίων).

Η μελέτη των λειτουργιών της βιταμίνης E όπως και των αναγκών σε βιταμίνη E των διαφόρων ειδών, περιπλέκεται από το γεγονός ότι το σώμα έχει μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης της βιταμίνης E παντού στα διάφορα όργανα και τους ιστούς. Η έκταση αποθήκευσης φαίνεται από το ότι τα θηλυκά, που γεννήθηκαν από μητέρες των οποίων το σιτηρέσιο περιείχε άφθονη ποσότητα βιταμίνης E, συχνά είχαν εφεδρείες βιταμίνης E κατά τη γέννησή τους, που επαρκούσαν μέχρι το τέλος της πρώτης κυοφορίας τους.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε

Η βιταμίνη Ε είναι πλατιά διαδεδομένη στις ζωοτροφές. Είναι άφθονη στους **καρπούς των σιτηρών** και ιδιαίτερα στα **έμβρυα**. Επομένως τα υποπροϊόντα που περιέχουν τα έμβρυα όπως τα **πίτυρα του σιταριού**, είναι πλούσια σε βιταμίνη Ε. Το έλαιο που εξάγεται από έμβρυα σιταριού είναι πλούσιο σε βιταμίνη Ε και χρησιμοποιείται ως συμπυκνωμένη πηγή για την προσθήκη βιταμίνης Ε σε ορισμένα σιτηρέσια. Διάφορα άλλα έλαια, όπως το **σογιέλαιο**, το **αραχιδέλαιο** και ιδιαίτερα το **βαμβακέλαιο** είναι επίσης πλούσια σε βιταμίνη Ε.

Πολλοί πλακούντες που παράγονται με τη μέθοδο της εκχύλισης δεν περιέχουν δυστυχώς βιταμίνη Ε. Επίσης τα χλωρά χόρτα και άλλες φυλλώδεις πράσινες τροφές, στις οποίες περιλαμβάνεται και το ξηρό χόρτο καλής ποιότητας, είναι πολύ καλές πηγές. Η μηδική είναι ιδιαίτερα πλούσια σε βιταμίνη Ε. Τα ζωικά υποπροϊόντα περιέχουν περιορισμένες ποσότητες, το γάλα όμως και τα προϊόντα του είναι φτωχές πηγές. Τα αβγά και ιδιαίτερα ο κρόκος, είναι ικανοποιητικές πηγές, όταν οι όρνιθες προσλαμβάνουν με την τροφή ικανοποιητικές ποσότητες.

Η αξία των τροφών σε βιταμίνη Ε ορίζεται σε διεθνείς μονάδες (I.U.), μια διεθνής μονάδα ορίζεται ως η ειδική δραστηριότητα 1 mg συνθετικού οξικού εστέρα α-τοκοφερόλης.

Η μεγάλη διάδοση της βιταμίνης Ε στις τροφές, όπως και οι ενδείξεις που υπάρχουν από τις πειραματικές εργασίες δείχνουν ότι τα συνήθη σιτηρέσια παρέχουν σχεδόν πάντα αρκετές ποσότητες βιταμίνης Ε για να καλύψουν τις ανάγκες των αγροτικών ζώων.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ Ε

Η βιταμίνη Ε είναι σχετικά μη τοξική. Οι επιπλέον προσλήψεις αποβάλλονται με τα κόπρανα.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ Κ (VITAMIN K)

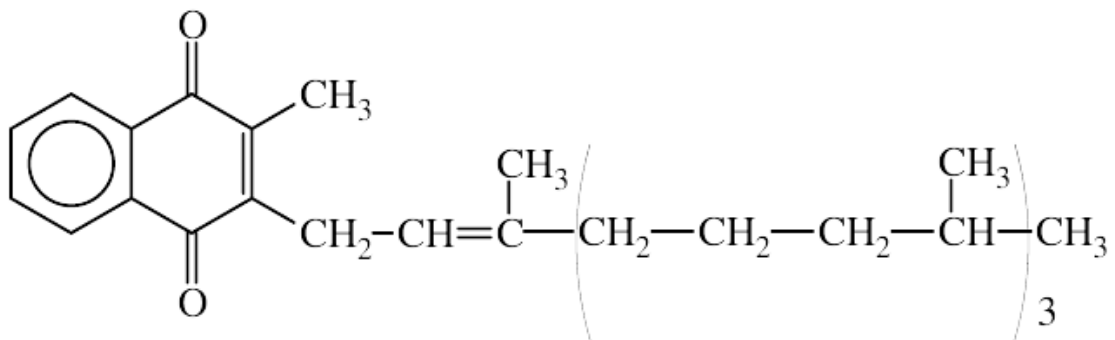
(Αντιαιμορραγική, πηκτικός παράγοντας)

ΓΕΝΙΚΑ

Ανακαλύφθηκε από ομάδα Δανών επιστημόνων το 1935, οι οποίοι την ονόμασαν Κ από το αρχικό γράμμα της λέξης **Koagulation** που στα Δανικά σημαίνει **θρόμβωση** (πήξη), επειδή βρέθηκε ότι είναι αναγκαίος παράγοντας για την πρόληψη των αιμορραγικών συμπτωμάτων στους νεοσσούς. Η βιταμίνη Κ είναι απαραίτητη για όλα τα είδη των ζώων, όπως και για τον άνθρωπο, διότι χρειάζεται για το σχηματισμό στο ήπαρ της προθρομβίνης του αίματος, η οποία παίζει ουσιαστικό ρόλο στην πήξη του αίματος.

ΔΟΜΗ

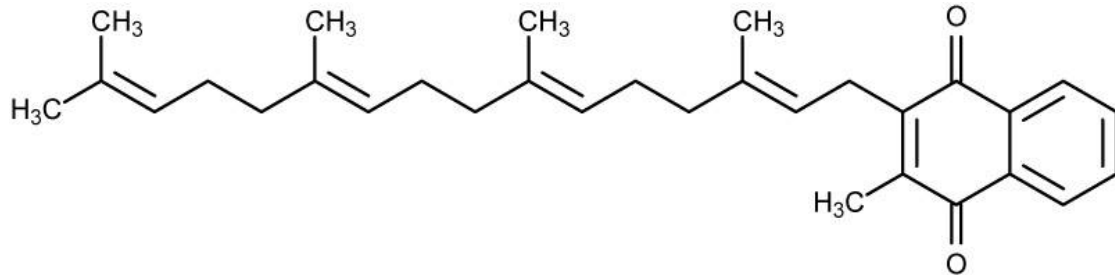
Υπάρχουν πολλές διαφορετικές ενώσεις παρόμοιου συντακτικού τύπου, που έχουν ενέργεια βιταμίνης Κ. Το 1939, με τις εργασίες διαφόρων ερευνητών, απομονώθηκαν δύο τέτοιες λιποδιαλυτές ενώσεις. Η πιο δραστική και η πρώτη ένωση που απομονώθηκε από τη μηδική ορίστηκε ως βιταμίνη Κ₁ (φυλλοκινόνη), η οποία χημικά είναι 2-μεθυλο-3-φυτολο-1,4-ναφθοκινόνη και έχει τον παρακάτω συντακτικό τύπο:



Βιταμίνη Κ₁ (2-μεθυλο-3-φυτολο-1,4-ναφθοκινόνη)

Η ένωση που απομονώθηκε αργότερα από ιχθυάλευρο που υπέστη σήψη και η οποία είναι μικροβιακής προέλευσης, ονομάστηκε βιταμίνη Κ₂. Αυτή περιέχει τον ίδιο

πυρήνα κινόνης, αλλά παρουσιάζει διαφορές στην πλευρική αλυσίδα. Η βιταμίνη K₂ (μενακινόνη-4) συνθέτεται επίσης από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα.



Βιταμίνη K₂ (μενακινόνη-4)

Επιπλέον παρασκευάστηκαν διάφορες συνθετικές ναφθοκινόνες, που έχουν δράση βιταμίνης K. Μια από αυτές, η μεναδιόνη είναι πολύ πιο δραστική σε σύγκριση προς τη βιταμίνη K₁.

Η βιταμίνη K που απαντά στις φυσικές τροφές είναι λιποδιαλυτή, αλλά μερικές από τις συνθετικές ενώσεις είναι υδατοδιαλυτές. Οι βιταμίνες K είναι σχετικά σταθερές στις συνηθισμένες θερμοκρασίες, άλλα καταστρέφονται γρήγορα, όταν εκτίθενται στο ηλιακό φως.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Η φυσιολογική δράση της βιταμίνης K συνδέεται με τη διατήρηση της κανονικής πήκτικης ικανότητας του αίματος και σχετίζεται με τη σύνθεση στο ήπαρ της προθρομβίνης, η οποία είναι πρόδρομη ουσία της θρομβίνης. Κατά την κλασική άποψη θρόμβωσης του αίματος, ιόντα ασβεστίου, με την παρουσία μιας ουσίας που προέρχεται από τους τραυματισμένους ιστούς, της **θρομβοπλαστίνης** αντιδρούν με την προθρομβίνη και την μετατρέπουν σε θρομβίνη. Αυτή μετατρέπει στη συνέχεια το ινωδογόνο του πλάσματος σε ινώδες που αποτελεί το ουσιώδες τμήμα του θρόμβου. **Κατά την ανεπάρκεια της βιταμίνης K η περιεκτικότητα του αίματος σε προθρομβίνη ελαττώνεται και κατά συνέπεια παρατείνεται ο χρόνος πήξης του.** Επίσης πιο σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα, υποδεικνύουν ότι η

βιταμίνη Κ παίζει ρόλο στη μεταφορά ηλεκτρονίων, κατά την οξειδωτική φωσφορυλίωση.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ Κ

Κατά τη χορήγηση στους **νεοσσούς** για μεγάλη χρονική περίοδο σιτηρεσίου ανεπαρκούς περιεκτικότητας σε βιταμίνη Κ, αυτοί πεθαίνουν από εσωτερική αιμορραγία η οποία εκδηλώνεται με υποδόριες και ενδομυϊκές αιμορραγίες ή από συνεχή αιμορραγία μετά από μικρές εξωτερικές πληγές. Η κατάσταση αυτή της αιμορραγίας είναι άμεσο αποτέλεσμα της ελάττωσης της περιεκτικότητας του αίματος σε προθρομβίνη, γι' αυτό και η βιταμίνη Κ αναφέρεται ως αντιαιμορραγική βιταμίνη. Παρόμοια συμπτώματα αιμορραγίας διαπιστώθηκαν και σε άλλα ορνιθοειδή, όπως στις **πάπιες**, τις **χήνες** και τα **περιστέρια**, καθώς επίσης, κάτω από ειδικές συνθήκες, στους **επίμυες** (αρουραίους, rats), στα **κουνέλια** και τον **άνθρωπο**. Όταν υπάρχει ελάττωση της ποσότητας των χολικών αλάτων στο λεπτό έντερο, όπως για παράδειγμα στον αποφρακτικό ίκτερο, η βιταμίνη Κ απορροφάται σε μικρά ποσά με αποτέλεσμα την πρόκληση των αιμορραγικών συμπτωμάτων.

Η βιταμίνη Κ φυσιολογικά είναι απαραίτητη για όλα τα είδη των ζώων, οποιαδήποτε όμως ανάγκη παρουσίας της στο σιτηρέσιο των αγροτικών ζώων, εκτός των ορνιθοειδών, έχει πολύ μικρή σημασία, επειδή συνθέτεται από τα βακτήρια του πεπτικού σωλήνα. Στην περίπτωση των ορνιθοειδών, λαμβάνει χώρα μικρής έκτασης βακτηριακή σύνθεση στον εντερικό σωλήνα, εξαιτίας του μικρού μήκους που έχει το όργανο αυτό. Έτσι οι νεοσσοί μπορούν με ευκολία να παρουσιάσουν συμπτώματα αιμορραγίας, όταν προσλαμβάνουν σιτηρέσιο που δεν έχει επαρκείς ποσότητες βιταμίνης Κ. Οι αναπτυγμένες όρνιθες, στις οποίες χορηγείται το ίδιο σιτηρέσιο, δεν παρουσιάζουν αυτά τα συμπτώματα, προφανώς λόγω της μεγαλύτερης βακτηριακής σύνθεσης της βιταμίνης Κ στον εντερικό τους σωλήνα.

Ωστόσο, έλλειψη βιταμίνης Κ στο σιτηρέσιο των **ορνίθων** έχει ως αποτέλεσμα μικρή περιεκτικότητα σε βιταμίνη Κ των αβγών, έτσι ώστε οι νεοσσοί που εκκολάπτονται από αυτά τα αβγά να αιμορραγούν βαριά, όταν προκαλούνται ελαφρά τραύματα.

Συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης Κ δεν έχουν αναφερθεί για τα **μηρυκαστικά** ή τους **χοίρους**, οι ανάγκες των οποίων καλύπτονται, όπως αναφέρθηκε πριν, από τη βακτηριακή σύνθεση στον πεπτικό σωλήνα.

Η βιταμίνη Κ έχει επίσης ενδιαφέρουσα σχέση με την **αιμορραγική ασθένεια εκ μελίλωτου**. Ξηρό χόρτο μελίλωτου ή ενσιρωμένος μελίλωτος, όταν σαπίσουν και χορηγηθούν στα ζώα είναι δυνατόν να προκαλέσουν σε αυτά αιμορραγική ασθένεια. Τότε το αίμα χάνει την πηκτική του ικανότητα και τα ζώα ενδέχεται να πεθάνουν από εσωτερική αιμορραγία ή να αιμορραγούν μέχρι θανάτου από μικρά τραύματα. Η ασθένεια εντοπίζεται πιο συχνά στα **νεαρά βοοειδή**, ενώ σπάνια προσβάλλει τα άλογα και τα πρόβατα. Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι η ασθένεια προκαλείται από την **δικουμαρόλη**, που σχηματίζεται στο μελίλωτο από την κουμαρίνη του φυτού που έχει υποστεί σήψη, αν και μερικές φορές η σήψη είναι ελαφράς μορφής και δεν διακρίνεται εύκολα.

Η δικουμαρόλη ελαττώνει την περιεκτικότητα του αίματος σε προθρομβίνη, με αποτέλεσμα να προκληθεί αιμορραγία, η οποία είναι χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας. Χορήγηση περισσότερης βιταμίνης Κ υπερνικά τη δράση της δικουμαρόλης, δηλαδή η ενέργεια της δικουμαρόλης είναι παρόμοια με εκείνη ενός αντιμεταβολίτου (αντιβιταμίνης). Επίσης ο κίνδυνος μπορεί να μειωθεί όταν με τη χορήγηση του μελίλωτου στα ζώα χορηγηθεί διπλάσια τουλάχιστον ποσότητα άλλων χονδροειδών τροφών.

Η δικουμαρόλη χρησιμοποιείται στη Ιατρική, σε ορισμένες περιπτώσεις, ως αντιθρομβωτική ουσία. Επίσης η βιταμίνη Κ έχει μεγάλη σημασία για τη χειρουργική και τη θεραπευτική, όπου χρησιμοποιείται πριν και μετά τις εγχειρίσεις για να αποφευχθεί ο κίνδυνος αιμορραγίας. Ομοίως χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις αιμορραγικών ασθενειών των βρεφών, όπως και κατά τις διαταραχές στη λειτουργία των χοληφόρων οδών, επειδή η χολή είναι απαραίτητη για την απορρόφηση της βιταμίνης Κ.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ Κ

Πλούσιες πηγές βιταμίνης Κ είναι όλες οι πράσινες φυλλώδεις τροφές, χλωρές ή ξηρές. Επίσης, μερικά άλλα φυτικά προϊόντα όπως ο καρπός της σόγιας, περιέχουν αξιόλογες ποσότητες βιταμίνης Κ.

Το συκώτι, τα αβγά και το ιχθυάλευρο είναι καλές ζωικές πηγές βιταμίνης Κ. Η βακτηριακή σύνθεση στον πεπτικό σωλήνα καλύπτει όλες τις ανάγκες των βοοειδών, των προβάτων και των χοίρων. Άρα δεν υπάρχει ανάγκη να δώσουμε ιδιαίτερη σημασία στην περιεκτικότητα σε βιταμίνη Κ των σιτηρεσίων των αγροτικών ζώων εκτός από την περίπτωση των ορνιθοειδών.

ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΖΩΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ Κ

Οι ανάγκες των ορνιθοειδών σε βιταμίνη Κ καλύπτονται με τη συμμετοχή αλεύρου χόρτου μηδικής στο σιτηρέσιό τους σε ποσοστό 2%.

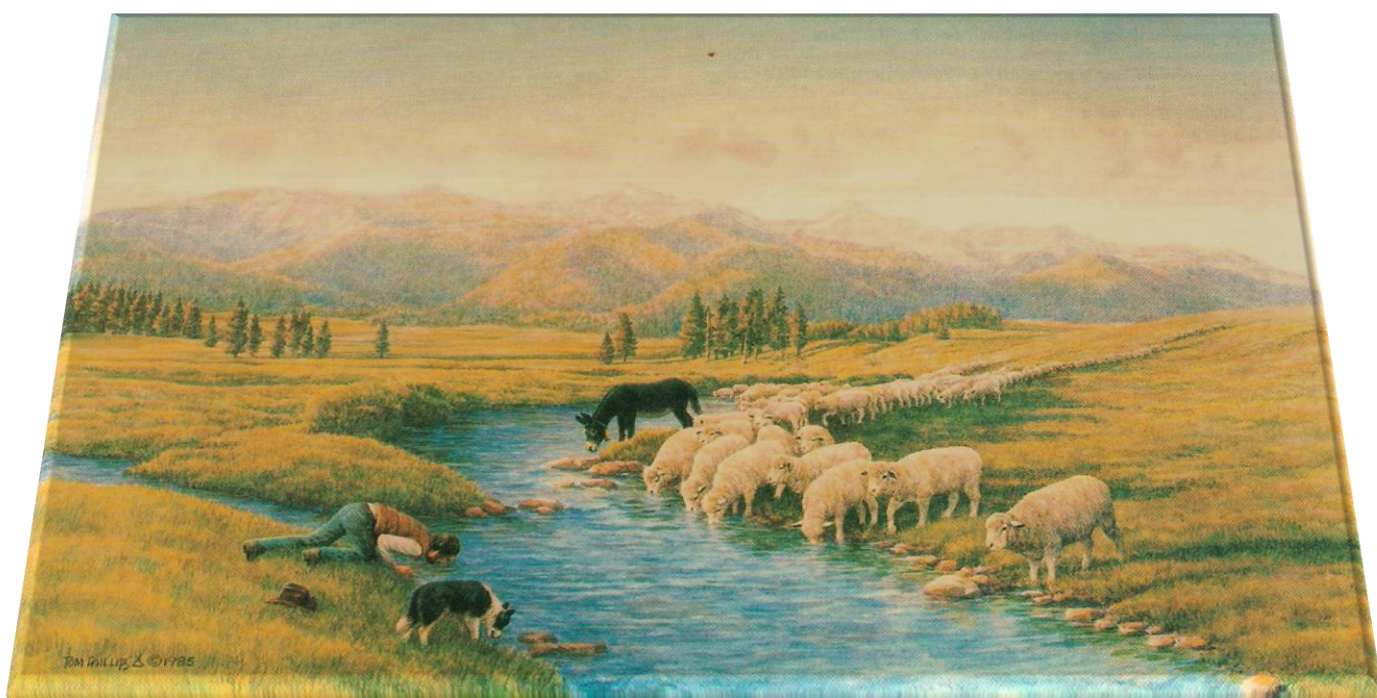
Οι ανάγκες των ορνιθοειδών σε βιταμίνη Κ αυξάνουν σημαντικά όταν προσβάλλονται από κοκκιδίωση, λόγω της προσθήκης στο σιτηρέσιό τους φαρμάκων για την καταπολέμησή της. Τότε για να προληφθούν τα αιμορραγικά συμπτώματα που δημιουργούνται εξαιτίας της ανεπάρκειας της βιταμίνης Κ, πρέπει ή να αυξηθεί το ποσοστό αλεύρου μηδικής στο σιτηρέσιο ή να προστεθεί σε αυτό συνθετική βιταμίνη Κ (μεναδιώνη).

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ Κ

Οι φυσικές μορφές των βιταμινών K_1 και K_2 δεν προκαλούν τοξικότητα ακόμα και αν χορηγηθούν σε μεγάλες ποσότητες. Ωστόσο, συνθετική μεναδιόνη και τα διάφορα παράγωγά της έχουν προκαλέσει τοξικότητα σε επίμυες (αρουραίους).

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ



ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ Β

Την πρώτη περίοδο των ερευνών για τις βιταμίνες ήταν αναγνωρισμένη μόνο μία βιταμίνη Β, αλλά με το πέρασμα του χρόνου, η έρευνα απέδειξε ότι πράγματι υπάρχει μια σειρά ιδιαίτερων βιταμινών Β, οι οποίες επιτελούν διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες. Ο όρος σύμπλεγμα βιταμινών Β, χρησιμοποιείται για την ομάδα αυτή των ιδιαίτερων βιταμινών, οι οποίες παλαιότερα θεωρούνταν ότι αποτελούσαν έναν μόνο παράγοντα, τη βιταμίνη Β.

Όλες οι βιταμίνες που περιλαμβάνονται κάτω από τον όρο που προαναφέρθηκε είναι υδατοδιαλυτές. Οι περισσότερες από αυτές αποτελούν συστατικό ενζύμων, ενώ οι βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες περιλαμβάνονται, αφορούν την μεταφορά ενέργειας.

Ευτυχώς η μικροβιακή σύνθεση των βιταμινών της ομάδας Β στον πεπτικό σωλήνα, μπορεί να καλύψει ένα μέρος των αναγκών των ζώων που έχουν απλό στομάχι. Καλύπτει όμως το σύνολο των αναγκών των μηρυκαστικών ζώων εκτός των πολύ νεαρών τα οποία δεν έχουν αναπτύξει πλήρως την φυσιολογική λειτουργία της μεγάλης κοιλίας τους.

Κατά την εφαρμοσμένη διατροφή, συμπτώματα έλλειψης βιταμινών της ομάδας Β μεταξύ των αγροτικών ζώων, είναι δυνατόν να παρουσιαστούν μόνο στους χοίρους και τα ορνιθοειδή, αν και ορισμένες βιταμίνες της ομάδας Β είναι πλατιά διαδεδομένες στις ζωοτροφές που συνήθως χρησιμοποιούνται. Συνεπώς, ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται μόνο κατά τη σύνθεση των τροφών των χοίρων και των ορνιθοειδών.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₁ (VITAMIN B₁)

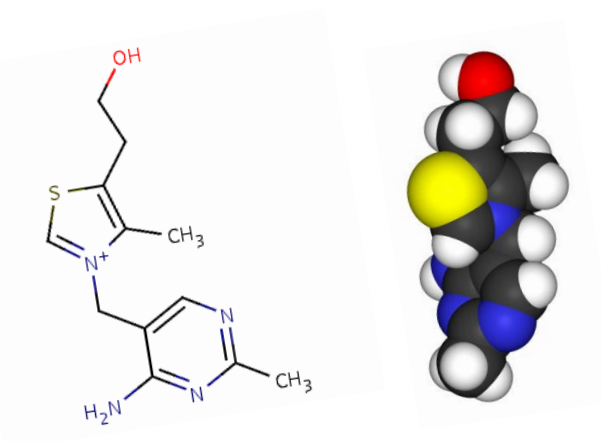
(Θειαμίνη, ανευρίνη)

ΓΕΝΙΚΑ

Το beri – beri, που έχει επιπτώσεις στο νευρικό σύστημα, ήταν γνωστό στους Κινέζους από το 2600 π.Χ., αλλά τα αίτιά του παρέμειναν άγνωστα για αιώνες.

ΔΟΜΗ

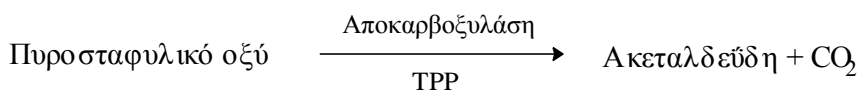
Η βιταμίνη B₁ γνωστή και ως θειαμίνη ή ανευρίνη, είναι πολύπλοκη αζωτούχος ένωση, η οποία αποτελείται από ένα μόριο πυριμιδίνης και ένα μόριο θειαζολίου, ενωμένα με μεθύλιο σύμφωνα με τον παρακάτω συντακτικό τύπο:



Λόγω της παρουσίας υδροξυλίου στο τέλος της πλευρικής αλυσίδας η θειαμίνη μπορεί να σχηματίζει εστέρες.

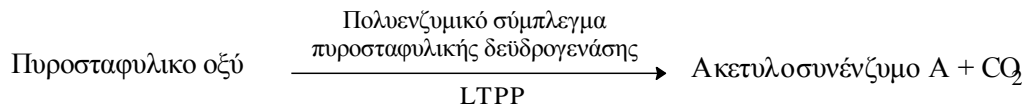
Η βιταμίνη B₁ είναι συστατικό δύο συνεχόμενων, της πυροφωσφορικής θειαμίνης (πυροφωσφορικού εστέρα της θειαμίνης ή συγκαρβοξυλάσης, γνωστής διεθνούς ως TPP), και της πυροφωσφορικής λιποθειαμίδης (ένωσης της πυροφωσφορικής θειαμίνης με το λιποϊκό οξύ, γνωστής διεθνούς ως LTPP). Τα συνένζυμα αυτά συμμετέχουν στην ενζυμική οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση των α-κετονοξέων.

Κατά τις απλές αποκαρβοξυλίωσεις, απελευθερώνεται CO₂ από το πυροσταφυλικό οξύ ή από άλλα κετονοξέα και παράγεται ακεταλδεΐδη. Η αντίδραση αυτή απαιτεί ως συνένζυμο τη συγκαρβοξυλάση.



Στον τρικαρβοξυλικό κύκλο ο οποίος αποτελεί την τελική κοινή οδό αποικοδόμησης των υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών σε CO₂ και H₂O με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας, η οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέως, απαιτεί τη θειαμίνη με την μορφή του συνενζύμου πυροφωσφορικής λιποθειαμίδης (LTPP) και επιπλέον τη συμμετοχή και άλλων συνενζύμων, όπως του συνενζύμου A και του DPN (συνενζύμου I).

Εδώ το τελικό προϊόν δεν είναι ακεταλδεΐδη αλλά οξικό οξύ που είναι συνδεδεμένο με το συνένζυμο A.



Έτσι η βιταμίνη B₁ συνδέεται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων στην οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέως. Η αντίδραση αυτή είναι ουσιώδης για την παραγωγή ενέργειας για τις λειτουργικές ανάγκες του σώματος.

Κατά την ανεπάρκεια βιταμίνης B₁ η σχετική αντίδραση δεν συντελείται, και τα ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού των υδατανθράκων, πυροσταφυλικό οξύ και γαλακτικό οξύ, συσσωρεύονται στο αίμα και τους ιστούς και ιδίως στο νευρικό σύστημα, με αποτέλεσμα την πρόκληση των αντίστοιχων συμπτωμάτων από την ανεπάρκεια της βιταμίνης B₁.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

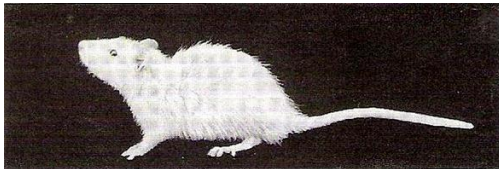
Η θειαμίνη απορροφάται τόσο από το λεπτό, όσο και από το παχύ έντερο. Η φωσφορυλίωση της θειαμίνης με σκοπό το σχηματισμό των συνενζύμων γίνεται στο ήπαρ. Η θειαμίνη αποθηκεύεται ελάχιστα στους ιστούς του σώματος, με εξαίρεση το χοίρο, στους μύς του οποίου συντελείται σημαντική αποθήκευση. Στα υπόλοιπα αγροτικά ζώα η θειαμίνη, που χορηγείται πέρα από τις ανάγκες, αποβάλλεται με τα ούρα. Επίσης η βιταμίνη B₁ εκκρίνεται στο γάλα και τα αβγά.

Η βιταμίνη B₁ διαλύεται εύκολα στο νερό, όπως και σε διάλυμα αλκοόλης 70%, αλλά είναι αδιάλυτη στους οργανικούς διαλύτες. Είναι ευαίσθητη στη θερμότητα και

ιδίως στην επίδραση της θερμότητας παρουσία νερού, καθόσον η υγρασία επιταχύνει, την καταστροφή της. Σε ξηρή κατάσταση αντέχει για μερικές ώρες στη θερμοκρασία των 100°C. Αυτή εν μέρει καταστρέφεται κατόπιν βρασμού και είναι περισσότερο σταθερή κατά τη θέρμανση ξηρών παρά νοπών τροφών.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΘΕΙΑΜΙΝΗΣ

Στα περισσότερα είδη ζώων τα πρώτα συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης B₁ είναι : ανορεξία, ελαττωμένος ρυθμός ανάπτυξης, διαταραχές του γαστρεντερικού συστήματος, μυϊκή αδυναμία και προοδευτική δυσλειτουργία του νευρικού συστήματος.



Η λειτουργία των νευρικών κυττάρων εξαρτάται ιδιαίτερα από τη χρησιμοποίηση των υδατανθράκων, και για το λόγο αυτό η ανεπάρκεια της θειαμίνης έχει πιο σοβαρές επιπτώσεις για τους νευρικούς ιστούς.

Στον **άνθρωπο** η ανεπάρκεια βιταμίνης B₁ προκαλεί τη νόσο **beri-beri**, που διακρίνεται σε δύο μορφές: την υγρή ατροφική, που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη οιδημάτων, και την ξηρή ατροφική, που χαρακτηρίζεται από υπερβολική απίσχναση. **Και στις δύο μορφές παρουσιάζονται καρδιακές ανωμαλίες, σπασμωδική δυσκαμψία των άκρων και νευραλγικοί πόνοι.** Η νόσος beri-beri παρουσιάζεται σε χώρες της Άπω Ανατολής, σε περιπτώσεις σχεδόν αποκλειστικής κατανάλωσης καρπού ρυζιού που αποφλοιώθηκε και στιλβώθηκε.

Στους **χοίρους** ανεπάρκεια βιταμίνης B₁, προκαλεί ελάττωση της όρεξης και του σωματικού βάρους,



εμετούς, δύσπνοια, βραδυκαρδία, υποθερμία και νευρικά συμπτώματα. Κατά τη νεκροψία παρατηρούνται καρδιακές αλλοιώσεις.

Ορνίθια που διατρέφονται με σιτηρέσιο ανεπαρκές σε βιταμίνη B₁, παρουσιάζουν σοβαρή ανορεξία και κατά συνέπεια αδυνατίζουν.

Στις **αλεπούδες** ανεπάρκεια θειαμίνης προκαλεί την ονομαζόμενη παράλυση του Chastock, η οποία παρουσιάζεται κατά την κατανάλωση ορισμένων ειδών ωμών ψαριών, μέσα στα οποία βρέθηκε το ένζυμο θειαμινάση, που διασπά τη θειαμίνη σε δύο τμήματα και την καθιστά αδρανή.

Επίσης ορισμένες ουσίες, οι οποίες εμφανίζουν χημική δομή παρόμοια με αυτή της θειαμίνης, όπως π.χ. η **πυριθιαμίνη**, παρεμποδίζουν τη δράση της θειαμίνης, υποκαθιστώντας την μέσα στα ενζυμικά συστήματα στα οποία αυτή συμμετέχει, με συνέπεια να εμφανίζονται συμπτώματα έλλειψης της θειαμίνης. Οι ουσίες που προαναφέρθηκαν ονομάζονται **αντιβιταμίνες** ή γενικότερα **αντιμεταβολίτες**.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΘΕΙΑΜΙΝΗ

Η θειαμίνη είναι πλατιά διαδεδομένη στις τροφές, κυρίως όμως απαντά στα εξωτερικά στρώματα και τα έμβρυα των καρπών σιτηρών, και κατά συνέπεια τα υποπροϊόντα της αλευροβιομηχανίας είναι πλούσιες πηγές. Η πιο πλούσια πηγή είναι η ζυθοζύμη και στη συνέχεια τα έμβρυα σιταριού. Άλλες καλές πηγές είναι τα λαχανικά, το χλωρό χόρτο, όπως και το ξηρό χόρτο καλής ποιότητας, με την προϋπόθεση ότι αυτό έχει διατηρήσει το φύλλωμα και το πράσινο χρώμα του. Ζωικές τροφές πλούσιες σε βιταμίνη B₁ είναι το άπαχο χοιρινό κρέας, το συκώτι, οι νεφροί και ο κρόκος του αβγού. Το γάλα δεν αποτελεί πλούσια πηγή βιταμίνης B₁ ενώ η παστερίωσή του καταστρέφει το 25% της περιεκτικότητάς του σε βιταμίνη B₁.

Επειδή η διάδοση της θειαμίνης είναι πλατιά στις συνηθισμένες ζωοτροφές, τα αγροτικά ζώα εξασφαλίζουν άφθονα ποσά βιταμίνης B₁ κατά τη χορήγηση των σιτηρεσίων που συνήθως χρησιμοποιούνται. Άλλωστε όπως προαναφέρθηκε, τα μηρυκαστικά ζώα δεν εξαρτώνται, από τις τροφές για τον εφοδιασμό τους σε

βιταμίνη B₁, καθόσον αυτή συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας.

Η περιεκτικότητα των τροφών σε θειαμίνη, όπως και οι ανάγκες των χοίρων και των ορνίθων, εκφράζονται σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά χιλιόγραμμο τροφής, και δίνονται στους Ειδικούς Πίνακες Διατροφής. Είναι γνωστό ότι αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων, συνεπάγεται αυξημένες ανάγκες θειαμίνης. Επίσης οι ανάγκες είναι μεγαλύτερες κατά την γαλακτοπαραγωγή παρά κατά την ανάπτυξη.

Η βιταμίνη B₁ παρασκευάζεται συνθετικά και απαντά στο εμπόριο, ως υδροχλωρική θειαμίνη, κυρίως για ανθρώπινη χρήση.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΘΕΙΑΜΙΝΗΣ

Δεν υπάρχουν τοξικές παρενέργειες τις θειαμίνης.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₂ (VITAMIN B₂)

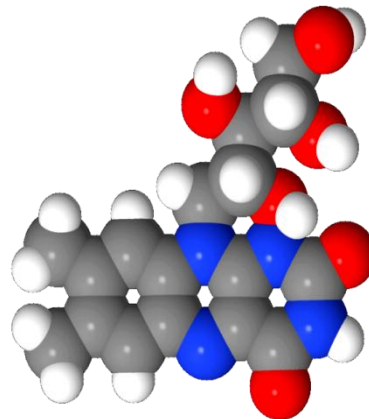
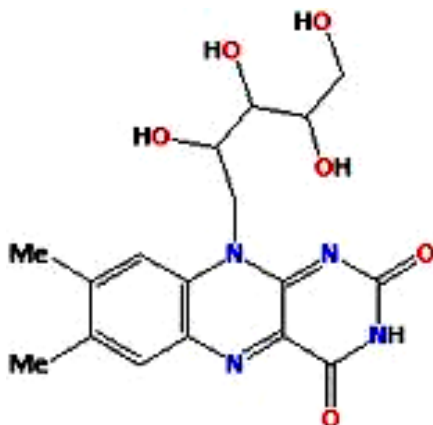
(Ριβοφλαβίνη, λακτοφλαβίνη, βιταμίνη G)

ΓΕΝΙΚΑ

Η βιταμίνη B₂ είναι συνώνυμη προς τη ριβοφλαβίνη και τη λακτοφλαβίνη. Μετά τη συνθετική παρασκευή της ριβοφλαβίνης, επικράτησε η ονομασία ριβοφλαβίνη, διότι αναγνωρίστηκε ότι η ουσία η οποία αρχικά ονομαζόταν βιταμίνη B₂ ή βιταμίνη G, ήταν πράγματι η ριβοφλαβίνη.

ΔΟΜΗ

Η ριβοφλαβίνη αποτελείται από ένα πυρήνα διμεθυλο-ισοαλλοξαζίνης, ο οποίος είναι ενωμένος με την αλκοόλη της ριβόζης (ριβιτόλης), η οποία στη συνέχεια αποτελεί την πλευρική αλυσίδα, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:



Η ριβοφλαβίνη είναι κίτρινου χρώματος (απ' όπου και το όνομα φλαβίνη), διαλύεται στο νερό, και το υδατικό της διάλυμα παρουσιάζει κιτρινοπράσινο φθορισμό. Είναι ανθεκτική στη θερμότητα σε όξινα ή ουδέτερα διαλύματα, καταστρέφεται όμως σε αλκαλικά διαλύματα. Επίσης είναι ασταθής στο φως και ιδιαίτερα στις υπεριώδεις ακτίνες.

Η ριβοφλαβίνη είναι βασικό συστατικό των φλαβοπρωτεϊδών ή κίτρινων ενζύμων (που ονομάζονται έτσι, επειδή έχουν κιτρινοπορτοκαλί χρώμα), τα οποία σχετίζονται με την αναπνοή των ιστών και μπορούν να οξειδωθούν και να αναχθούν

αμφίδρομα. Η προσθετική ομάδα των σύνθετων αυτών πρωτεϊνών περιλαμβάνει τη ριβοφλαβίνη είτε με τη μορφή του φωσφορικού εστέρα (FMN= Φλαβινο-μονο-νουκλεοτίδιο), είτε με την περισσότερο πολύπλοκη μορφή του Φλαβινο-αδενινουκλεοτιδίου (FAD), δηλαδή του εστέρα που προαναφέρθηκε, ενωμένου με αδενυλικό οξύ (AMP).

Λειτουργικά και τα δύο συνένζυμα που προαναφέρθηκαν, συνδέονται στενά με το συνένζυμο I (DPN) και το συνένζυμο II(TPN) και ενεργούν ως μεταφορείς υδρογόνου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ριβοφλαβίνη με τη μορφή των συνενζύμων των φλαβοπρωτεϊδών που προαναφέρθηκαν, απαιτείται για την αποδόμηση των θρεπτικών ουσιών που αποδίδουν ενέργεια στις ίδιες θέσεις στις οποίες απαιτούνται και τα συνένζυμα DPN ή TPN. Επιπρόσθετα προς το ρόλο της μεταφοράς ενέργειας, η ριβοφλαβίνη είναι συστατικό διαφόρων αμινοξειδασών, οι οποίες προκαλούν απαμίνωση των αμινοξέων, όπως και της ξανθινοξειδάσης, η οποία καταλύει την οξείδωση του DPN που έχει αναχθεί και συνδέεται με το μεταβολισμό των πουρινών.

Η φωσφορυλίωση της ριβοφλαβίνης γίνεται μέσα στο εντερικό τοίχωμα και μεταφέρεται μέσω του αίματος στους διάφορους ιστούς και στα όργανα.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Η φυσιολογική δράση της ριβοφλαβίνης, η οποία αποτελεί συστατικό των ενζυμικών συστημάτων, σχετίζεται με τους μηχανισμούς οξειδο-αναγωγών κατά το μεταβολισμό των υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗΣ

Ανεπάρκεια ριβοφλαβίνης στα σιτηρέσια των **αναπτυσσόμενων χοίρων**, προκαλεί κύρτωση και δυσκαμψία των άκρων, όπως και εξανθήματα στο δέρμα. Επίσης προκαλείται θόλωση του κερατοειδούς και καταρράκτης που οφείλεται στη ανάπτυξη τριχοειδών αγγείων πάνω σ' αυτόν. Επίσης, προκαλούνται δυσμενείς επιδράσεις στην αναπαραγωγή και τη γαλακτοπαραγωγή.

Στους **νεοσσούς**, το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα, όταν διατρέφονται ανεπαρκώς με ριβοφλαβίνη, είναι παράλυση των δακτύλων με κάμψη τους προς τα μέσα σαν γροθιά. Το ειδικό αυτό σύμπτωμα προκαλείται, επειδή εκφυλίζονται τα περιφερειακά νεύρα, με αποτέλεσμα οι νεοσσοί να βαδίζουν στηριζόμενοι πάνω στους ταρσούς (τα πέλματα των ποδιών), έχοντας συσπειρωμένα προς τα μέσα τα δάχτυλα.

Στις **ορνίθες αναπαραγωγής**, η ανεπάρκεια ριβοφλαβίνης προκαλεί ελαττωμένη εκκολαπτικότητα, επειδή η εμβρυακή θνησιμότητα είναι υψηλή. Στα **ορνιθοειδή** οι ανάγκες σε ριβοφλανίνη, ελαττώνονται με την πάροδο της ηλικίας τους, και οι νεοσσοί είναι δυνατόν να συνέλθουν από τα συμπτώματά τους, ακόμη και αν δεν αλλάξει το σιτηρέσιό τους.

Λόγω της βακτηριακής σύνθεσης, τα κόπρανα των ορνίθων είναι συχνά πιο πλούσια σε ριβοφλαβίνη σε σύγκριση με το σιτηρέσιό τους. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την επιδαπέδια εκκόλαψη και ανάπτυξη των νεοσσών, όπου αυτοί μπορούν να πλησιάσουν τα κόπρανα.

Στον **άνθρωπο**, και τα δύο συμπτώματα, του δέρματος και των ματιών είναι γνωστό αποτέλεσμα της ανεπαρκούς πρόσληψης ριβοφλαβίνης. έτσι παρατηρούνται: ξηρότητα του δέρματος, χείλη πρησμένα έντονα κόκκινα, με σκισίματα, ιδίως στις γωνίες του στόματος (χείλωση), δερματίτιδα, όπως και αγγειοποίηση του κερατοειδούς (ανάπτυξη τριχοειδών αγγείων πάνω στον κερατοειδή).

Σε **όλα τα είδη των ζώων**, κοινά συμπτώματα ανεπάρκειας ριβοφλαβίνης είναι **καθυστέρηση του ρυθμού ανάπτυξης και ελάττωση της παραγωγικής αξιοποίησης της τροφής**.



Κανένα όμως από τα συμπτώματα αυτά όπως και τα συμπτώματα που προαναφέρθηκαν (δέρματος, ματιών και νευρικών) μπορεί να θεωρηθεί ως ειδικό σύμπτωμα έλλειψης ριβοφλαβίνης καθόσον αυτά παράχθηκαν πειραματικά κατά την έλλειψη και άλλων βιταμινών της ομάδας Β. **Ο μόνος σίγουρος τρόπος εξακρίβωσης ότι τα συμπτώματα οφείλονται σε έλλειψη ριβοφλαβίνης είναι η υποχώρησή τους κατά τη χορήγηση μόνο ριβοφλαβίνης.** Επίσης το επίπεδο έκκρισης ριβοφλαβίνης στα ούρα, μπορεί να ληφθεί ως δείκτης εκτίμησης της επαρκούς διατροφής με ριβοφλαβίνη, καθόσον η εναποθήκευση της ριβοφλαβίνης στους ιστούς και τα όργανα είναι πολύ περιορισμένη, και όταν αυτή προσλαμβάνεται σε μεγαλύτερη ποσότητα από αυτήν που χρειάζεται, αποβάλλεται με τα ούρα. Η ριβοφλαβίνη εκκρίνεται επίσης από όλα τα είδη ζώων στο γάλα.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗ

Η ριβοφλαβίνη είναι πλατιά διαδεδομένη στις τροφές. Πλούσιες πηγές είναι οι ζύμες, το συκώτι, το γάλα και τα υποπροϊόντα του (ιδίως το ξηρό τυρόγαλα), όπως και τα πράσινα φυλλώδη χλωρά και ξηρά χόρτα. Οι καρποί των σιτηρών δεν περιέχουν επαρκή ποσότητα ριβοφλαβίνης, ώστε να μπορούν να αποτελέσουν την κύρια πηγή εφοδιασμού των ορνιθοειδών. Τα πίτυρα και τα κτηνάλευρα του σιταριού περιέχουν σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα. Οι πλακούντες των ελαιούχων καρπών, και τα ιχθυάλευρα περιέχουν μέτρια ποσά.

Η ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Από την πλευρά της Εφαρμοσμένης Διατροφής, η ριβοφλαβίνη έχει μεγαλύτερη πρακτική σημασία για τα ορνιθοειδή, που έχουν μεγαλύτερες ανάγκες και παρά για τους χοίρους. Στα μηρυκαστικά, η ριβοφλαβίνη συνθέτεται σε επαρκείς ποσότητες από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, αν και τα ζώα αυτά εφοδιάζονται με αρκετή ποσότητα και από τα συνηθισμένα σιτηρέσια που περιέχουν χόρτο.

Στους πίνακες Διατροφής δίνονται οι ανάγκες σε ριβοφλαβίνη των χοίρων και των ορνιθοειδών σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά χιλιόγραμμο σιτηρεσίου. Όπως και στην περίπτωση της θειαμίνης, η ριβοφλαβίνη είναι στενά συνδεδεμένη με τη

μεταφορά ενέργειας και συνεπώς οι ανάγκες σε ριβοφλαβίνη είναι ανάλογες με την ενέργεια που προσλαμβάνεται από τις τροφές.

Για τα **ορνιθοειδή που δεν βγαίνουν στη βοσκή**, πρέπει να ληφθεί φροντίδα παροχής ριβοφλαβίνης με τη χρησιμοποίηση τροφών, που είναι πλούσιες σε ριβοφλαβίνη, όπως είναι τα υποπροϊόντα γάλακτος και το μηδικάλευρο ή με την προσθήκη στο σιτηρέσιο ειδικού βιταμινούχου παρασκευάσματος, που περιέχει συνθετική ριβοφλαβίνη.

Κατά τον ίδιο τρόπο, σιτηρέσιο που περιέχει, καλαμπόκι, σογιάλευρο εκχύλισης και μόνο 5% άλευρο ξηρού χόρτου μηδικής, είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε ριβοφλαβίνη για αναπτυσσόμενους χοίρους στο στάβλο. Για να αποκατασταθεί αυτή η έλλειψη, είναι ανάγκη να αυξηθεί η ποσότητα του μηδικάλευρου του σιτηρεσίου σε 10% ή να αντικατασταθεί ένα μέρος του σογιάλευρου με ιχθυάλευρο ή να προστεθεί ξηρό τυρόγαλα ή ξηρή ζύμη μύρας ή συνθετική ριβοφλαβίνη.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗΣ

Δεν είναι γνωστή κάποια τοξικότητα της ριβοφλαβίνης.

ΝΙΚΟΤΙΝΙΚΟ ΟΞΥ (NICOTINIC ACID)

(Νιασίνη, νικοτιναμίδιο, νιασιναμίδιο, αντιπελλαγρικός παράγοντας ή βιταμίνη PP)

ΓΕΝΙΚΑ

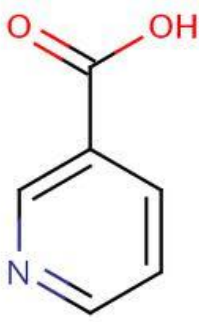
Ο Gaspar Casal, Ισπανός ιατρός, ήταν ο πρώτος που περιέγραψε το έτος 1730 μ.Χ. την πελλάγρα, η οποία εμφανίστηκε αμέσως μετά την εισαγωγή του καλαμποκιού στην Ευρώπη.

Ο Francesco Frapoli, Ιταλός ιατρός, ονόμασε την ασθένεια πελλάγρα (pellagra), η οποία προέρχεται από τις λέξεις pelle (δέρμα) και agra (κοκκινισμένο και τραχύ).

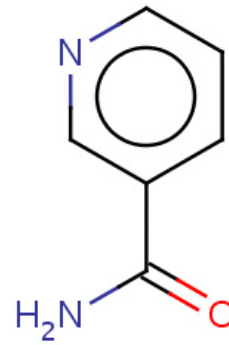
Κατά το 1937 ο Elvehjem με τους συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο Wisconsin H.P.A., έκαναν τη δραματική ανακάλυψη ότι το νικοτινικό οξύ μπορούσε να θεραπεύσει τη μαύρη γλώσσα στο σκύλο, ασθένεια που παρουσιάζει ομοιότητα με την πελλάγρα στον άνθρωπο. Αυτή χαρακτηρίζεται από φλογισμένη κόκκινη γλώσσα, έλκη στο στόμα, δερματίτιδα, απώλεια όρεξης, διάρροια και διανοητικές διαταραχές. Λίγο αργότερα ανακαλύφθηκε ότι το νικοτινικό οξύ μπορεί να θεραπεύσει και την πελλάγρα γι' αυτό και ονομάστηκε αντιπελλαγρικός παράγοντας ή PP (Pellagra Preventive). Αν και θεαματική θεραπεία όλων των συμπτωμάτων της πελλάγρας πετυχαίνεται κατά τη χορήγηση, επιπλέον του νικοτινικού οξέος, κυρίως θειαμίνης και ριβοφλαβίνης, αφού η πελλάγρα οφείλεται στη στέρηση όλων αυτών των βιταμινών.

ΔΟΜΗ

Το αμίδιο του νικοτινικού οξέος, δηλαδή το νικοτιναμίδιο, είναι η ένωση που δρα φυσιολογικά στο σώμα. Το νικοτινικό οξύ, που προσλαμβάνεται από τις τροφές, μετατρέπεται στο σώμα σε νικοτιναμίδιο. Άλλα ονόματα, που χρησιμοποιούνται για το νικοτινικό οξύ και το αμίδιό του είναι αντίστοιχα νιασίνη και νιασιναμίδιο. Ο συντακτικός τύπος του νικοτινικού οξέος και του νικοτιναμιδίου που δρα φυσιολογικά στο ζωικό σώμα είναι ο ακόλουθος :



Νικοτινικό οξύ



Νικοτιναμίδιο

Οι τύποι αυτοί κάνουν φανερό ότι οι ενώσεις αυτές είναι παράγωγα της πυριδίνης και έτσι εξηγούνται και τα ονόματα που δόθηκαν στα συνένζυμα, στα οποία η βιταμίνη αυτή αποτελεί την ενεργό ομάδα.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Το νικοτιναμίδιο φυσιολογικά δρα στο σώμα, όπως η ενεργός ομάδα δύο σημαντικών συνενζύμων, του συνενζύμου I ή νικοτιναμιδο-αδενινο-δι-νουκλεοτιδίου (NAD), και του συνενζύμου II ή νικοτιναμιδο-αδενινο-φωσφορικού δινουκλεοτιδίου (NADP), που διαφέρει από το προηγούμενο κατά το ότι έχει ένα επιπλέον μόριο φωσφορικού οξέος, δηλαδή συνολικά τρία μόρια φωσφορικού οξέος. Τα συνένζυμα αυτά, τα οποία είναι αντίστοιχα γνωστά και ως διφωσφορο-πυριδινο-νουκλεοτίδιο (DPN) και τριφωσφορο-πυριδινο-νουκλεοτίδιο (TPN), συνδέονται με το μηχανισμό μεταφοράς υδρογόνου στα ζωντανά κύτταρα, δηλαδή δρουν ως δέκτες και δότες υδρογόνου κατά τις βιολογικές οξειδώσεις.

Το νικοτινικό οξύ και το νικοτιναμίδιο είναι άχρωμες κρυσταλλικές ουσίες, που με ευκολία διαλύονται στο νερό και την αλκοόλη. Είναι πολύ ανθεκτικές ουσίες στη θερμότητα, τον αέρα, το φως, τα οξέα, τα αλκάλια και έτσι παραμένουν σταθερές στις τροφές.

Τονίστηκε ήδη κατά την εξέταση της ριβοφλαβίνης ότι τα συνένζυμα αυτά ενεργούν από κοινού με τα συνένζυμα των φλαβοπρωτεϊδών στην αναπνοή των κυττάρων. Έτσι το νικοτιναμίδιο και η ριβοφλαβίνη συνδέονται στενά μεταξύ τους στη μεταφορά της ενέργειας, με το συνδυασμό τους με συνένζυμα που εξαρτάται το ένα από το άλλο, τα οποία δρουν ως δέκτες και δότες υδρογόνου, δηλαδή με τα

συνένζυμα DPN, TPN, FMP και FAD, και τα οποία είναι απαραίτητα για τις ποικίλες αντιδράσεις, που συνδέονται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών.

Σε μερικά είδη ζώων, όπως στους επίμυες (αρουραίους, rats), χοίρους, σκύλους όπως και στον άνθρωπο, το νικοτιναμίδιο απεκκρίνεται από τον οργανισμό ως μεθυλιωμένο παράγωγο, ενώ στα χορτοφάγα ζώα η νιασίνη δεν φαίνεται να μεταβολίζεται με μεθυλίωση, καθόσον μεγάλες ποσότητες της απεκκρίνονται αμετάβλητες. Τα ποσά των μεταβολιτών αυτών που απεκκρίνονται, μετριοούνται κατά τις σχετικές μελέτες προσδιορισμού των αναγκών των αγροτικών ζώων σε νιασίνη. Παρόλα αυτά καμία μέθοδος προσδιορισμού των αναγκών αυτών δεν είναι ακριβής, λόγω της παρέμβασης, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια, της τρυπτοφάνης και της βακτηριακής σύνθεσης στο πεπτικό σύστημα. Η νιασίνη δεν αποθηκεύεται σε υπολογίσιμες ποσότητες στους ζωικούς ιστούς. Επίσης αυτή εκκρίνεται στο γάλα και μεταβιβάζεται στα αβγά. Το 1947 διαπιστώθηκε ότι το αμινοξύ τρυπτοφάνη χρησιμεύει ως πρόδρομη ουσία για τη σύνθεση της νιασίνης στο ζωικό σώμα.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΝΙΑΣΙΝΗΣ

Προηγουμένως αναφέρθηκε ότι ανεπάρκεια νικοτιναμιδίου, προκαλεί στον **άνθρωπο** πελλάγρα (από το Ιταλικό Pelle agra=τραχύ δέρμα), η οποία είναι ενδημική μεταξύ ομάδων πληθυσμού, οι οποίες έχουν ως κύρια τροφή τους το καλαμπόκι, το οποίο είναι φτωχή πηγή νιασίνης, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας απαντά σε δεσμευμένη μη χρησιμοποιήσιμη μορφή και επιπλέον στερείται επαρκώς ποσοτήτων τρυπτοφάνης, η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πρόδρομη ουσία για τη σύνθεση της νιασίνης.



Στους αναπτυσσόμενους **χοίρους**, τα συνήθη συμπτώματα ανεπάρκειας περιλαμβάνουν: απώλεια βάρους, εντερίτιδα, εμετό και δερματίτιδα. Στα **ορνίθια** η ανεπάρκεια του νικοτιναμιδίου, προκαλεί **μέλαινα (μαύρη) γλώσσα** με φλεγμονή της

στοματικής κοιλότητας και του ανωτέρου τμήματος του οισοφάγου, καθυστέρηση της ανάπτυξης, φτωχή πτεροφυΐα και φολιδωτή (λεπιδωτή) δερματίτιδα.



ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΝΙΑΣΙΝΗ

Η βιταμίνη αυτή είναι πολύ διαδεδομένη στις τροφές και συνεπώς δεν είναι πιθανή ανεπάρκειά της στα συνηθισμένα σιτηρέσια που χορηγούνται στα αγροτικά ζώα. Βέβαια τα μηρυκαστικά ζώα δεν έχουν ανάγκη παρουσίας νιασίνης στο σιτηρέσιό τους, επειδή επαρκείς ποσότητες παράγονται μέσω της βακτηριακής σύνθεσης στη μεγάλη κοιλία. Η ζύμη ζυθοποιίας, ο αραχιδοπλακούντας, ο ηλιοπλακούντας και τα φυλλώδη χόρτα, είναι καλές πηγές της βιταμίνης αυτής. Αν και οι καρποί σιτηρών, εκτός από το καλαμπόκι, όπως και τα υποπροϊόντα της αλευροβιομηχανίας, είναι καλές πηγές της βιταμίνης αυτής, εν τούτοις σημαντικό μέρος της απαντά σε δεσμευμένη μορφή, η οποία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ευχέρεια από τα χοιρίδια και τα ορνίθια.

Από όσα έχουν προαναφερθεί προκύπτει ότι η συνολική περιεκτικότητα ορισμένων τροφών σε νιασίνη, δεν είναι απαραίτητα καλός οδηγός για να βγουν συμπεράσματα για την επαρκή περιεκτικότητα του συνόλου του σιτηρεσίου σε νιασίνη. Στην προκειμένη περίπτωση, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τη μια η παρουσία στο σιτηρέσιο τροφών πλούσιων σε τρυπτοφάνη και από την άλλη η σύνθεση της νιασίνης έστω και σε μικρή ποσότητα στον πεπτικό σωλήνα των χοιριδίων και ορνιθίων μεγαλύτερης ηλικίας.

Η ΝΙΑΣΙΝΗ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Οι ανάγκες των χοίρων και των ορνίθων σε νιασίνη δίνονται στους πίνακες Διατροφής σε χιλιοστά του γραμμαρίου ανά χιλιόγραμμο σιτηρεσίου. Νεαρά ορνίθια έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε νιασίνη σε σύγκριση προς τα μεγαλύτερης ηλικίας ορνίθια ή τις όρνιθες επειδή ή βακτηριακή σύνθεση της νιασίνης στον οργανισμό

λαμβάνει χώρα σε μεγαλύτερη έκταση στον πεπτικό σωλήνα των μεγαλύτερων πτηνών.

Συνεπώς, όπως συμπεραίνεται από τα όσα έχουν προαναφερθεί, μόνο τα νεαρά ορνίθια και οι αναπτυσσόμενοι χοίροι ωφελούνται από την προσθήκη νιασίνης στο σιτηρέσιό τους, όταν το τελευταίο περιέχει μεγάλη αναλογία καλαμποκιού και στερείται αλεύρου χόρτου μηδικής και άλλων τροφών πλούσιων σε νιασίνη, η οποία παρασκευάζεται συνθετικά.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΑΣΙΝΗΣ

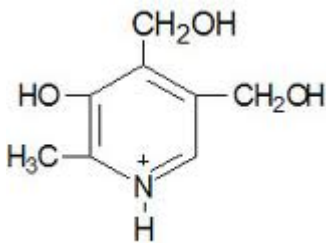
Κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων νιασίνης μπορεί να οδηγήσει σε αγγειακή διαστολή, έξαψη του δέρματος, φαγούρα, ηπατική βλάβη, αυξημένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, αυξημένα ένζυμα στο αίμα ακόμα και πεπτικό έλκος.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₆ (VITAMIN B₆)

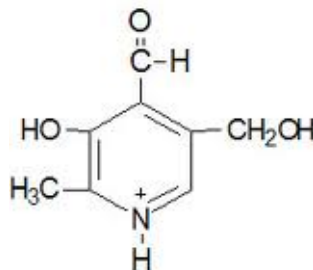
(Πυριδοξίνη, αδερμίνη)

ΔΟΜΗ

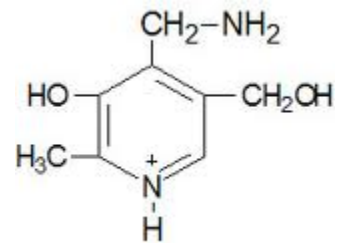
Η βιταμίνη B₆ είναι παράγωγο της πυριδίνης και απαντά στη φύση με τρεις μορφές: η πρώτη μορφή είναι η πυριδοξίνη, η δεύτερη μορφή είναι μια αλδεΐδη της πυριδοξίνης, η πυριδοξάλη και η Τρίτη μορφή είναι μια αμίνη της πυριδοξίνης, η πυριδοξαμίνη. Ο συντακτικός τύπος κάθε μιας από τις τρεις μορφές, οι οποίες βρίσκονται στον οργανισμό ως φωσφορικοί εστέρες, είναι οι εξής:



Πυριδοξίνη



Πυριδοξάλη



Πυριδοξαμίνη

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Από τις τρεις συγγενικές ουσίες, φαίνεται ότι αυτή που δρα ενεργητικά είναι η πυριδοξάλη με τη μορφή του φωσφορικού εστέρα στην οποία όλες οι μορφές μπορούν να μετατραπούν στο σώμα.

Η φωσφορική πυριδοξάλη χρησιμεύει ως συνένζυμο, που περιλαμβάνεται σε αριθμό μεταβολικών αντιδράσεων, στις οποίες λαμβάνουν χώρα αποκαρβοξυλιώσεις αμινοξέων και τρανσαμινώσεις αμινοξέων. Δηλαδή, αυτή δρα ως συνένζυμο ορισμένων αποκαρβοξυλασών και τρανσαμινασών. Ιδιαίτερα χρησιμεύει για το μεταβολισμό της τρυπτοφάνης σε νικοτινικό οξύ. Επίσης χρησιμεύει ως συνένζυμο για τη βιοσύνθεση της αιμοσφαιρίνης. Διαπιστώθηκε ωστόσο, η ύπαρξη μιας άλλης ουσίας, της δεοξυπυριδοξίνης, η οποία δρα ως αντιβιταμίνη της βιταμίνης B₆.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ B₆

Ανεπάρκεια βιταμίνης B₆ στην τροφή των **αναπτυσσόμενων χοίρων**, επιδρά αρνητικά πάνω στην όρεξη και τον ρυθμό ανάπτυξης και μπορεί να προκαλέσει αναιμία και σπασμούς.



Οι **νεοσσοί**, όταν το σιτηρέσιό τους είναι ανεπαρκής σε βιταμίνη B₆ αναπτύσσονται πολύ αργά και παρουσιάζουν σπασμωδικές κινήσεις. Είναι δυνατόν να παρουσιάσουν και τυπικούς σπασμούς. Στις **αναπτυγμένες όρνιθες** η εκκολαπτικότητα των αβγών και η παραγωγή τους ελαττώνονται.

Στους επίμυες (αρουραίους) έλλειψη βιταμίνης B₆ προκαλεί χαρακτηριστική δερματίτιδα, που ονομάζεται **ακρωδυνία**, η οποία εκδηλώνεται με κοκκινίλα και απολέπιση του δέρματος, κυρίως στα πέλματα, την ουρά, τα αφτιά και τη μύτη. Η βιταμίνη B₆, όπως συμβαίνει και με τις άλλες βιταμίνες του συμπλέγματος B, συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών. Επίσης συνθέτεται και στο τυφλό έντερο των αλόγων.

Η ΠΥΡΙΔΟΞΙΝΗ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Σύμφωνα με την εφαρμοσμένη διατροφή, δεν υπάρχει πιθανότητα να παρουσιαστεί στα αγροτικά ζώα ανεπάρκεια βιταμίνης B₆, λόγω της ευρείας διάδοσής της στις τροφές που συνήθως χρησιμοποιούνται.

Η πυριδοξάλη και η πυριδοξαμίνη είναι λιγότερο σταθερές σε σύγκριση προς την πυριδοξίνη, μολονότι και οι τρεις μορφές είναι αρκετά θερμοάντοχες, καταστρέφονται όμως από το φως. Η βιταμίνη B₆ είναι πλατιά διαδεδομένη στις τροφές. Οι ζύμες, το συκώτι, το γάλα, οι καρποί των ψυχανθών και σιτηρών είναι πλούσιες πηγές.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΠΥΡΙΔΟΞΙΝΗΣ

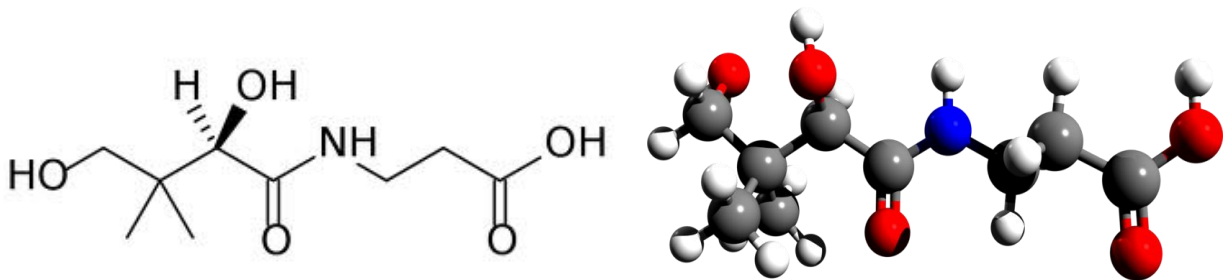
Η πυριδοξίνη είναι σχετικά μη τοξική.

ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ (PANTOTHENIC ACID)

(Αντιδερματικός παράγοντας)

ΔΟΜΗ

Το παντοθενικό οξύ είναι ένωση της β-αλανίνης με παράγωγο του βουτυρικού οξέος και έχει τον ακόλουθο τύπο:



Παντοθενικό οξύ

Το παντοθενικό οξύ αποτελεί συστατικό του συνενζύμου Α, το οποίο συμμετέχει στις περισσότερες βιοχημικές αντιδράσεις στο σώμα. Χημικά το συνένζυμο Α είναι 3-φωσφορο-αδενοσινο-5-διφωσφορο-παντοθεινή. Η παντοθεινή είναι ένωση του παντοθενικού οξέος με β-μερκαπτο-αιθυλαμίνη (η οποία σχηματίζεται με αποκαρβοξυλίωση της κυστεΐνης). Η ομάδα του σουλφυδρυλίου (-SH), η οποία απαντά στο μόριο της παντοθεινης, μπορεί να ακετυλιωθεί γρήγορα και έτσι να παραχθεί το ακετυλοσυνένζυμο Α ή το ενεργό οξικό οξύ (CH₃-COO-C_oA), το οποίο έχει μεγάλη τάση για αντιδράσεις και είναι απαραίτητο για την κανονική λειτουργία του κύκλου του κιτρικού οξέος. Όπως είναι γνωστό, οι υδατάνθρακες, τα λίπη και ορισμένες πρωτεΐνες μετασχηματίζονται σε ακετυλοσυνένζυμο Α, πριν οξειδωθούν στον κύκλο του κιτρικού οξέος.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Εκτός από το ακετύλιο και άλλες ρίζες ακυλίων έχουν ανάγκη το συνένζυμο Α, δηλαδή το συνένζυμο Α παίζει βασικό ρόλο στη μεταφορά των ακυλίων. Ειδικά το συνένζυμο Α απαιτείται για τις επόμενες σημαντικές αντιδράσεις:

- ❖ Μετά την οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος, το συνένζυμο A συνδυάζεται με το ακετύλιο, που προκύπτει, για να σχηματιστεί το ακετυλοσυνένζυμο A ή ενεργό οξικό οξύ, που έχει θέση κλειδιού στον οξειδωτικό κύκλο του Krebs.
- ❖ Μετά την οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του α-κετογλουταρικού οξέος, το κλάσμα 4 ατόμων άνθρακος που προκύπτει ενώνεται με το συνένζυμο A, για να σχηματιστεί το σουκινυλοσυνενζύμου A (ηλεκτρολυοσυνένζυμο A), δηλαδή ένωση ηλεκτρικού οξέος-συνενζύμου A, η οποία ονομάζεται **ενεργό ηλεκτρικό οξύ**.
- ❖ Απαιτείται για την ακετυλίωση της χολίνης, για να σχηματιστεί η ακετυλοχολίνη, η οποία παίζει ζωτικό ρόλο στη νευρική λειτουργία.
- ❖ Απαιτείται για τη σύνθεση της αίμης, μέσω του χημικού συνδυασμού του σουκινυλοσυνενζύμου A με τη γλυκίνη, για να σχηματιστεί ο δακτύλιος πυρρολίου στο μόριο της αίμης.
- ❖ Απαιτείται για τη σύνθεση και αποδόμηση λιπαρών οξέων.
- ❖ Απαιτείται για τη σύνθεση των στεροειδών. Η σύνθεση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία, εξαιτίας της γνωστής σχέσης μεταξύ του παντοθενικού οξέος και του φλοιού του επινεφριδίου. Ο εκφυλισμός των επινεφριδίων στους επίμυες (αρουραίους) όταν το παντοθενικό οξύ είναι ανεπαρκές, μπορεί να προληφθεί με κορτικοστερόνη.

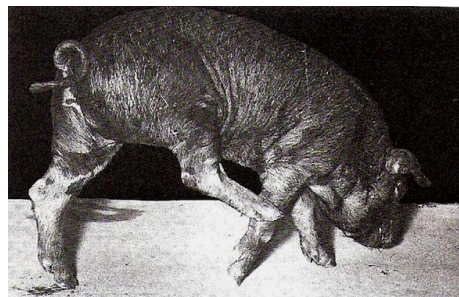
Το παντοθενικό οξύ απορροφάται από το λεπτό έντερο και αποβάλλεται κυρίως με τα ούρα. Αποθηκεύεται μέχρι κάποιου βαθμού στο ήπαρ και τους νεφρούς.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

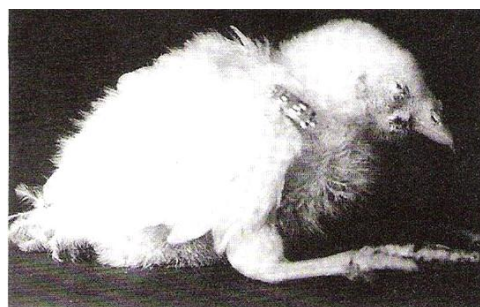
Οι νεοσσοί, οι επίμυες (αρουραίοι), οι αναπτυσσόμενοι χοίροι και οι ινδιάνοι (τα πτηνά γάλλοι) παρουσιάζουν ποικίλα συμπτώματα κατά την ανεπάρκεια παντοθενικού οξέος, πράγμα που οφείλεται στις πολλές βασικές βιοχημικές αντιδράσεις, οι οποίες επιτελούνται από το συνένζυμο A. Δηλαδή, της μορφής του παντοθενικού οξέος που δρα μεταβολικώς. Στα συμπτώματα αυτά περιλαμβάνονται:

καθυστέρηση της ανάπτυξης, οργανικές βλάβες δέρματος και τριχών, γαστρεντερικές διαταραχές και αλλοιώσεις του νευρικού συστήματος και των επινεφριδίων.

Ειδικότερα ανεπάρκεια παντοθενικού οξέος στους **αναπτυσσόμενους χοίρους**, προκαλεί αργή ανάπτυξη, διάρροια, απώλεια τριχώματος, απολέπιση της επιδερμίδας καστανωπή έκκριση από τα μάτια και χαρακτηριστικό βηματισμό χήνας.



Έλλειψη παντοθενικού οξέος στους **νεοσσούς**, προκαλεί καθυστέρηση της ανάπτυξης, δερματίτιδα γύρω από τα μάτια, κοντά στο ράμφος και πάνω στα δάχτυλα, καθυστέρηση πτεροφυΐας, αταξία βηματισμού και παράλυση, όπως και αλλοιώσεις του νωτιαίου μυελού. Τα συμπτώματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως δείχνουν τη σχέση του παντοθενικού οξέος προς τη νευρική λειτουργία. Όπως προαναφέρθηκε, το παντοθενικό οξύ, ως συστατικό του συνενζύμου A, συμμετέχει στην ακετυλίωση της χολίνης για να σχηματιστεί ακετυλοχολίνη, η οποία είναι απαραίτητη για τη διαβίβαση των νευρικών διεγέρσεων και τη λειτουργία των νεύρων και των μυών.



Επίσης η έλλειψη παντοθενικού οξέος, είναι μια από τις αιτίες του πρόωρου φαιού αχρωματισμού των τριχών σε ποικιλόχρωμους επίμυες (αρουραίους), σκύλους και αλεπούδες κατά τη διατροφή τους με πειραματικά σιτηρέσια που έχουν ανεπαρκή περιεκτικότητα σε αυτή τη βιταμίνη, πράγμα το οποίο όμως δεν συμβαίνει στην περίπτωση του ανθρώπου.



ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ

Το παντοθενικό οξύ είναι πλατιά διαδεδομένο στο φυτικό και ζωικό βασίλειο και η ονομασία του προέρχεται από την ελληνική λέξη πάντοθεν (από παντού), με την οποία δηλώνεται η από παντού διάδοσή του.

Πλούσιες πηγές είναι το συκώτι και ο κρόκος του αβγού. Επίσης το χόρτο μηδικής, η βοσκή, τα πίτυρα σιταριού, τα υποπροϊόντα γάλακτος, ο αραχιδοπλακούντας, τα πίτυρα ρυζιού, τα μπιζέλια, οι ζύμες και η μελάσα. Οι καρποί των σιτηρών και τα υποπροϊόντα τους, οι περισσότεροι πλακούντες, η ξηρός πούλπα ζαχαροτεύτλων και το ιχθυάλευρο, αποτελούν μέσες έως καλές πηγές. Το παντοθενικό ασβέστιο είναι η καθαρή μορφή της βιταμίνης η οποία διατίθεται στο εμπόριο.

ΤΟ ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Επειδή η διάδοση της βιταμίνης αυτής είναι πλατιά στις φυσικές τροφές, θεωρούνται σπάνιες οι ανεπάρκειες παντοθενικού οξέος κατά την εφαρμοσμένη διατροφή. Πρόσφατα όμως έχουν αναφερθεί συμπτώματα ανεπάρκειας στην Αγγλία σε κοπάδια χοίρων Landrace, που εκτρέφονταν σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Επίσης μερικές φορές προστίθεται παντοθενικό ασβέστιο σε τυποποιημένα μίγματα για νεοσσούς, που παράγονται από Βιομηχανίες Ζωοτροφών, για να είμαστε σίγουροι ότι δεν θα υπάρξει πιθανότητα ανεπάρκειας αυτής της βιταμίνης.

Το παντοθενικό οξύ, όπως όλες οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β, συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών ζώων. Επίσης, σε αξιόλογο βαθμό συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα του κουνελιού, του αλόγου και του ανθρώπου.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

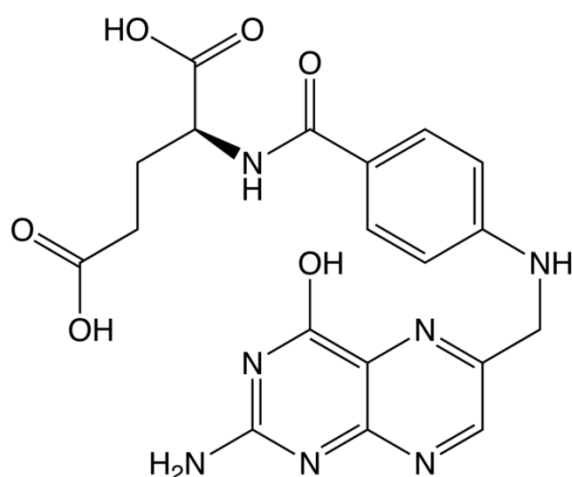
Το παντοθενικό οξύ είναι μη τοξικό. Οι πλεονάζουσες ποσότητες απεκκρίνονται από τον οργανισμό.

ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (FOLLIC ACID)

(Πτεροϋλογλουταμινικό οξύ, φολικό οξύ, βιταμίνη B_c, βιταμίνη B₉, B₁₀, B₁₁, ηπατικός παράγοντας, βιταμίνη M)

ΓΕΝΙΚΑ

Αρχικά απομονώθηκε από φύλλα σπανακιού, από όπου προήλθε και το όνομα. Η βιταμίνη αυτή περιγράφηκε αρχικά με διάφορα ονόματα: Παράγοντας U, βιταμίνη M, βιταμίνη B_c, παράγοντας του *Lactobacillus casei* και παράγοντας του *Streptococcus lactis* R. Μεταγενέστερα βρέθηκε ότι η ενεργός ουσία αυτών των απροσδιόριστων παραγόντων, είναι το πτεροϋλο-γλουταμινικό οξύ, που είναι ένωση πτεριδίνης, π-αμινοβενζοϊκού οξέος και γλουταμινικού οξέος, σύμφωνα με τον παρακάτω συντακτικό τύπο:



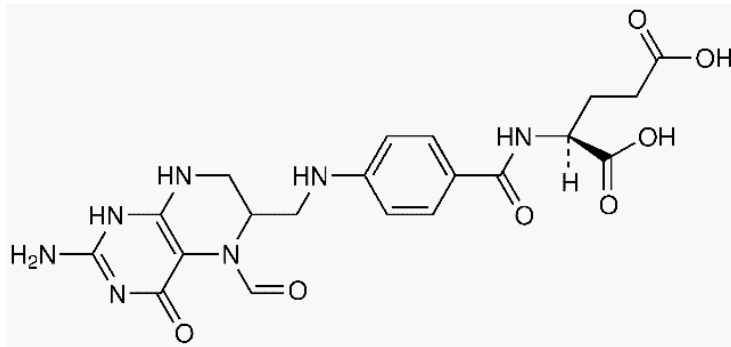
Φυλλικό οξύ

Το φυλλικό οξύ, έχει διάφορα φυσιολογικώς ενεργά παράγωγα, από τα οποία το πιο γνωστό είναι ο παράγοντας *Citronorum*, ο οποίος ονομάστηκε έτσι διότι είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του μύκητα *Leuconostoc citronorum*. Το παράγωγο αυτό βρέθηκε για πρώτη φορά σε εκχύλισμα ήπατος και έχει μεγαλύτερη θεραπευτική ενέργεια, συγκριτικά προς το φυλλικό οξύ, εναντίων της αναιμίας.

ΔΟΜΗ

Ο χημικός τύπος του παράγοντα *Citronorum* είναι 5-φορμυλο-5,6,7,8-τετραϋδρο-πτεροϋλογλουταμινικό οξύ, δηλαδή: το 5,6,7,8, τετραϋδρο-

πτεροϋλογλουταμινικό οξύ, που περιέχει υδρογόνα στις θέσεις 5,6,7 και 8, με την πρόσληψη μιας ομάδας φορμαλδεύδης στη θέση 5, μετατρέπεται σε παράγοντα Citronorum. Το παράγωγο αυτό λέγεται και φολινικό οξύ.



Παράγοντας Citronorum

Το φυλλικό οξύ και ο παράγοντας Citronorum, βρίσκονται και με μορφές συνδυασμένες με μεγαλύτερο αριθμό μορίων γλουταμινικού οξέος, οι οποίες ενεργοποιούνται στα είδη που έχουν τα κατάλληλα ένζυμα για τη διάσπασή τους.

Το φυλλικό οξύ αποτελεί κίτρινη κρυσταλλική σκόνη ελαφρώς διαλυτή στο νερό. Είναι ασταθές σε όξινα διαλύματα και σταθερό στη θερμότητα σε ουδέτερο pH.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Τη δράση του φυλλικού οξέος ανταγωνίζονται αρκετές ενώσεις παρόμοιου συντακτικού τύπου, μεταξύ των οποίων η πιο αποτελεσματική είναι η αμινοπτερίνη. Αυτή αντικαθιστά στις αντιδράσεις το φυλλικό οξύ και δημιουργεί έλλειψή του, με όλα τα συμπτώματα ανεπάρκειας του, που επακολουθούν.

Το φυλλικό οξύ συνδέεται με τα ενζυμικά συστήματα, τα οποία ελέγχουν τη μεταφορά μονοανθρακικών μονάδων σε διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις. Δηλαδή, παίζει ρόλο ανάλογο με εκείνο του παντοθενικού οξέος για το μεταβολισμό των διανθρακικών μονάδων (ριζών οξικού οξέος). Έτσι συμμετέχει στη σύνθεση της σερίνης από γλυκίνη και τανάπαλι, στη σύνθεση πουρινών και πυριμιδινών, οι οποίες αποτελούν μεγάλης σημασίας συστατικά των νουκλεϊκών οξέων (RNA, DNA), και στην αποδόμηση της ιστιδίνης. Επίσης το φυλλικό οξύ συνδέεται με τη σύνθεση της χολίνης, η οποία είναι συστατικό των φωσφολιπιδίων.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΦΥΛΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

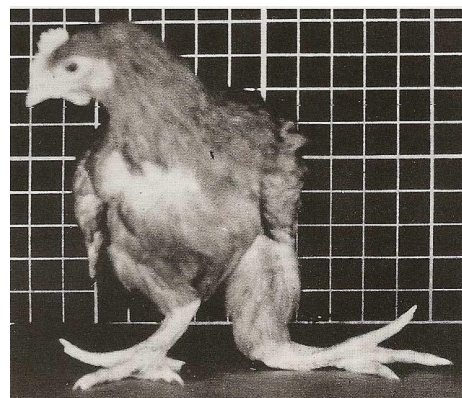
Η ανεπαρκής σύνθεση πουρινών έχει ως αποτέλεσμα ανεπαρκή σχηματισμό νουκλεοπρωτεϊδών οι οποίες χρησιμεύουν για ωρίμανση των ερυθρών αιμοσφαιρίων που παράγονται στο μυελό των οστών και συνεπώς αντίστοιχη ανάπτυξη χαρακτηριστικής αναιμίας.

Διάφορες έρευνες έχουν αποδείξει την ύπαρξη αμοιβαίων σχέσεων του φυλλικού οξέος με άλλες βιταμίνες. Έτσι, τόσο το φυλλικό οξύ όσο και η βιταμίνη B₁₂ συμμετέχουν στη σύνθεση ή το μεταβολισμό διαφόρων ενώσεων, οι οποίες σχηματίζουν νουκλεϊκά οξέα. Επίσης και οι δύο συνδέονται με το μεταβολισμό της τυροσίνης.

Παρόμοια, η αμοιβαία σχέση του φυλλικού οξέος με τη βιταμίνη C, φαίνεται από το γεγονός ότι όταν προκαλείται ανεπάρκεια φυλλικού οξέος σε επίμυες (αρουραίους) με τη χορήγηση σε αυτούς σουλφοναμιδών, βελτιώνεται η κατάστασή τους, με τη χορήγηση ασκορβικού οξέος.

Στα είδη στα οποία προκαλούνται συμπτώματα ανεπάρκειας παράγεται μακροκυτταρική υπέρχρωμη αναιμία, που ονομάζεται **μεγαλοβλαστική**. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι μεγάλα και ανώριμα. Επίσης παράγεται λευκοπενία. Δηλαδή, ελαττώνεται ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων.

Σε περίπτωση ανεπάρκειας φυλλικού οξέος στους **νεοσσούς**, που προκλήθηκε με τη χορήγηση σε αυτούς συνθετικών σιτηρεσίων χωρίς φυλλικό οξύ, παρατηρείται καθυστέρηση της ανάπτυξης ,πενιχρή ανάπτυξη του πτερώματος, αποχρωματισμός των χρωματιστών φτερών αναιμία και **πήρωση**.



ΤΟ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Η παρουσία του φυλλικού οξέος στην τροφή είναι απαραίτητη για τους πιθήκους, τους νεοσσούς, τους γάλλους (γαλοπούλες), τις αλεπούδες, τα κουνέλια και τα ινδικά χοιρίδια. Στους επίμυες (αρουραίους) και τους αναπτυσσόμενους χοίρους δεν κατορθώθηκε να προκληθεί ανεπάρκεια, παρά μόνο με την ταυτόχρονη χορήγηση σουλφοναμιδών, πράγμα που δείχνει ότι το φυλλικό οξύ παράγεται από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα σε ικανοποιητικά ποσά, με αποτέλεσμα να καλύπτονται οι ανάγκες αυτών των ζώων. Επίσης βακτηριακή σύνθεση φυλλικού οξέος λαμβάνει χώρα στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών και στο τυφλό έντερο του αλόγου.

Αν εξαιρέσουμε τα νεαρά ορνίθια, σπάνια παρουσιάζονται συμπτώματα ανεπάρκειας φυλλικού οξέος στα αγροτικά ζώα, λόγω της βακτηριακής τους σύνθεσης στον πεπτικό σωλήνα τους. Ωστόσο, κατά την Εφαρμοσμένη Διατροφή, λόγω της πλατιάς διάδοσης του φυλλικού οξέος στις φυσικές τροφές, κατά τη χορήγηση στους νεοσσούς των συνηθισμένων τροφών καλύπτονται με άνεση οι ανάγκες τους σε φυλλικό οξύ.

Το φυλλικό οξύ ιδιαίτερα απαντά σε αφθονία στις φυλλώδεις πράσινες τροφές, το συκώτι και τις ζύμες. Οι καρποί των σιτηρών, η σόγια, όπως και οι πλακούντες είναι καλές πηγές.

Στους ανθρώπους το φυλλικό οξύ, που παράγεται συνθετικά, χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της μεγαλοβλαστικής αναιμίας. Επίσης είναι αποτελεσματικό για τη θεραπεία της **κακοήθους αναιμίας του ανθρώπου**, αλλά δεν θεραπεύει τα νευρικά της συμπτώματα, ενώ η βιταμίνη B₁₂ θεραπεύει και αυτή, αλλά και τα νευρικά της συμπτώματα.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

Σε κανονικές συνθήκες, το υπερβολικό φυλλικό οξύ δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις.

BIOTINΗ (BIOTIN)

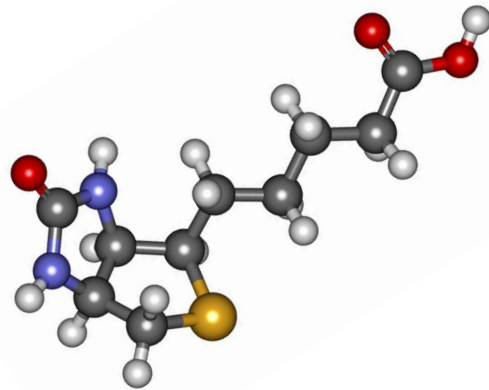
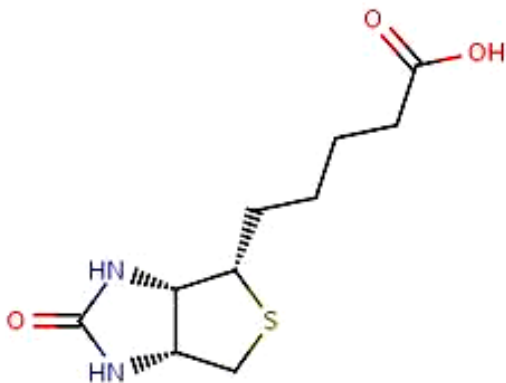
(Βιταμίνη H, βιταμίνη 7, συνένζυμο R)

ΓΕΝΙΚΑ

Η βιοτίνη είναι : η ίδια ουσία 1) με τον παράγοντα που απαιτείται για την ανάπτυξη της ζύμης, 2) με τη βιταμίνη H, η οποία προλαβαίνει τη δερματίτιδα των επίμυων (αρουραίων) κατά την κατανάλωση ωμού λευκώματος αβγού και 3) με το «συνένζυμο R», που απαιτείται για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, που συμβιώνουν στα φυμάτια των ριζιδίων των ψυχανθών και δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας.

ΔΟΜΗ

Η βιοτίνη μαζί με τη θειαμίνη είναι οι δύο μόνες βιταμίνες οι οποίες περιέχουν **θειό**. Ο συντακτικός τύπος της, όπως

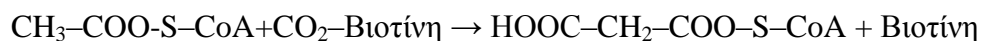


φαίνεται παρακάτω, αποτελεί συμπύκνωση δακτυλίων ιμιδαζολικού και θειοφαινικού. Όπως φαίνεται από την υπάρχουσα καρβοξυλική ομάδα στην πλευρική αλυσίδα, αυτή είναι οργανικό οξύ.

Η βιοτίνη είναι κρυσταλλική ουσία διαλυτή στο νερό και την αλκοόλη και σχετικά σταθερή στη θερμότητα, τα οξέα και τα αλκάλια.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Η βιοτίνη απαιτείται από διάφορα ενζυμικά συστήματα που συνδέονται με δέσμευση του CO₂ και με αποκαρβοξυλίωση. Έτσι, για παράδειγμα η βιοτίνη χρησιμεύει για τη δέσμευση CO₂ από το πυροσταφυλικό οξύ, για να σχηματιστεί οξαλοξικό οξύ (δικαρβοξυλικό οξύ), το οποίο είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του κύκλου του κιτρικού οξέος ή του κύκλου του Krebs. Επίσης συντελεί στη αποκαρβοξυλίωση του οξαλοηλεκτρικού οξέος για σχηματισμό του ακετογλουταρικού οξέος. Άλλη αντίδραση που συνδέεται με τη βιοτίνη είναι ο σχηματισμός μηλονυλοσυνενζύμου A, με την καρβοξυλίωση του ακετυλοσυνενζύμου A. Το μηλονυλοσυνένζυμο A αποτελεί ενδιάμεση λύση για τη σύνθεση των λιπαρών οξέων :



Ακετυλοσυνένζυμο A

Μηλονυλοσυνένζυμο A

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΒΙΟΤΙΝΗΣ

Ανεπάρκεια βιοτίνης δεν παρατηρείται κάτω από φυσικές συνθήκες διατροφής. Μπορεί όμως να προκληθεί πειραματικά με τη διατροφή ομού λευκώματος αβγού (ασπράδι), ή με τη χορήγηση σιτηρεσίου που δεν περιέχει βιοτίνη σε συνδυασμό με χορήγηση σουλφοναμιδών, για την πρόληψη βακτηριακής σύνθεσης βιοτίνης στον εντερικό σωλήνα. Το ωμό λεύκωμα του αβγού περιέχει μια πρωτεΐνη που ονομάζεται αβιδίνη, η οποία ενώνεται με τη βιοτίνη στο λεπτό έντερο και την μετατρέπει σε μορφή μη απορροφήσιμη. Η κακή αυτή επίδραση δεν παρουσιάζεται κατά τη χορήγηση αυτών που έχουν θερμανθεί. Η βιοτίνη αποθηκεύεται στο ήπαρ και στους νεφρούς.

Σε όλα τα είδη, κοινά συμπτώματα ανεπάρκειας βιοτίνης είναι : καθυστέρηση ανάπτυξης, δερματίτιδα, πτώση τριχών, σπασμο των νυχιών και νευρικές διαταραχές.



Στους **νεοσσούς**, η βιοτίνη αποδείχθηκε αποτελεσματική για την πρόληψη της **πήρωσης**, όπως συμβαίνει αυτό και με το **μαγγάνιο**, τη **χολίνη** και το **φυλλικό οξύ**. Στις **αναπτυγμένες όρνιθες** όταν η βιοτίνη είναι ανεπαρκής, ελαττώνεται η εκκολαπτικότητα των αβγών.

Στους **χοίρους** στα συμπτώματα ανεπάρκειας περιλαμβάνονται και σπασμοί των πίσω άκρων. Επίσης στους **επίμυες** (αρουραίους) και τα **σκυλιά** παρατηρήθηκε επιπλέον **προχωρημένη παράλυση**. Κανένα από τα συμπτώματα αυτά που παρουσιάζονται στους νεοσσούς και τους χοίρους μπορεί να θεωρηθεί ειδικό της ανεπάρκειας βιοτίνης, για να γίνει διάκριση αυτής από την ανεπάρκεια ορισμένων άλλων βιταμινών του συμπλέγματος Β.



Στα **μηρυκαστικά ζώα** οι ανάγκες σε βιοτίνη ικανοποιούνται από τη βακτηριακή σύνθεσή της στη μεγάλη κοιλία τους. Επίσης υπάρχει αξιόλογη βακτηριακή σύνθεση βιοτίνης στον πεπτικό σωλήνα πάρα πολλών ειδών, όπως των επίμυων (αρουραίων), σκύλων, νεοσσών, χοίρων και του ανθρώπου.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΒΙΟΤΙΝΗ

Η βιοτίνη είναι πλατιά διαδεδομένη στις φυσικές τροφές. Το χόρτο μηδικής, οι πράσινες τροφές, οι καρποί σιτηρών, ο πλακούντας σόγιας, η μελάσα και οι ζύμες είναι καλές πηγές.

Η ΒΙΟΤΙΝΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Συνεπώς, ενώ πάρα πολλά είδη έχουν ανάγκη της βιοτίνης, σπάνια υπάρχει ανάγκη παρουσίας αυτής της βιταμίνης στην τροφή τους, διότι αυτή συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα σε ικανοποιητικές ποσότητες. Αποδείχτηκε ότι στον επίμυ (αρουραίο) και τον άνθρωπο αποβάλλεται με τα ούρα και τα κόπρανα σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα βιοτίνης, σε σύγκριση με αυτή που προσλαμβάνεται μέσω της τροφής.

Στην εφαρμοσμένη διατροφή, από τη μια λόγω βακτηριακής σύνθεσης της βιοτίνης στον πεπτικό σωλήνα των αγροτικών ζώων και από την άλλη λόγω της πλατιάς διάδοσής της στις φυσικές τροφές, δεν υπάρχει πιθανότητα να παρουσιαστεί ανεπάρκεια βιοτίνης.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΤΙΝΗΣ

Δεν υπάρχουν γνωστές τοξικές επιδράσεις την βιοτίνης.

ΧΟΛΙΝΗ (CHOLINE)

(Λιποτρόπος παράγοντας)

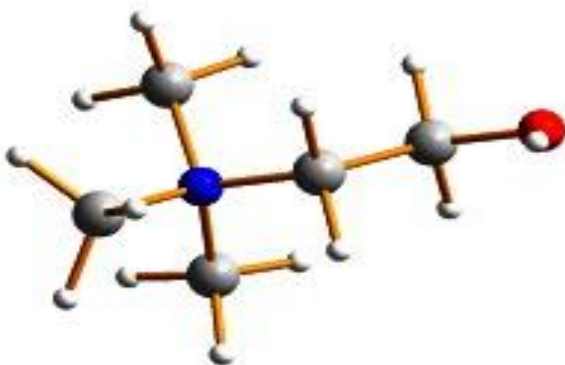
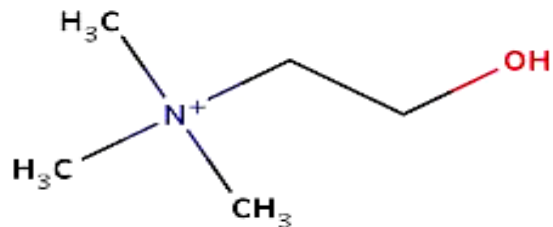
ΓΕΝΙΚΑ

Ο Strecker, Γερμανός χημικός, απομόνωσε το έτος 1849 μια ένωση από το περιεχόμενο της χολής των χοίρων, την οποία στη συνέχεια ονόμασε Choline, από το Chole, την ελληνική λέξη για τη χολή.

Η χολίνη στην πραγματικότητα δεν μπορεί να συμπεριληφθεί στις βιταμίνες, διότι από τη μια συμμετέχει ως οικοδομικός λίθος στους λιπώδεις και τους νευρικούς ιστούς και από την άλλη δεν δρα ως συνένζυμο. Ωστόσο, εξετάζεται μαζί με τις βιταμίνες Β, διότι είναι διαλυτή στο νερό, απαντά στις πιο πολλές από τις ίδιες πηγές με τις άλλες βιταμίνες Β και είναι, κάτω από ορισμένες συνθήκες, απαραίτητη η παρουσία της στο σιτηρέσιο.

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΧΟΛΙΝΗΣ

Η χολίνη είναι μια άχρωμη αζωτούχα βάση πολύ υγροσκοπική γι' αυτό και δύσκολα απομονώνεται σε κρυσταλλική μορφή. Με την κρυσταλλική της μορφή συνήθως απομονώνεται ως



χλωριούχος χολίνη. Είναι αρκετά σταθερή κάτω από κανονικές συνθήκες αποθήκευσης των τροφών.

Η χολίνη είναι γνωστή από παλιά, επειδή έχει σχέση με τις φωσφολιπίδες και την ακετυλοχολίνη. Η χολίνη είναι συστατικό πολλών φωσφολιπιδίων, όπως των λεκιθινών και των σφιγγομυελινών, οι οποίες αποτελούν απαραίτητα συστατικά του οργανισμού. Η ακετυλοχολίνη, η οποία συνθέτεται με την ακετυλίωση της χολίνης από το ακετυλοσυνένζυμο Α, μολονότι

έχει μεγάλη σημασία για τη λειτουργία της **μεταβίβασης των νευρικών διεγέρσεων**, ποσοτικά αποτελεί μικρό μέρος της συνολικής χολίνης που απαντά στο σώμα.

Ο ρόλος των φωσφολιπιδίων και της ακετυλοχολίνης στο σώμα έχουν αναγνωριστεί εδώ και πολύ καιρό. Επίσης, η παρουσία της χολίνης στην τροφή, είναι απαραίτητη κάτω από ορισμένες συνθήκες για μερικά είδη ζώων.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Ως συστατικό των φωσφολιπιδίων, η χολίνη είναι αναγκαία για το σχηματισμό και τη διατήρηση της υφής των κυττάρων, ως συστατικό όμως της ακετυλοχολίνης συνδέεται στενά, όπως προαναφέρθηκε, με τη μεταβίβαση των νευρικών διεγέρσεων.

Η χολίνη παίζει επίσης ουσιαστικό ρόλο στο μεταβολισμό του λίπους στο ήπαρ. Αυτή προλαβαίνει την ανώμαλη συσσώρευση λίπους στο ήπαρ, από τη μια συντελώντας στη μεταφορά του λίπους με τη μορφή της λεκιθίνης και από την άλλη προάγοντας την αυξημένη χρησιμοποίηση των λιπαρών οξέων από το ίδιο το ήπαρ. Επειδή με τη δράση της χολίνης, που προαναφέρθηκε, αποτρέπεται η συσσώρευση λίπους στο ήπαρ, αυτή χαρακτηρίζεται ως **λιποτρόπος παράγοντας**.

Μαζί με άλλες ενώσεις, η χολίνη αποτελεί πηγή βιολογικός ασταθών μεθυλικών ομάδων. Η χολίνη δίνει με ευχέρεια μεθυλικές ομάδες (CH₃) για το σχηματισμό άλλων ενώσεων. Στην ενέργεια αυτή οφείλεται ο σχηματισμός μεθειονίνης από την ομοκυστεΐνη και τη χολίνη. Αντιστρόφως ασταθείς μεθυλικές ομάδες παρεχόμενες από τη μεθειονίνη, μπορούν να συνδυαστούν μαζί με την αιθυλαμίνη και να σχηματίσουν χολίνη. Επίσης την ιδιότητα αυτή της εναλλαγής μεθυλικών ομάδων έχει και η **βεταΐνη**, και το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό και ως **τρανσμεθυλίωση**.

Η μεθειονίνη μπορεί εν μέρει να υποκαταστήσει τη χολίνη στο σιτηρέσιο. Η χολίνη όμως μαζί με την ομοκυστεΐνη μπορεί να υποκαταστήσει στο σιτηρέσιο το απαραίτητο αμινοξύ μεθειονίνη. Σήμερα αναγνωρίζεται ότι οι μεταβολικές ανάγκες σε χολίνη μπορούν να ικανοποιηθούν είτε με την παρουσία στην τροφή της χολίνης από μόνη της, είτε με τη σύνθεση της χολίνης στον οργανισμό. Όπως είναι φανερό, οι

ανάγκες σε χολίνη εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε μεθειονίνη. Όταν υπάρχει επαρκής περιεκτικότητα μεθειονίνης στο σιτηρέσιο των αναπτυσσόμενων χοίρων δεν απαιτείται η παρουσία χολίνης. Στην περίπτωση όμως των **νεοσσών**, βρέθηκε ότι ένα μέρος μόνο της αναγκαίας χολίνης μπορεί να υποκατασταθεί από μεθειονίνη.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Η χολίνη επίσης συνδέεται με τη **βιοτίνη** και το **φυλλικό οξύ**. Κατά την ανεπάρκεια κάθε μιας ξεχωριστά από τις τρεις αυτές ουσίες προκαλείται **πήρωση** στους **νεοσσούς**.

Γενικά τα συμπτώματα που προκαλούνται από την ανεπάρκεια χολίνης στους **νεοσσούς** και στους αναπτυσσόμενους χοίρους περιλαμβάνουν βραδεία ανάπτυξη και συσσώρευση λίπους στο ήπαρ. Επίσης η ανεπάρκεια χολίνης προκαλεί στους **μεν νεοσσούς** **πήρωση** στις δε **αναπτυγμένες όρνιθες** μείωση της παραγωγής αβγών και αύξηση της θνησιμότητας. Στα **χοιρίδια**, με τη χορήγηση σε αυτά συνθετικού σιτηρεσίου που είναι ανεπαρκές σε χολίνη παρατηρείται επιπλέον έλλειψη εναρμονισμού στις κινήσεις.



Πάρα πολλά είδη ζώων, όταν διατρέφονται με τα συνήθη σιτηρέσια, μπορούν να συνθέτουν στους ιστούς τους επαρκή ποσότητα χολίνης από άλλες ουσίες. Επίσης χολίνη συνθέτεται με τη βακτηριακή δράση στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών. Η σύνθεση χολίνης στον οργανισμό μέσω τρανσμεθυλίωσης, φαίνεται πως εξαρτάται από τον επαρκή εφοδιασμό του με ορισμένες βιταμίνες και ειδικά με τη βιταμίνη B₁₂. Τα ορνιθοειδή συνθέτουν μικρότερη ποσότητα χολίνης, συγκριτικά προς τα αγροτικά ζώα, τα οποία έχουν μεγαλύτερο μέγεθος.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΧΟΛΙΝΗ

Η χολίνη απαντά σε όλες τις τροφές, οι οποίες περιέχουν λίπος. Επίσης καλές θρεπτικές πηγές είναι οι πράσινες τροφές, το συκώτι, το ιχθυάλευρο, οι ζύμες, ο πλακούντας σόγιας και τα σιτηρά.

Αν λάβουμε υπόψη ότι ένα μέρος των αναγκών σε χολίνη καλύπτεται με τη σύνθεσή της από τον οργανισμό, δεν πρέπει να περιμένουμε έλλειψη χολίνης στα αγροτικά ζώα, όταν χορηγούνται σε αυτά συνηθισμένα σιτηρέσια. Ωστόσο, για να προλάβουμε ενδεχόμενη έλλειψη στα **ορνιθοειδή** προστίθεται χολίνη σε μερικά τυποποιημένα μίγματα ζωοτροφών, που διατίθενται στο εμπόριο για **νεοσσούς** και **όρνιθες αναπαραγωγής**.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΧΟΛΙΝΗΣ

Δεν έχουν παρατηρηθεί τοξικές επιδράσεις της χολίνης.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₁₂ (VITAMIN B₁₂)

(Κοβαλαμίνη, κυανοκοβαλαμίνη, ζωικός πρωτεϊνικός παράγοντας ή APD)

ΓΕΝΙΚΑ

Η ανακάλυψη της βιταμίνης B₁₂ έγινε από τις συνδυασμένες προσπάθειες ερευνητών διαφόρων επιστημονικών κλάδων, όπως μικροβιολόγων, βιοχημικών, ειδικών επιστημόνων σε θέματα διατροφής και γιατρών, που εργάζονταν σε διάφορα Εργαστήρια. Ήδη από το 1926 ήταν γνωστό ότι τα συμπτώματα της **κακοήθους αναιμίας του ανθρώπου**, μπορούσαν να υποχωρήσουν με τη χορήγηση ωμού συκωτιού, και η ουσία στο ήπαρ που ήταν υπεύθυνη γι' αυτή τη βελτίωση, ονομαζόταν **Παράγοντας εναντίον της κακοήθους αναιμίας** ή APA.

Το 1948 αναφέρθηκε σχεδόν ταυτόχρονα στις Η.Π.Α. και την Αγγλία η απομόνωση μιας ερυθρής κρυσταλλικής ουσίας από το ήπαρ, στην οποία δόθηκε το όνομα βιταμίνη B₁₂ και η οποία αποδείχθηκε εξαιρετικά αποτελεσματική για τη θεραπεία τόσο των αιματολογικών, όσο και των νευρολογικών συμπτωμάτων της κακοήθους αναιμίας. Η δόση που απαιτούνταν για ενδομυϊκή ένεση ανερχόταν μόλις σε λίγα μικρογραμμάρια. Την ανακάλυψη αυτή ακολούθησε σύντομα η βιομηχανοποιημένη συνθετική παραγωγή της βιταμίνης B₁₂, η οποία αποδείχθηκε κολοσσιαίας σημασίας, επειδή είχε πρακτικές εφαρμογές, στη θεραπεία της **κακοήθους αναιμίας του ανθρώπου** και στη διατροφή των **ορνίθων** και των **χοίρων**, όπου αποδείχθηκε ως παράγοντας που προάγει την ανάπτυξη αυτών των ζώων.

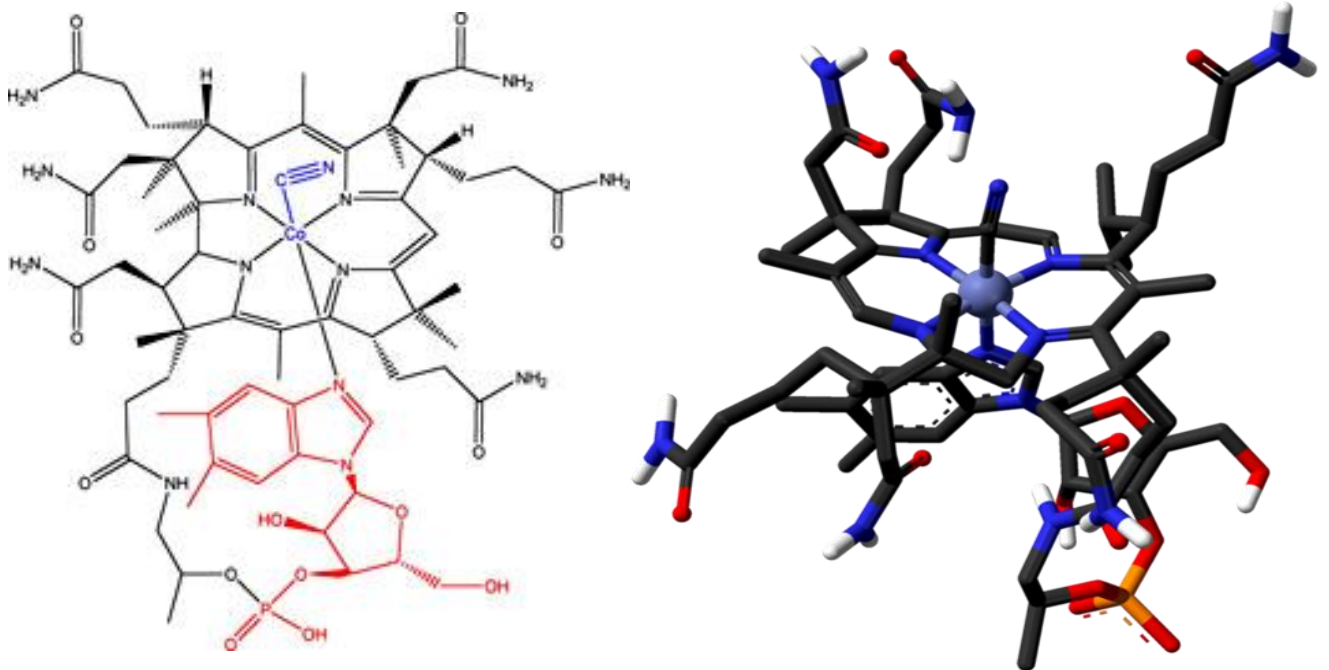
Πριν την ανακάλυψη της βιταμίνης B₁₂ ήταν γνωστό ότι ορνιθοειδή και χοίροι που δεν έβγαιναν στη βοσκή, αλλά διατρέφονταν συνέχεια μέσα στο στάβλο με σιτηρέσια που αποτελούνταν αποκλειστικά από τροφές φυτικής προέλευσης, παρουσίαζαν, μικρότερη ανάπτυξη εξαιτίας της έλλειψης άγνωστων θρεπτικών παραγόντων. Τέτοια έλλειψη υπήρχε ακόμη και όταν το σιτηρέσιο περιείχε άφθονη ποσότητα φυτικών λευκωμάτων και ανόργανων ουσιών όπως και επαρκείς ποσότητες από όλες τις γνωστές ως τότε βιταμίνες. Από σχετικά πειράματα φάνηκε ότι για να εξασφαλιστεί κανονική ανάπτυξη χρειαζόταν το σιτηρέσιο να περιέχει και ζωικό λεύκωμα. Ο όρος **ζωικός πρωτεϊνικός παράγοντας** (Animal protein factor, APF)

χρησιμοποιήθηκε για να καθοριστεί ο άγνωστος παράγοντας, οποίος υπήρχε μόνο στις τροφές ζωικής προέλευσης. Ο ίδιος παράγοντας, εκτός από την ανάπτυξη, αποδείχθηκε ουσιαστικός και για την εκκολαπτικότητα των αβγών. Επίσης τα κόπρανα της αγελάδας βρέθηκε ότι περιέχουν τον άγνωστο αυτό παράγοντα.

Μετά την ανακάλυψη της βιταμίνης B₁₂ διαπιστώθηκε από διάφορα πειράματα με νεοσσούς και αναπτυσσόμενους χοίρους, ότι το πιο σημαντικό μέρος του ζωικού πρωτεϊνικού παράγοντα ήταν η βιταμίνη B₁₂. Αυτός, όμως, περιέχει και άλλους θρεπτικούς παράγοντες που δεν έχουν ακόμη προσδιοριστεί. Για το λόγο αυτό δεν εξασφαλίζονται τα καλύτερα αποτελέσματα, όταν νεοσσοί και αναπτυσσόμενοι χοίροι διατρέφονται μέσα στο στάβλο, με σιτηρέσια που αποτελούνται αποκλειστικά από τροφές φυτικής προέλευσης, ακόμη και όταν σε αυτά έχουν περιληφθεί όλες οι γνωστές βιταμίνες ανάμεσα στις οποίες συγκαταλέγεται και η βιταμίνη B₁₂.

ΔΟΜΗ

Ο συντακτικός τύπος της βιταμίνης B₁₂ όπως φαίνεται παρακάτω, είναι ίσως ο πιο πολύπλοκος τύπος βιταμίνης:



Βιταμίνη B₁₂

Ο συντακτικός τύπος δείχνει ότι το κύριο τμήμα του πολύπλοκου μορίου έχει ένα άτομο κοβαλτίου στο κέντρο ενός τετρα-πιρρολικού δακτυλίου. Επίσης υπάρχει στο μόριο ένα νουκλεοτίδιο, το οποίο συνδυάζεται με το κοβάλτιο και συνδέεται με το δακτύλιο με τη φωσφορική ομάδα του και αμινοπροπανόλη. Με το κοβάλτιο συνδέεται επίσης μια ρίζα κυανίου, στην οποία και οφείλει η βιταμίνη B₁₂ το όνομα **κυανοκοβαλαμίνη**. Η ρίζα του κυανίου μπορεί να υποκατασταθεί από υδροξύλιο, οπότε παράγεται η υδροξυκοβαλαμίνη ή B_{12α}. Παρομοίως η αντικατάσταση του κυανίου από νιτρώδη ομάδα (NO₂) παράγει τη νιτρωδοκοβαλαμίνη ή B_{12c}. Οι τρεις μορφές B₁₂, B_{12α}, B_{12c} που αναφέρονται ως **κοβαλαμίνες** είναι όλες ενεργές.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Τα συνένζυμα τα οποία περιέχουν βιταμίνη B₁₂ έχουν μεγάλη σημασία για τις περισσότερες μεταβολικές αντιδράσεις. Πρόσφατα απομονώθηκε ένα συνένζυμο, το οποίο περιέχει βιταμίνη B₁₂, στο οποίο αυτή, αντί για τη ρίζα κυανίου, έχει δεοξυαδενοσίνη η οποία συνδέεται με το κοβάλτιο. Το συνένζυμο αυτό έχει μεγάλη σημασία για τα μηρυκαστικά ζώα και απαιτείται για το μετασχηματισμό του μεθυλομηλονυλοσυνενζύμου A σε ηλεκτυλοσυνένζυμο A κατά το μεταβολισμό του προπιονικού οξέος.

Προπιονυλο CoA

Μεθυλομηλονυλο CoA

Ηλεκτυλο CoA

Επίσης η βιταμίνη B₁₂ φαίνεται να απαιτείται στις επόμενες αντιδράσεις:

- ❖ Σύνθεση νουκλεϊκών οξέων (DNA και ενδεχομένως RNA)
- ❖ Αναγωγή των ομάδων δισουλφιδίου (-S-S-) σε ομάδες σουλφυδρυλίου (-SH). Η βιταμίνη B₁₂ με τη δράση της αυτή παίζει ρόλο στη :
 - Σύνθεση μεθυλικών ομάδων από το μυρμηκικό οξύ, τη γλυκίνη και τη σερίνη.
 - Σύνθεση γλουταθείου και μεθειονίνης.
 - Βιοσύνθεση ασταθών μεθυλικών ομάδων.

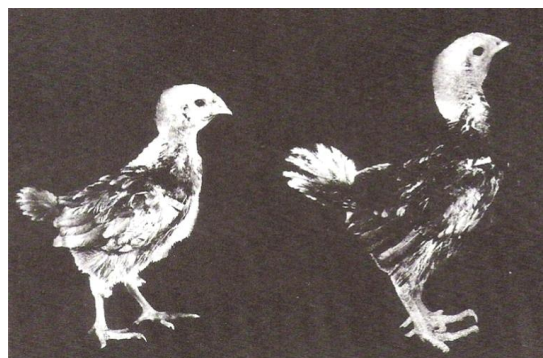
Οι μεταβολικές αμοιβαίες σχέσεις της βιταμίνης B₁₂ και του φυλλικού οξέος, σύμφωνα με τις οποίες αυτές επιτελούν μερικές κοινές λειτουργίες, αναφέρθηκαν κατά την εξέταση του φυλλικού οξέος.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Η βιταμίνη B₁₂ είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και την αιμοποιητική λειτουργία του ανθρώπου. Η **κακοήθης αναιμία στον άνθρωπο**, η οποία χαρακτηρίζεται από παραγωγή ερυθροκυττάρων μεγαλοβλαστικού τύπου, όπως και από νευρικές διαταραχές, είναι αποτέλεσμα είτε ανεπαρκούς πρόσληψης, είτε μη απορρόφησης της βιταμίνης B₁₂ από το τοίχωμα του γαστρεντερικού σωλήνα. Η μη απορρόφηση οφείλεται σε ανωμαλία του γαστρικού βλεννογόνου, εξαιτίας της οποίας δεν παράγεται από αυτόν ένας παράγοντας, ο οποίος ονομάστηκε **ενδογενής παράγοντας (intrinsic factor, IF)**, ο οποίος είναι απαραίτητος για την απορρόφηση της βιταμίνης B₁₂. Η ανωμαλία αυτή του γαστρικού βλεννογόνου εμποδίζει να παρουσιαστεί ωφέλεια κατά τη χορήγηση από το στόμα βιταμίνης B₁₂, για να υποχωρήσουν τα συμπτώματα της κακοήθους αναιμίας. Η βιταμίνη B₁₂ αποθηκεύεται στο ήπαρ. Περνά στα νεογέννητα μέσα από τον πλακούντα. Όπως και στις άλλες B βιταμίνες, η κύρια οδός απέκκρισης είναι τα ούρα.

Στα **αγροτικά ζώα** τα συμπτώματα ανεπάρκειας γενικά εκδηλώνονται με ελάττωση του ρυθμού ανάπτυξης χωρίς να παρουσιάζεται αναιμία.

Στους **αναπτυσσόμενους νεοσσούς**, επιπλέον από την καθυστέρηση της ανάπτυξης, υπάρχει τάση πρόκλησης **πήρωσης** όπως και βλαβών στους νεφρούς. Η θνησιμότητα των νεοσσών κατά την ανεπάρκεια της βιταμίνης B₁₂ είναι υψηλή. Στις **όρνιθες αβγοπαραγωγής** συνεχίζεται η



παραγωγή αβγών, αλλά ελαττώνεται η εκκολαπτικότητά τους, πράγμα που δείχνει ότι γίνεται μεταβίβαση της βιταμίνης B₁₂ από το μητρικό σώμα στα αβγά για την κανονική ανάπτυξη του εμβρύου. Κατά την έλλειψη βιταμίνης B₁₂ οι νεοσσοί που

μόλις έχουν εκκολαφθεί παρουσιάζουν ανωμαλίες στα οστά, παρόμοιες με αυτές που εμφανίζονται στην πήρωση.

Οι **χοίροι** μαζί με την επιβράδυνση της ανάπτυξης, παρουσιάζουν ασυντόνιστο βάδισμα και ανωμαλίες στην αναπαραγωγή.

Η βιταμίνη B₁₂ είναι απαραίτητη για τις μεταβολικές αντιδράσεις των **μηρυκαστικών ζώων**, αλλά δεν απαιτείται η παρουσία της στην τροφή τους, διότι συνθέτεται με επάρκεια από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας τους, αρκεί να υπάρχει στο σιτηρέσιο αρκετό **κοβάλτιο**. Όπως θα αναφερθεί κατά την εξέταση του κοβαλτίου, ο κύριος, αν όχι ο αποκλειστικός, ρόλος του κοβαλτίου στη διατροφή των μηρυκαστικών ζώων οφείλεται στο γεγονός ότι αυτό αποτελεί συστατικό της βιταμίνης B₁₂. Η κοπριά των μηρυκαστικών περιέχει μεγάλα ποσά βιταμίνης B₁₂.

Ορισμένη ποσότητα βιταμίνης B₁₂ παράγεται με μικροβιακή σύνθεση στον εντερικό σωλήνα και άλλων ειδών ζώων, όπως στον άνθρωπο, στον επίμυ (αουραίο), στο χοίρο και τα ορνιθοειδή, αλλά η ποσότητα που προκύπτει από τη σύνθεση αυτή δεν είναι επαρκής, για να καλύψει τις ανάγκες τους. Η έκταση της μικροβιακής αυτής σύνθεσης επηρεάζει το μέγεθος των ποσοτήτων βιταμίνης B₁₂, που είναι αναγκαίες στο σιτηρέσιο των ορνιθοειδών και των χοίρων.

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Από την πλευρά της εφαρμοσμένης διατροφής σιτηρέσια που περιέχουν ιχθυάλευρο, εφοδιάζουν τα ζώα με ικανοποιητικά ποσά βιταμίνης B₁₂. Επίσης και τα υποπροϊόντα μικροβιακών ζυμώσεων των βιομηχανιών παραγωγής αντιβιοτικών δίνουν αφθονία βιταμίνης B₁₂, καθόσον ορισμένα είδη μικροοργανισμών τα οποία παράγουν αντιβιοτικά συνθέτουν και βιταμίνη B₁₂. Το ξηρό αποκορυφωμένο γάλα είναι επίσης καλή πηγή.

Το χόρτο μηδικής ακόμη και όταν είναι εξαιρετικής ποιότητας, περιέχει πολύ μικρά ποσά βιταμίνης B₁₂. Ωστόσο, οι χοίροι που διατηρούνται σε βοσκή μηδικής ή άλλου είδους βοσκή δεν παρουσιάζουν συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης B₁₂.

Οι ανάγκες των αγροτικών ζώων σε βιταμίνη B₁₂ δίνονται σε μικρογραμμάρια ανά χιλιόγραμμο τροφής στους Ειδικούς Πίνακες Διατροφής των Ζώων.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗΣ

Δεν είναι γνωστές τοξικές επιδράσεις της κοβαλαμίνης.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ C (VITAMIN C)

(Ασκορβικό οξύ, αντισκορβουτική βιταμίνη)

ΓΕΝΙΚΑ

Το σκουρβούτο περιγράφηκε από τους Αιγύπτιους γύρω στο 1550 π.Χ. σε παπύρους που ανακαλύφθηκαν στη Θήβα της Αιγύπτου.

Στην Παλαιά Διαθήκη, η οποία γράφτηκε κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης χρονικής περιόδου, περίπου από το 1100 έως 500 π.Χ., γίνεται αναφορά στο σκουρβούτο.

Ο Vasco de Gama, Πορτογάλος θαλασσοπόρος, έπλευσε γύρω από το Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδος γύρω στο 1500 μ.Χ. για να καθιερώσει ευρωπαϊκή αποικία στην ακτή της Ινδίας. Κατά τη διάρκεια αυτού του ταξιδιού 100 άτομα από το πλήρωμα των 160 ανδρών πέθαναν από σκουρβούτο.

Στον Καναδά, κατά τη διάρκεια του χειμώνα του έτους 1535, ο Jacques Cartier, εξερευνητής, κατέγραψε στο ημερολόγιό του ότι οι ζωές πολλών ανδρών του που πέθαιναν από σκουρβούτο σώθηκαν όταν έμαθαν από τους Ινδιάνους της περιοχής ότι ζωμός παρασκευασμένος από τις άκρες του πεύκου (pine trees) ή της ελάτης (spruce trees) θεραπεύει και προλάμβανε την ασθένεια. Σήμερα είναι γνωστό ότι το παρασκεύασμα αυτό περιέχει βιταμίνη C.

Ο Rousseus, Ολλανδός γιατρός, ήταν ο πρώτος που συνέστησε πορτοκάλια σαν αντισκορβουτικό για τους ναυτικούς το έτος 1564 μ.Χ.. Δυστυχώς, έπρεπε να περάσουν πάνω από 200 έτη για να γίνει υποχρεωτική αυτή η προσθήκη στη διατροφή των ναυτικών.

Ο Πλοίαρχος James Lancaster κατέγραψε το έτος 1601

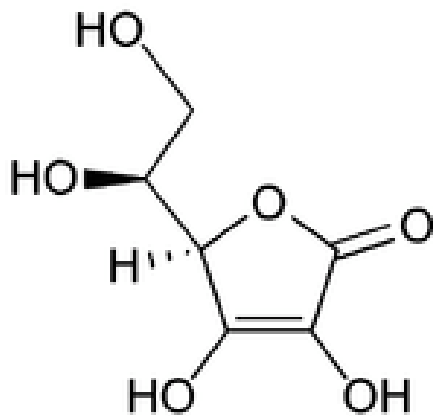


μ.Χ. ότι ο χυμός λεμονιού προστάτευε ενάντια στο σκορβούτο. Συνεπώς, μερικά από τα πλέοντα σκάφη απελευθερώθηκαν από αυτή τη μάστιγα.

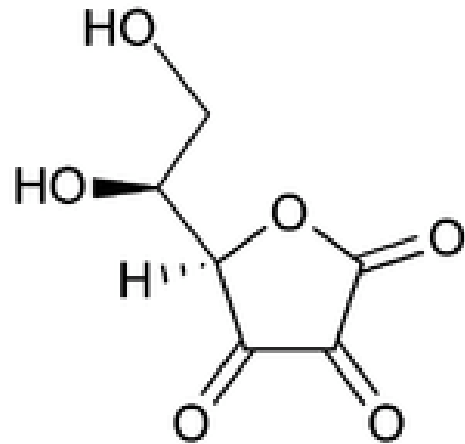
Ο James Lind, Βρετανός ιατρός, υπήρξε ο πρώτος ερευνητής, ο οποίος κατά τα έτη 1747 – 1753 δοκίμασε 6 θεραπείες σε 12 ναυτικούς που έπασχαν από σκορβούτο και διαπίστωσε ότι τα πορτοκάλια και τα λεμόνια ήταν θεραπευτικά.

ΔΟΜΗ

Η βιταμίνη C από χημική άποψη είναι γνωστή ως L-ασκορβικό οξύ και έχει τον ακόλουθο συντακτικό τύπο:



Ασκορβικό οξύ (αναχθείσα μορφή)



Δεϋδροασκορβικό οξύ (οξειδωθείσα μορφή)

Η βιταμίνη C απαντά με δύο μορφές, οι οποίες είναι και οι δύο βιολογικά ενεργές. Οι μορφές αυτές είναι το ασκορβικό οξύ (αναχθείσα μορφή) και το δεϋδροασκορβικό οξύ (οξειδωθείσα μορφή), οι οποίες οξειδώνονται και ανάγονται με ευχέρεια και αμφίδρομα, αποτελώντας ένα σημαντικό οξειδο-αναγωγικό σύστημα.

Αν το δεϋδρο-ασκορβικό οξύ οξειδωθεί παραπέρα σε δικετογουλονικό οξύ (μη αμφίδρομη αντίδραση) τότε χάνεται η βιολογική του ενέργεια, επειδή το δικετογουλονικό οξύ είναι βιολογικά αδρανές. Η μεταβολή αυτή γίνεται εύκολα, και επιταχύνεται από τη θερμότητα και το φως, και έτσι η βιταμίνη C είναι πολύ εύκολο να καταστραφεί με οξείδωση. Η βιταμίνη C είναι η πρώτη βιταμίνη που έχει παραχθεί

συνθετικά, είναι λευκή κρυσταλλική σκόνη με λίγο ξινή γεύση, διαλύεται εύκολα στο νερό και είναι περισσότερο ανθεκτική στη θερμότητα σε όξινο παρά σε αλκαλικό διάλυμα.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Το ασκορβικό οξύ, λόγω της αμφίδρομης οξειδο-αναγωγικής ικανότητάς του, ενεργεί ως φορέας υδρογόνου και ρυθμίζει την κυτταρική αναπνοή. Για παράδειγμα, το ασκορβικό οξύ με την οξειδωμένη μορφή του είναι ικανό να αναλάβει υδρογόνα από το γλουταθείο και να τα περάσει σε μοριακό οξυγόνο.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C

Ο ρόλος της βιταμίνης C στην αναπνοή των ιστών εξηγείται και από την αύξηση του χρόνου επιβίωσης των επίμυων (αρουραίων), που υποφέρουν από αιμορραγία ή στέρωση οξυγόνου, όταν τους χορηγηθεί βιταμίνη C. Όταν η βιταμίνη C είναι ανεπαρκής, τότε υπάρχει επιταχυνόμενος ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου.

Η βιταμίνη C συμμετέχει επίσης στο σχηματισμό των κολλοειδών μεσοκυττάρων ουσιών των χόνδρων, της οδοντίνης, των οστών, όπως και των μαλακών ιστών.

Επίσης, η περιεκτικότητα του φλοιού των επινεφριδίων σε βιταμίνη C, ελαττώνεται σε περιπτώσεις εγκαυμάτων, τοξικών καταστάσεων και κακουχιών (stress), πράγμα που δείχνει ότι η βιταμίνη C σχετίζεται με την παραγωγή και δράση των κορτικοειδών ορμονών του φλοιού των επινεφριδίων.

Εξέχουσα σημασία έχει και ο ρόλος της στο σχηματισμό της υδροξυπρολίνης, η οποία είναι συστατικό του κολλαγόνου, το οποίο χρειάζεται για την κανονική διατήρηση της μεσοκυττάριας ουσίας. Επίσης, το ασκορβικό οξύ είναι απαραίτητο για την οξείδωση της τυροσίνης, όπως και για τη μετατροπή του φυλλικού οξέος σε παράγοντα *Citronovum*.

Συνοπτικά, το ασκορβικό οξύ και η οξειδωμένη μορφή του, το δεϋδρο-ασκορβικό οξύ, διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στους διάφορους μηχανισμούς οξειδο-αναγωγών στα ζωντανά κύτταρα.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Η ανεπάρκεια βιταμίνης C απολήγει στα συμπτώματα του **σκορβούτου** : ούλα οιδηματώδη, αιμορραγούντα και ελκώδη, οδόντες χαλαροί που είναι δυνατόν να πέτουν, οστά ασθενικά και εύθραυστα. Επίσης εύθραυστα είναι και τα τριχοειδή αγγεία, γι' αυτό και προκύπτουν αιμορραγίες σε όλο το σώμα. Επίσης παρατηρείται δύσπνοια, μείωση του σωματικού βάρους και γενική εξασθένηση του οργανισμού. Τα κατάγματα των οστών και οι πληγές, δεν επουλώνονται τόσο καλά.



Κατά την ανεπάρκεια της βιταμίνης C διαταράσσεται η υδροξυλίωση των οργανικών ενώσεων. Οι αντιδράσεις αυτές θεωρούνται ότι αποτελούν σημαντικό τμήμα της ρύθμισης της αναπνοής, του σχηματισμού ορμονών και του ελέγχου της δομής του κολλαγόνου που γίνεται από τη βιταμίνη C.

Αν εξαιρέσουμε τον **άνθρωπο**, τον **πίθηκο** και το **ινδικό χοιρίδιο**, όλα τα υπόλοιπα είδη ζώων μπορούν να συνθέσουν ασκορβικό οξύ από το D-γλυκουρονικό οξύ ($\text{CHO}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$), το οποίο υπάρχει στους ιστούς τους. Επομένως στα **αγροτικά ζώα** δεν απαιτείται η παρουσία της βιταμίνης C στα σιτηρέσιά τους και συνεπώς **δεν παρατηρούνται σε αυτά συμπτώματα ανεπάρκειας**.



Το ασκορβικό οξύ **απορροφάται** με ευχέρεια από το λεπτό έντερο και μεταφέρεται μέσω του αίματος στους ιστούς. Αν τυχόν περισσεύει, τότε αποβάλλεται

μέσω των ούρων. Το ασκορβικό οξύ **αποθηκεύεται** σε πολύ περιορισμένη έκταση στο σώμα και η περιεκτικότητα του πλάσματος σε βιταμίνη C αποτελεί δείκτη της ποσότητας που προσλαμβάνεται. Ιδιαίτερα οι ιστοί που λειτουργούν με υψηλό μεταβολικό ρυθμό, όπως ο φλοιός των επινεφριδίων, περιέχουν μεγάλα ποσά βιταμίνης C.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΩΝ ΣΕ ΒΙΤΑΜΙΝΗ C

Η βιταμίνη C είναι πλατιά διαδεδομένη στο φυτικό και το ζωικό βασίλειο. Τα νωπά φρούτα και τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά είναι καλές πηγές. Ιδιαίτερα πλούσια σε ασκορβικό οξύ είναι τα εσπεριδοειδή (πορτοκάλια, μανταρίνια, λεμόνια, κίτρα), η ντομάτα, η πιπεριά και τα σπανάκια. Επίσης περιέχεται στους ενδοκρινείς αδένες και σε άλλα όργανα των ζώων. Το ανθρώπινο γάλα είναι αρκετά πλούσια πηγή βιταμίνης C. Χορήγηση βιταμίνης C στις αγελάδες δεν αυξάνει την περιεκτικότητα του γαλακτός τους σε βιταμίνη C, επειδή αυτή καταστρέφεται από τις μικροβιακές ζυμώσεις που γίνονται στη μεγάλη κοιλία τους.

Λόγω της εύκολης οξειδωσης του ασκορβικού οξέος από τον αέρα, το χόρτο που έχει αποξηρανθεί περιέχει πολύ μικρή ή και καθόλου ποσότητα βιταμίνης C. **Γενικά οι συντηρημένες τροφές δεν περιέχουν βιταμίνη C.**

Επειδή η βιταμίνη C είναι αντιοξειδωτική ουσία, γίνεται χρήση της ιδιότητάς της αυτής στην κονσερβοποιία ορισμένων φρούτων, για να προληφθούν οξειδωτικές αλλοιώσεις, οι οποίες συντελούν στην απόκτηση σκούρου χρώματος από τα φρούτα.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C

Έχουν αναφερθεί σχετικά δυσμενείς επιπτώσεις σε ανθρώπους οι οποίοι προσελάμβαναν ποσότητες άνω των 8gr ανά ημέρα βιταμίνης C (δηλαδή 100 φορές μεγαλύτερη ποσότητα από τη συνιστώμενη). Οι επιπτώσεις αυτές περιλαμβάνουν ναυτία, κοιλιακές κράμπες και διάρροια. Επιπλέον, παρατηρείται υπερβολική απορρόφηση σιδήρου και καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Ακόμα γίνεται αυξημένη κινητοποίηση των μεταλλικών στοιχείων από τα οστά με πράγμα το οποίο παρεμβαίνει στην αντιπηκτική θεραπεία. Προκαλείται σχηματισμός πέτρας στους

νεφρούς και στην ουροδόχο κύστη. Γίνεται αδρανοποίηση της βιταμίνης B₁₂ με αποτέλεσμα να αυξάνεται η χοληστερόλη του πλάσματος. Επίσης, δημιουργείται πιθανή εξάρτηση του οργανισμού από μεγάλες δόσεις της βιταμίνης C.

ΟΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ Β

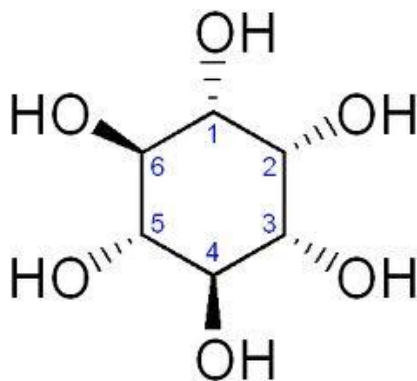
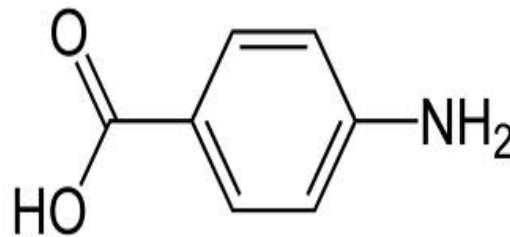
ΓΕΝΙΚΑ

Η **ινοσιτόλη** και το **παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ (Para amino benzoic acid, PABA)** είναι άλλες δύο βιταμίνες του συμπλέγματος Β, οι οποίες έχουν αναγνωρισθεί και απομονωθεί, αλλά δεν φαίνεται να έχουν πρακτική σημασία στη διατροφή των αγροτικών ζώων. Και οι δύο είναι πλατιά διαδεδομένες στις συνηθισμένες τροφές, ώστε δεν είναι γνωστά οποιαδήποτε συμπτώματα ανεπάρκειάς τους στα αγροτικά ζώα που διατρέφονται με τα συνηθισμένα. Φαίνεται ότι οι βιταμίνες αυτές συνθέτονται και από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΙΝΟΣΙΤΟΛΗΣ ΚΑΙ PABA

Ο εξα-φωσφορικός εστέρας της ινοσιτόλης είναι το **φυτικό οξύ**. Στα φυτά απαντά με την μορφή αδιάλυτων αλάτων του Ca και Mg, γνωστών με το όνομα **φυτίνη**. Η απελευθέρωση της ινοσιτόλης για να απορροφηθεί, απαιτεί ειδικό ένζυμο, τη **φυτάση**. Ανεπάρκεια

στους **μύες** (ποντίκια) προκαλεί πτώση των τριχών και αλωπεκία. Η ινοσιτόλη έχει λιποτρόπους ιδιότητες, περισσότερο όμως για την απομάκρυνση από το ήπαρ της χοληστερόλης, καθόσον κατά την ανεπάρκεια ινοσιτόλης στους **επίμυες** (αρουραίους), προκαλείται συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων χοληστερόλης στο ήπαρ.



Το παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ, που αναφέρεται με συντομία στη βιβλιογραφία ως PABA, έχει τον παρακάτω τύπο:

Το παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ αρχικά ανακαλύφθηκε ως απαραίτητο για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών,

αργότερα όμως διαπιστώθηκε ότι η προσθήκη π-αμινοβενζοϊκού οξέος σε υψηλού βαθμού συνθετικά σιτηρέσια, προάγει την ανάπτυξη των νεοσσών και την παραγωγή γάλακτος των επίμυων (αρουραίων).

Όπως προαναφέρθηκε, κατά την εξέταση του φυλλικού οξέος, το π-αμινοβενζοϊκό οξύ αποτελεί συστατικό του. Έτσι κατά τη χορήγηση σιτηρεσίου, που στερείται φυλλικού οξέος, το π-αμινοβενζοϊκό οξύ εφοδιάζει τα βακτήρια του πεπτικού σωλήνα με τον απαραίτητο οικοδομικό λίθο για τη σύνθεση του φυλλικού οξέος. Επειδή το π-αμινοβενζοϊκό οξύ συμβάλλει στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων του πεπτικού σωλήνα, μπορεί να προάγει και τη σύνθεση άλλων βιταμινών. Σε σχέση με αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι οι σουλφοναμίδες, λόγω του παρόμοιου συντακτικού τύπου τους προς το π-αμινοβενζοϊκό οξύ, το υποκαθιστούν στις μεταβολικές αντιδράσεις και έτσι αναστέλλεται ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών. Αντιστρόφως το παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ, έχει την ικανότητα να εξουδετερώνει τις βακτηριοστατικές αυτές επιδράσεις των σουλφοναμιδών.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΙΝΟΣΙΤΟΛΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑ-ΑΜΙΝΟΒΕΝΖΟΪΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

Δεν υπάρχει γνωστή τοξική επίδραση της ινοσιτόλης. Το παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ είναι γνωστό ότι είναι μη τοξικό για τα ζώα. Ωστόσο, η χορήγηση συνεχούς υψηλής δόσης μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα ναυτία και έμετο.

ΕΝΘΕΤΟ ΟΡΩΝ

Αιμοραγική ασθένεια εκ μελιλώτου	Ασθένεια που προκαλείται από τη χορήγηση σάπιου ξηρού χόρτου ή ενσιρώματος μελιλώτου στα ζώα. Η αιμορραγία οφείλεται στη δικουμαρόλη που σχηματίζεται στο μελίλωτο από την κουμαρίνη του φυτού που έχει υποστεί σήψη.
Ακρωδυνία	Χαρακτηριστική δερματίτιδα που προκαλείται από έλλειψη Β ₆ . Εκδηλώνεται με κοκκινίλα και απολέπιση του δέρματος στα πέλματα, την ουρά, τα αφτιά και τη μύτη.
Αλωπεκίαση	Χαρακτηρίζεται η τέλεια έλλειψη ή αραίωση των τριχών του σώματος που οφείλεται σε πτώση αυτών και σπάνια λόγω αγενεσίας τους.
Αποφρακτικός ίκτερος	Σε απόφραξη των χοληφόρων οδών λιγότερη ποσότητα χολερυθρίνης περνά από το ήπαρ στο έντερο για τον σχηματισμό του ουροχολινογόνου. Η μικρότερη ποσότητα ουροχολινογόνου δεν φτάνει για επαναρρόφηση και έτσι τα επίπεδα του ουροχολινογόνου στα ούρα είναι εξαιρετικά μικρά. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι υπεύθυνοι για τα σκουρόχρωμα ούρα και τα χλωμά κόπρανα που παρατηρούνται στην απόφραξη των χοληφόρων οδών.
Βιταμίνη	Οργανική ένωση που είναι απαραίτητη η παρουσία της στη τροφή ενός ή περισσότερων ζώων, οι ιστοί των οποίων δεν μπορούν με μεταβολικές επεξεργασίες να τη συνθέσουν, σε πολύ μικρές όμως ποσότητες, που θεωρούνται ασήμαντες ως άμεση πηγή παροχής ενέργειας ή οικοδομικών λίθων για τον οργανισμό και η οποία είναι απαραίτητη για την επιτέλεση των ζωτικών λειτουργιών του.
Διάρροια	Διάρροια καλείται η ανώμαλη συχνότητα απαλλαγής και η ρευστότητα των κοπράνων.
Δικουμαρόλη	Η δικουμαρόλη σχηματίζεται στο μελίλωτο από την κουμαρίνη του φυτού που έχει υποστεί σήψη. Ελαττώνει την περιεκτικότητα του αίματος σε προθρομβίνη, με αποτέλεσμα να προκληθεί αιμορραγία. Η δικουμαρόλη χρησιμοποιείται στη Ιατρική, σε ορισμένες περιπτώσεις, ως αντιθρομβωτική ουσία.
Εξιδρωματική διάθεση των νεοσσών	Αιμοραγική ασθένεια που προκαλείται από ανεπάρκεια βιταμίνης Ε στα πτηνά.
Θρόμβος	Είναι το τελικό προϊόν της πήξης του αίματος.

Κολλαγόνο	Είναι η πιο άφθονη πρωτεΐνη των θηλαστικών και αποτελεί το ένα τέταρτο της συνολικής πρωτεΐνης του οργανισμού. Το κολλαγόνο είναι το βασικό ινώδες συστατικό του δέρματος των οστών, των τενόντων του χόνδρου, των αγγείων και των οδόντων. Υπάρχει σε όλα σχεδόν τα όργανα και χρησιμεύει για να συγκρατεί μαζί τα κύτταρα σε ευδιάκριτες λειτουργικές κυτταρικές ομάδες.
Λευκοπενία	Είναι η μείωση του αριθμού των λευκών αιμοσφαιρίων στο πλάσμα του αίματος.
Μυϊκή δυστροφία	Κατά την πάθηση αυτή οι αμνοί αρχικά παρουσιάζουν δυσκαμψία των άκρων, κλονιζόμενο (ασταθή) βηματισμό για μερικές μέρες και στη συνέχεια, αν και είναι δυνατόν σε μερικούς αμνούς να παρουσιαστεί βελτίωση και ανάρρωση, σε πολλά από αυτά η κατάσταση χειροτερεύει καταλήγοντας σε παράλυση των άκρων και τελικά σε θάνατο. Επίσης μεγαλώνει η έκκριση κρεατίνης. Η νεκροψία δείχνει ότι ορισμένοι από τους σκελετικούς μύες παθαίνουν εκφυλιστικές αλλοιώσεις και γίνονται υπόλευκοι. Μερικές φορές εκφυλιστικές αλλοιώσεις παθαίνουν και οι καρδιακοί μύς, οπότε μπορεί να επέλθει αιφνίδιος θάνατος. Η ασθένεια κυρίως προσβάλλει τους ίδιους μύς στις δύο πλευρές του σώματος
Νέκρωση του ήπατος των επίμυων	Οξεία αιμορραγική πάθηση του ήπατος.
Νόσος beri-beri	Διακρίνεται σε δύο μορφές: την υγρή ατροφική που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη οίδημάτων, και την ξηρή ατροφική, που χαρακτηρίζεται από υπερβολική απίσχναση. Και στις δύο μορφές παρουσιάζονται καρδιακές ανωμαλίες, σπασμωδική δυσκαμψία των άκρων και νευραλγικοί πόνοι. Στον άνθρωπο οφείλεται στην ανεπάρκεια Βιταμίνης Β ₁ .
Νυκταλωπία	Αποτελεί κατάσταση των ματιών κατά την οποία η όραση είναι κανονική κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά είναι υπερβολικά ανεπαρκής ή εντελώς ελλειπτική κατά τη διάρκεια της νύχτας ή το αμυδρό φως (εσπερινό ημίφως). Οφείλεται στην έλλειψη Βιταμίνης Α.
Ξηροφθαλμία	Αποτελεί προχωρημένο στάδιο ανεπάρκειας βιταμίνης Α και παρατηρείται ιδιαίτερα στα παιδιά και στα ποντίκια. Αυτή χαρακτηρίζεται από ξηρότητα του κερατοειδούς και του επιπεφυκότος, επίσης από θολούρα του κερατοειδούς και από σχηματισμό ελκών και τελικά μπορεί να καταλήξει σε πλήρη τύφλωση.
Οίδημα	Οίδημα καλείται το πρήξιμο σε ορισμένο σημείο των ιστών του σώματος λόγω παθολογικής συγκέντρωσης υγρού σε αυτό.

Οξειδωτική φωσφορυλίωση	Πρόκειται για συγκεκριμένη βιοχημική διαδικασία, (χημική αντίδραση), των αερόβιων οργανισμών που γίνεται στο σύστημα μεταφοράς ηλεκτρονίων, (ETS), κατά την αεροβική αναπνοή, όπου και σχηματίζονται (συντίθενται) μόρια ATP, (αδενοσινοτριφωσφορικό οξύ), από ADP (αδενοσινοδιφωσφορικό οξύ) και ανόργανα φωσφορικά όπως ορθοφωσφορικό οξύ, χάρη της ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την οξείδωση των τροφών. Η διαδικασία αυτή αποτελεί το κυριότερο μέσον (τρόπο) όπου οι αερόβιοι οργανισμοί λαμβάνουν την ενέργειά τους από τις τροφές.
Οξειδωτικός κύκλος του Krebs	Ο κύκλος του κιτρικού οξέος ονομάζεται και κύκλος του Krebs, μετά τον Hans Krebs, ο οποίος πρότεινε για πρώτη φορά τον κυκλικό χαρακτήρα του. Οι αντιδράσεις του κύκλου του Krebs λαμβάνουν χώρα στη μήτρα των μιτοχονδρίων. Μερικά από τα τελευταία βήματα του ενδιάμεσου μεταβολισμού λαμβάνουν χώρα εκεί επίσης.
Οστεομαλακία	Ασθένεια κατά την οποία μαλακώνουν τα οστά γιατί υπάρχει κινητοποίηση ασβεστίου και φωσφόρου από τα οστά που ήδη έχουν σχηματιστεί και γίνεται επαναπορρόφηση αυτών στο αίμα, για να καλυφθούν ανάγκες του οργανισμού, σε ποσότητες μεγαλύτερες από αυτές που αφομοιώνονται από την πρόσληψη τροφής.
Παράλυση του Chastek	Ασθένεια η οποία παρουσιάζεται κατά την κατανάλωση ορισμένων ειδών ωμών ψαριών, μέσα στα οποία βρέθηκε το ένζυμο θειαμινάση, που διασπά τη θειαμίνη σε δύο τμήματα και την κάνει να είναι αδρανής. Οφείλεται σε ανεπάρκεια θειαμίνης.
Πελλάγρα	Ασθένεια που χαρακτηρίζεται από φλογισμένη κόκκινη γλώσσα, έλκη στο στόμα, δερματίτιδα, απώλεια όρεξης, διάρροια και διανοητικές διαταραχές
Πήρωση	Νόσος των νεαρών πτηνών που προκαλείται από διατροφική ανεπάρκεια βιταμινών και ανόργανων αλάτων και χαρακτηρίζονται από παραμόρφωση των οστών του ποδιού.
Πολυνευρίτιδα	Σπασμοί και παράλυση, στο οξύ στάδιο της οποίας το κεφάλι του ορνιθίου μπορεί να γυρίσει προς τα πίσω λόγω έλλειψης Βιταμίνης Β ₁
Προβιταμίνη	Προβιταμίνη είναι το υλικό με το οποίο ένα ζώο μπορεί να παράγει τη βιταμίνη. Για παράδειγμα η καροτίνη (προβιταμίνη Α) στα φυτά, μετατρέπεται σε βιταμίνη Α στο σώμα του ζώου.
Ραχίτιδα	Πάθηση της σπονδυλικής στήλης η οποία οφείλεται και σε έλλειψη σημαντικών διατροφικών παραγόντων.

Σελήνιο	Ένα στοιχείο που λειτουργεί ως τμήμα της γλουταθειόνης υπεροξειδάσης, ένα ένζυμο που επιτρέπει το τριπεπτίδιο γλουταθειόνη να εκπληρώσει το ρόλο του ως βιολογικό αντιοξειδωτικό στο σώμα. Αυτό εξηγεί γιατί ελλείψεις σεληνίου και βιταμίνης E οδηγούν σε παρόμοια σημάδια όπως απώλεια της όρεξης και μείωση της ανάπτυξης.
Σκορβούτο	Πάθηση κατά την οποία παρατηρούνται ούλα οιδηματώδη, αιμορραγούντα και ελκώδη, οδόντες χαλαροί που είναι δυνατόν να πέτουν, οστά ασθενικά και εύθραυστα. Επίσης εύθραυστα είναι και τα τριχοειδή αγγεία, γι' αυτό και προκύπτουν αιμορραγίες σε όλο το σώμα. Επίσης παρατηρείται δύσπνοια, μείωση του σωματικού βάρους και γενική εξασθένηση του οργανισμού. Τα κατάγματα των οστών και οι πληγές, δεν επουλώνονται τόσο καλά. Οφείλεται στην ανεπάρκεια βιταμίνης C.
Τροφική εγκεφαλομαλάκυνση	Ονομάζεται επίσης στις Η.Π.Α «ασθένεια τρελού νεοσσού» (Crazy chick disease), η οποία χαρακτηρίζεται από αταξικούς βηματισμούς, σπασμούς των άκρων, έλλειψη ισορροπίας, κατάκλιση, λήθαργο και εγκεφαλικές αλλοιώσεις, οι οποίες καταλήγουν σε νέκρωση του εγκεφάλου και θάνατο. Μπορεί να προληφθεί με χορήγηση Βιταμίνης E.
Υπεριώδεις ακτίνες	Υπεριώδης ακτινοβολία ονομάζεται η περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380 και 60 νανομέτρων. Κύρια πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος. Οι υπεριώδεις ακτίνες καθιστούν δυνατή τη σύνθεση της βιταμίνης D κάτω από το δέρμα.
Φωσφορυλίωση	Χαρακτηρίζεται η διαδικασία (χημική αντίδραση) κατά την οποία μία ή περισσότερες φωσφορικές ομάδες (φωσφορυλομάδα) PO_3^{-2} προστίθενται σ' ένα μόριο.
Χείλωση	Χείλη πρησμένα έντονα κόκκινα, με σκισίματα, ιδίως στις γωνίες του στόματος λόγω έλλειψης Βιταμίνης B ₂

ΟΙ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΖΩΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Υπάρχουν περίπου 16 βιταμίνες, η ύπαρξή των οποίων έχει γενικά αναγνωριστεί. Έχουν προταθεί όμως και μερικές άλλες, με βάση τα αποτελέσματα διαφόρων πειραμάτων, οι οποίες δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί, αν και είναι πολύ πιθανόν η μελλοντική έρευνα να αυξήσει τον υπάρχοντα κατάλογο των βιταμινών.

Η ταξινόμηση που έγινε κατά τις πρώτες μελέτες των βιταμινών σε δυο μεγάλες ομάδες, τις λιποδιαλυτές και τις υδατοδιαλυτές, με κριτήριο τη διαλυτότητά τους σε λιπαρές ουσίες και τα διαλυτικά υγρά των λιπών ή στο νερό, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα.

Έτσι στις λιποδιαλυτές περιλαμβάνονται οι βιταμίνες A, D, E και K, οι οποίες βρίσκονται σε συνδυασμό με το λίπος των τροφών και μπορούν να εκχυλιστούν από αυτές με τη βοήθεια των ουσιών οι οποίες διαλύουν τα λίπη. Στις υδατοδιαλυτές περιλαμβάνονται οι βιταμίνες του συμπλέγματος B και η βιταμίνη C ή ασκορβικό οξύ που μπορούν να εκχυλιστούν από τις τροφές με βοήθεια του νερού.

ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α (αντιξηροφθαλμική, βιταμίνη αύξησης)

Στη διατροφή των αγροτικών ζώων αλλά και στη διατροφή των ανθρώπων, η βιταμίνη A κατατάσσεται πρώτη μεταξύ των βιταμινών ως προς τη σπουδαιότητά της. Η βιταμίνη A είναι απαραίτητη ακόμη και για την απλή συντήρηση των αναπτυγμένων ζώων.

Η βιταμίνη A, γνωστή χημικώς ως ρετινόλη, δεν απαντά στις φυτικές τροφές ως τέτοια, αλλά με την πρόδρομη μορφή των καροτινών, οι οποίες είναι γνωστές ως

προβιταμίνες A. Η μετατροπή της καροτίνης σε βιταμίνη A συντελείται στο τοίχωμα του λεπτού εντέρου όπως και στο ήπαρ.

Η βιταμίνη A αρχικά αναγνωρίστηκε και μελετήθηκε ως παράγοντας που:

- 👉 προάγει την ανάπτυξη,
- 👉 παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση του επιθηλίου των βλεννογόνων μεμβρανών του σώματος και έτσι αποφεύγεται η κερατινοποίησή τους,
- 👉 διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη λειτουργία της όρασης.

Η ανεπάρκεια βιταμίνης A αναστέλλει την ανάπτυξη και μειώνει το σωματικό βάρος. Με παρόμοιο τρόπο η βιταμίνη A συνδέεται με την κανονική ανάπτυξη των οστών. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των οστών, η ανεπάρκεια βιταμίνης A προκαλεί μεταβολές στο σχήμα τους.

Επίσης σε περιπτώσεις ανεπάρκειας της βιταμίνης A οι βλεννογόνες μεμβράνες κερατινοποιούνται και αποξηραίνονται και στην κατάσταση αυτή είναι πολύ ευπαθείς σε μολύνσεις. Κυρίως όμως, όπως είναι φανερό, λόγω της δυσλειτουργίας τους εκδηλώνονται διάφορες διαταραχές και ανωμαλίες.

Μερικές από τις διαταραχές που παρουσιάζονται λόγω της κακής λειτουργίας των επιθηλίων που έχουν αλλοιωθεί είναι οι παρακάτω :

- ❖ Κερατινοποίηση των επιθηλίων του πεπτικού συστήματος
- ❖ Κερατινοποίηση των επιθηλίων στο αναπαραγωγικό σύστημα που προκαλεί αναπαραγωγικές ανωμαλίες και στα δύο φύλα
- ❖ Ξηροφθαλμία
- ❖ Ευνοείται ο σχηματισμός λίθων στα νεφρά και την ουροδόχο κύστη

Ακόμα ένα από τα βασικά συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης A στον άνθρωπο και τα ζώα είναι η νυκταλωπία.

Τα ζώα που βόσκουν γενικά προσλαμβάνουν από τη βοσκή του χόρτου μεγαλύτερες ποσότητες από τις αναγκαίες προβιταμίνες και κανονικά συγκεντρώνουν εφεδρείες κυρίως στο ήπαρ. Πλούσιες πηγές σε βιταμίνη A είναι το ηπατέλαιο

διαφόρων ψαριών και ιδίως του βακαλάου. Αναφορικά με τις προβιταμίνες A, γενικά οι πράσινες τροφές είναι εξαιρετικές πηγές β-καροτίνης. Ο βαθμός του πράσινου χρώματος στα ξερά χόρτα είναι συνήθως ένδειξη ότι περιέχουν β-καροτίνη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ειδών ακόμη και μεταξύ των φυλών ως προς την ικανότητα μετατροπής στον οργανισμό των προβιταμινών A σε βιταμίνη A.

Τα τοξικά συμπτώματα λόγω υπερβολικής λήψης βιταμίνης A χαρακτηρίζονται από απώλεια της όρεξης, φτωχή όραση, υπέρμετρη ευαισθησία, πτώση του τριχώματος, ξηρότητα και ξεφλούδισμα του δέρματος (με κνησμό), οίδημα κατά μήκος των μακρών οστών, διάρροια, ναυτία, διεύρυνση του ήπατος και του σπλήνα και θάνατο.

BITAMINΗ D (αντιρραχίτική)

Λίγα χρόνια μετά την ανακάλυψη της βιταμίνης A έγινε φανερό ότι και η ραχίτιδα συνδέεται με τροφική ανεπάρκεια.

Με τον όρο βιταμίνη D είναι γνωστά περίπου 10 διαφορετικά παράγωγα στερολών, το καθένα από τα οποία είναι σε θέση να επιτελέσει τον φυσιολογικό ρόλο βιταμίνης D. Δηλαδή, την προαγωγή της ανάπτυξης των οστών και του σώματος γενικά καθώς και την πρόληψη της ραχίτιδας στα νεαρά ζώα.

Ο ακριβής βιοχημικός μηχανισμός δράσης της βιταμίνης D δεν είναι γνωστός. Αναμφίβολα όμως η βιταμίνη D παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό του ασβεστίου και του φωσφόρου.

Οι φυσιολογικές δράσεις της βιταμίνης D έχουν σχέση με την ενεργοποίηση των ενζύμων φωσφορυλάσης και φωσφατάσης, τα οποία βρίσκονται στα οστά, το αίμα και άλλους ιστούς.

Στα αναπτυσσόμενα ζώα έλλειψη βιταμίνης D προκαλεί ραχίτιδα, η οποία είναι ασθένεια των οστών και στα οποία διαταράσσεται η εναπόθεση ασβεστίου και φωσφόρου. Ο ρόλος της βιταμίνης D στα αναπτυγμένα ζώα φαίνεται να είναι

μικρότερης σημασίας, εκτός βέβαια από τις περιόδους αναπαραγωγής και γαλακτοπαραγωγής. Επίσης οι ανάγκες σε βιταμίνες D εξαρτώνται και από το είδος των αγροτικών ζώων.

Οι ανάγκες των ζώων σε βιταμίνες D είναι μεγαλύτερες α) όταν η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε Ca ή P είναι μικρότερη της κανονικής και β) όταν η ποσοτική σχέση μεταξύ των ανόργανων αυτών ουσιών απέχει από την κανονική τιμή. Καμία όμως ποσότητα βιταμίνης D δεν μπορεί να αντισταθμίσει σοβαρή ανεπάρκεια καθεμιάς από τις ανόργανες αυτές ουσίες.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η στενή σχέση της φύσης της βιταμίνης D με το ηλιακό φως. Όταν αποδείχθηκε ότι τόσο οι υπεριώδεις ακτίνες όσο και ένας αντιραχιτικός παράγοντας που βρισκόταν στο μουρουνέλαιο είχαν την ίδια ενέργεια στην θεραπεία της ραχίτιδας, προέκυψε το φυσικό ερώτημα, πώς δύο τόσο άσχετοι μεταξύ τους παράγοντες, μπορούν να προκαλέσουν τα ίδια ειδικά αποτελέσματα.

Το ηλιακό φως είναι αποτελεσματική πηγή βιταμίνης D για τα ζώα, επειδή οι υπεριώδεις ακτίνες του μετατρέπουν τις προβιταμίνες D, που βρίσκονται στο δέρμα και τις εκκρίσεις του, σε βιταμίνη D, η οποία στη συνέχεια απορροφάται από το δέρμα.

Ζώα τα οποία διατηρούνται κατά το καλοκαίρι στη βοσκή ουδέποτε υποφέρουν από έλλειψη βιταμίνης D, καθόσον αποκτούν άφθονη βιταμίνη D μέσω της επίδρασης του ηλιακού φωτός πάνω στο σώμα τους.

Όταν η ακτινοβολία συνεχίζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε η βιταμίνη D από μόνη της, μπορεί να μεταβληθεί σε ενώσεις, οι οποίες μπορούν να αποβούν τοξικές.

Οι βιταμίνες D έχουν περιορισμένη διάδοση στις φυσικές τροφές. Πρακτικά δεν βρίσκονται στις τροφές φυτικής προέλευσης, εκτός από τις χονδροειδείς τροφές που αποξηράνθηκαν στον ήλιο. Το ξηρό χόρτο και οι άλλες χονδροειδείς τροφές που αποξηράνθηκαν στον ήλιο, αποτελούν την κύρια πηγή βιταμίνης D για τα αγροτικά ζώα. Πλούσιες πηγές σε βιταμίνη D₃ είναι το μουρουνέλαιο και τα ηπατέλαια

ορισμένων άλλων ψαριών, καθώς και ιχθυέλαια από ολόκληρο το σώμα ορισμένων ψαριών. Γενικά, η συμπλήρωση με βιταμίνη D των σιτηρεσιών των αγροτικών ζώων γίνεται με τη μορφή των ηπατέλαιων των ψαριών (μυρουνέλαιο) ή συνθετικής βιταμίνης D.

Στα αγροτικά ζώα δεν έχουν αναφερθεί ως τώρα περιπτώσεις υπερβιταμίνωσης D. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και μεγάλες ποσότητες βιταμίνης D δεν προκαλούν παρενέργειες στα ζώα.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ E (τοκοφερόλη, αντιστρωτική, αναπαραγωγική, αντιοξειδωτική)

Η βιταμίνη E ανακαλύφθηκε μετά από πειράματα με επίμυες (αρουραίους, rats). Το 1936 απομονώθηκε από τα έμβρυα καρπών σιταριού μία αλκοόλη, που είχε δραστηριότητα βιταμίνης E, για την οποία προτάθηκε το όνομα α-τοκοφερόλη.

Αν και η ακριβής φυσιολογική δράση της βιταμίνης E δεν είναι πλήρως γνωστή, φαίνεται ότι αυτή έχει σχέση με πολλά ενζυμικά συστήματα και μπορεί να λάβει μέρος στις ακόλουθες λειτουργίες:

- ❖ Ενεργεί ως βιολογική αντιοξειδωτική ουσία τόσο στις τροφές όσο και στους ιστούς του σώματος.
- ❖ Σχετίζεται με την κανονική αναπνοή των ιστών.
- ❖ Περιλαμβάνεται στη σύνθεση της βιταμίνης C και του συνενζύμου Q.
- ❖ Ενεργοποιεί πιθανόν την κυττοχρωμοεδοκτάση όταν βρίσκεται με τη μορφή της α-τοκοφερόλης.
- ❖ Έχει σχέση με τις κανονικές αντιδράσεις φωσφορυλίωσης όπως και το μεταβολισμό των νουκλεϊκών οξέων.

Στους αμνούς η ανεπάρκεια της βιταμίνης E συνδέεται με μια πάθηση η οποία είναι γνωστή ως μυϊκή δυστροφία (muscular dystrophy). Ανάλογα συμπτώματα μυϊκής δυστροφίας απαντούν, κατά την ανεπάρκεια βιταμίνης E και στους μόσχους, στα οποία η πάθηση αναφέρεται ως ασθένεια λευκού μυός (white muscle disease).

Έλλειψη βιταμίνης E στα κοτόπουλα προκαλεί εγκεφαλομαλακία (encephalomalakia) ή ασθένεια του τρελού νεοσσού (Crazy chick disease).

Η βιταμίνη E είναι πλατιά διαδεδομένη στις ζωοτροφές. Η μεγάλη διάδοση της βιταμίνης E στις τροφές, όπως και οι ενδείξεις που υπάρχουν από τις πειραματικές εργασίες δείχνουν ότι τα συνήθη σιτηρέσια παρέχουν σχεδόν πάντα αρκετές ποσότητες βιταμίνης E για να καλύψουν τις ανάγκες των αγροτικών ζώων.

Η βιταμίνη E είναι σχετικά μη τοξική και οι επιπλέον προσλήψεις της αποβάλλονται με τα κόπρανα.

BITAMINΗ K (αντιαιμορραγική, πηκτικός παράγοντας)

Η βιταμίνη K ανακαλύφθηκε από ομάδα Δανών επιστημόνων το 1935, οι οποίοι την ονόμασαν K από το αρχικό γράμμα της λέξης *Koagulation* που στα Δανικά σημαίνει θρόμβωση.

Η βιταμίνη K που απαντά στις φυσικές τροφές είναι λιποδιαλυτή, αλλά μερικές από τις συνθετικές ενώσεις είναι υδατοδιαλυτές. Οι βιταμίνες K είναι σχετικά σταθερές στις συνηθισμένες θερμοκρασίες, άλλα καταστρέφονται γρήγορα, όταν εκτίθενται στο ηλιακό φως.

Η φυσιολογική δράση της βιταμίνης K συνδέεται με τη διατήρηση της κανονικής πηκτικής ικανότητας του αίματος και σχετίζεται με τη σύνθεση στο ήπαρ της προθρομβίνης, η οποία είναι πρόδρομη ουσία της θρομβίνης. Κατά την ανεπάρκεια της βιταμίνης K η περιεκτικότητα του αίματος σε προθρομβίνη ελαττώνεται και κατά συνέπεια παρατείνεται ο χρόνος πήξης του. Η βιταμίνη K έχει ενδιαφέρουσα σχέση με την αιμορραγική ασθένεια εκ μελιλώτου.

Συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης K δεν έχουν αναφερθεί για τα μηρυκαστικά ή τους χοίρους, οι ανάγκες των οποίων καλύπτονται από τη βακτηριακή σύνθεση στον πεπτικό σωλήνα. Άρα δεν υπάρχει ανάγκη να δώσουμε ιδιαίτερη σημασία στην περιεκτικότητα σε βιταμίνη K των σιτηρεσίων των αγροτικών ζώων εκτός από την περίπτωση των ορνιθοειδών.

ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

⇒ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ Β

Την πρώτη περίοδο των ερευνών για τις βιταμίνες ήταν αναγνωρισμένη μόνο μία βιταμίνη Β, αλλά με το πέρασμα του χρόνου, η έρευνα απέδειξε ότι πράγματι υπάρχει μια σειρά ιδιαίτερων βιταμινών Β, οι οποίες επιτελούν διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες.

Οι περισσότερες από αυτές αποτελούν συστατικό ενζύμων, ενώ οι βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες περιλαμβάνονται, αφορούν την μεταφορά ενέργειας.

Η μικροβιακή σύνθεση των βιταμινών της ομάδας Β στον πεπτικό σωλήνα, μπορεί να καλύψει ένα μέρος των αναγκών των ζώων που έχουν απλό στομάχι. Καλύπτει όμως, το σύνολο των αναγκών των μηρυκαστικών ζώων εκτός των πολύ νεαρών τα οποία δεν έχουν αναπτύξει πλήρως την φυσιολογική λειτουργία της μεγάλης κοιλίας τους.

Συνεπώς, ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται μόνο κατά τη σύνθεση των τροφών των χοίρων και των ορνιθοειδών στα οποία μπορεί να εμφανιστούν συμπτώματα έλλειψης βιταμινών της ομάδας Β κατά την εφαρμοσμένη διατροφή.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β₁ (θειαμίνη, ανευρίνη)

Η βιταμίνη Β₁ συνδέεται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων στην οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέως. Η αντίδραση αυτή είναι ουσιώδης για την παραγωγή ενέργειας για τις λειτουργικές ανάγκες του σώματος.

Κατά την ανεπάρκεια βιταμίνης Β₁ η σχετική αντίδραση δεν συντελείται, και τα ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού των υδατανθράκων, πυροσταφυλικό οξύ και γαλακτικό οξύ, συσσωρεύονται στο αίμα και τους ιστούς και ιδίως στο νευρικό σύστημα, με αποτέλεσμα την πρόκληση των αντίστοιχων συμπτωμάτων από την ανεπάρκεια της βιταμίνης Β₁.

Η βιταμίνη B₁ διαλύεται εύκολα στο νερό, όπως και σε διάλυμα αλκοόλης 70%, αλλά είναι αδιάλυτη στους οργανικούς διαλύτες. Είναι ευαίσθητη στη θερμότητα και ιδίως στην επίδραση της θερμότητας παρουσία νερού, καθόσον η υγρασία επιταχύνει την καταστροφή της. Η θειαμίνη απορροφάται τόσο από το λεπτό, όσο και από το παχύ έντερο

Στα περισσότερα είδη ζώων τα πρώτα συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης B₁ είναι : ανορεξία, ελαττωμένος ρυθμός ανάπτυξης, διαταραχές του γαστρεντερικού συστήματος, μυϊκή αδυναμία και προοδευτική δυσλειτουργία του νευρικού συστήματος.

Στον άνθρωπο η ανεπάρκεια βιταμίνης B₁ προκαλεί τη νόσο beri-beri, που διακρίνεται σε δύο μορφές: την υγρή ατροφική, που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη οίδημάτων, και την ξηρή ατροφική, που χαρακτηρίζεται από υπερβολική απίσχναση. Και στις δύο μορφές παρουσιάζονται καρδιακές ανωμαλίες, σπασμωδική δυσκαμψία των άκρων και νευραλγικοί πόνοι

Επίσης υπάρχουν ορισμένες ουσίες, οι οποίες εμφανίζουν χημική δομή παρόμοια με αυτή της θειαμίνης παρεμποδίζουν τη δράση της. Οι ουσίες ονομάζονται αντιβιταμίνες ή γενικότερα αντιμεταβολίτες.

Η θειαμίνη είναι πλατιά διαδεδομένη στις τροφές, κυρίως όμως απαντά στα εξωτερικά στρώματα και τα έμβρυα των καρπών σιτηρών, και κατά συνέπεια τα υποπροϊόντα της αλευροβιομηχανίας είναι πλούσιες πηγές. Η βιταμίνη B₁ παρασκευάζεται συνθετικά και απαντά στο εμπόριο, ως υδροχλωρική θειαμίνη, κυρίως για ανθρώπινη χρήση.

Τα μηρυκαστικά ζώα δεν εξαρτώνται, από τις τροφές για τον εφοδιασμό τους σε βιταμίνη B₁, καθόσον αυτή συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₂ (ριβοφλαβίνη, λακτοφλαβίνη, βιταμίνη G)

Η φυσιολογική δράση της ριβοφλαβίνης, η οποία αποτελεί συστατικό των ενζυμικών συστημάτων, σχετίζεται με τους μηχανισμούς οξειδο-αναγωγών κατά το μεταβολισμό των υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών.

Σε όλα τα είδη των ζώων, κοινά συμπτώματα ανεπάρκειας ριβοφλαβίνης είναι καθυστέρηση του ρυθμού ανάπτυξης και ελάττωση της παραγωγικής αξιοποίησης της τροφής.

Η ριβοφλαβίνη είναι πλατιά διαδεδομένη στις τροφές. Πλούσιες πηγές είναι οι ζύμες, το συκώτι, το γάλα και τα υποπροϊόντα του (ιδίως το ξηρό τυρόγαλα), όπως και τα πράσινα φυλλώδη χλωρά και ξηρά χόρτα.

Από την πλευρά της Εφαρμοσμένης Διατροφής, η ριβοφλαβίνη έχει μεγαλύτερη πρακτική σημασία για τα ορνιθοειδή, που έχουν μεγαλύτερες ανάγκες και παρά για τους χοίρους. Στα μηρυκαστικά, η ριβοφλαβίνη συνθέτεται σε επαρκείς ποσότητες από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, αν και τα ζώα αυτά εφοδιάζονται με αρκετή ποσότητα και από τα συνηθισμένα σιτηρέσια που περιέχουν χόρτο.

ΝΙΚΟΤΙΝΙΚΟ ΟΞΥ (νιασίνη, νικοτιναμίδιο, νιασιναμίδιο, αντιπελλαργικός παράγοντας, βιταμίνη PP)

Κατά το 1937 ο Elvehjem με τους συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο Wisconsin Η.Π.Α., έκαναν τη δραματική ανακάλυψη ότι το νικοτινικό οξύ μπορούσε να θεραπεύσει τη μαύρη γλώσσα στο σκύλο, ασθένεια που παρουσιάζει ομοιότητα με την πελλάγρα στον άνθρωπο. Λίγο αργότερα ανακαλύφθηκε ότι το νικοτινικό οξύ μπορεί να θεραπεύσει και την πελλάγρα γι' αυτό και ονομάστηκε αντιπελλαργικός παράγοντας ή PP (Pellagra Preventive).

Έτσι το νικοτιναμίδιο και η ριβοφλαβίνη συνδέονται στενά μεταξύ τους στη μεταφορά της ενέργειας, με το συνδυασμό τους με συνένζυμα που εξαρτάται το ένα από το άλλο, τα οποία δρουν ως δέκτες και δότες υδρογόνου, δηλαδή με τα συνένζυμα DPN, TPN, FMP και FAD, και τα οποία είναι απαραίτητα για τις ποικίλες

αντιδράσεις, που συνδέονται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών.

Η βιταμίνη αυτή είναι πολύ διαδεδομένη στις τροφές και συνεπώς δεν είναι πιθανή ανεπάρκειά της στα συνηθισμένα σιτηρέσια που χορηγούνται στα αγροτικά ζώα. Βέβαια τα μηρυκαστικά ζώα δεν έχουν ανάγκη παρουσίας νιασίνης στο σιτηρέσιό τους, επειδή επαρκείς ποσότητες παράγονται μέσω της βακτηριακής σύνθεσης στη μεγάλη κοιλία.

Συνεπώς, μόνο τα νεαρά ορνίθια και οι αναπτυσσόμενοι χοίροι ωφελούνται από την προσθήκη νιασίνης στο σιτηρέσιό τους, όταν το τελευταίο περιέχει μεγάλη αναλογία καλαμποκιού και στερείται αλεύρου χόρτου μηδικής και άλλων τροφών πλούσιων σε νιασίνη, η οποία παρασκευάζεται συνθετικά.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₆ (πυριδοξίνη, αδερμίνη)

Η βιταμίνη B₆ είναι παράγωγο της πυριδίνης και απαντά στη φύση με τρεις μορφές: η πρώτη μορφή είναι η πυριδοξίνη, η δεύτερη μορφή είναι μια αλδεΐδη της πυριδοξίνης, η πυριδοξάλη και η τρίτη μορφή είναι μια αμίνη της πυριδοξίνης, η πυριδοξαμίνη. Από τις τρεις συγγενικές ουσίες, φαίνεται ότι αυτή που δρα ενεργητικά είναι η πυριδοξάλη.

Η βιταμίνη B₆, όπως συμβαίνει και με τις άλλες βιταμίνες του συμπλέγματος B, συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών. Επίσης συνθέτεται και στο τυφλό έντερο των αλόγων.

Η πυριδοξάλη και η πυριδοξαμίνη είναι λιγότερο σταθερές σε σύγκριση προς την πυριδοξίνη, μολονότι και οι τρεις μορφές είναι αρκετά θερμοάντοχες, καταστρέφονται όμως από το φως. Η βιταμίνη B₆ είναι πλατιά διαδεδομένη στις τροφές. Οι ζύμες, το συκώτι, το γάλα, οι καρποί των ψυχανθών και σιτηρών είναι πλούσιες πηγές.

Σύμφωνα με την εφαρμοσμένη διατροφή, δεν υπάρχει πιθανότητα να παρουσιαστεί στα αγροτικά ζώα ανεπάρκεια βιταμίνης B₆, λόγω της ευρείας διάδοσής της στις τροφές που συνήθως χρησιμοποιούνται.

ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ (αντιδερματικός παράγοντας)

Το παντοθενικό οξύ είναι ένωση της β-αλανίνης με παράγωγο του βουτυρικού οξέος. Το παντοθενικό οξύ αποτελεί συστατικό του συνενζύμου A, το οποίο συμμετέχει στις περισσότερες βιοχημικές αντιδράσεις στο σώμα. Μερικές από τις σημαντικές αντιδράσεις στις οποίες απαιτείται είναι οι εξής :

- ❖ Για την ακετυλίωση της χολίνης, για να σχηματιστεί η ακετυλοχολίνη, η οποία παίζει ζωτικό ρόλο στη νευρική λειτουργία.
- ❖ Για τη σύνθεση της αίμης, μέσω του χημικού συνδυασμού του σουκινυλοσυνενζύμου A με τη γλυκίνη, για να σχηματιστεί ο δακτύλιος πυρρολίου στο μόριο της αίμης.
- ❖ Για τη σύνθεση και αποδόμηση λιπαρών οξέων.
- ❖ Για τη σύνθεση των στεροειδών.

Το παντοθενικό οξύ απορροφάται από το λεπτό έντερο και αποβάλλεται κυρίως με τα ούρα. Αποθηκεύεται μέχρι κάποιου βαθμού στο ήπαρ και τους νεφρούς.

Το παντοθενικό οξύ, όπως όλες οι βιταμίνες του συμπλέγματος B, συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών ζώων. Επίσης, σε αξιόλογο βαθμό συνθέτεται από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα του κουνελιού, του αλόγου και του ανθρώπου.

Πλούσιες πηγές είναι το συκώτι και ο κρόκος του αβγού. Επίσης το χόρτο μηδικής, η βοσκή, τα πίτυρα σιταριού, τα υποπροϊόντα γάλακτος, ο αραχιδοπλακούντας, τα πίτυρα ρυζιού, τα μπιζέλια, οι ζύμες και η μελάσα.

Το παντοθενικό ασβέστιο είναι η καθαρή μορφή της βιταμίνης η οποία διατίθεται στο εμπόριο. Επειδή η διάδοση της βιταμίνης αυτής είναι πλατιά στις

φυσικές τροφές, θεωρούνται σπάνιες οι ανεπάρκειες παντοθενικού οξέος κατά την εφαρμοσμένη διατροφή.

ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (πτεροϋλογλουταμινικό οξύ, φολικό οξύ, βιταμίνη B_c, βιταμίνη B₉, B₁₀, B₁₁, ηπατικός παράγοντας, βιταμίνη M)

Αρχικά απομονώθηκε από φύλλα σπανακιού, από όπου προήλθε και το όνομα.

Το φυλλικό οξύ, έχει διάφορα φυσιολογικώς ενεργά παράγωγα, από τα οποία το πιο γνωστό είναι ο παράγοντας Citronorum, ο οποίος ονομάστηκε έτσι διότι είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του μύκητα *Leuconostoc citronorum*.

Το φυλλικό οξύ συνδέεται με τα ενζυμικά συστήματα, τα οποία ελέγχουν τη μεταφορά μονοανθρακικών μονάδων σε διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις. Δηλαδή, παίζει ρόλο ανάλογο με εκείνο του παντοθενικού οξέος για το μεταβολισμό των διανθρακικών μονάδων (ριζών οξικού οξέος). Έτσι συμμετέχει στη σύνθεση της σερίνης από γλυκίνη και τανάπαλι, στη σύνθεση πουρινών και πυριμιδινών, οι οποίες αποτελούν μεγάλης σημασίας συστατικά των νουκλεϊκών οξέων (RNA, DNA), και στην αποδόμηση της ιστιδίνης. Επίσης το φυλλικό οξύ συνδέεται με τη σύνθεση της χολίνης, η οποία είναι συστατικό των φωσφολιπιδίων.

Η ανεπαρκής σύνθεση πουρινών έχει ως αποτέλεσμα ανεπαρκή σχηματισμό νουκλεοπρωτεϊδών οι οποίες χρησιμεύουν για ωρίμανση των ερυθρών αιμοσφαιρίων που παράγονται στο μυελό των οστών και συνεπώς αντίστοιχη ανάπτυξη χαρακτηριστικής αναιμίας.

Στα είδη στα οποία προκαλούνται συμπτώματα ανεπάρκειας παράγεται μακροκυτταρική υπέρχρωμη αναιμία, που ονομάζεται μεγαλοβλαστική. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι μεγάλα και ανώριμα. Επίσης παράγεται λευκοπενία. Δηλαδή, ελαττώνεται ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων.

Αν εξαιρέσουμε τα νεαρά ορνίθια, σπάνια παρουσιάζονται συμπτώματα ανεπάρκειας φυλλικού οξέος στα αγροτικά ζώα, λόγω της βακτηριακής τους σύνθεσης στον πεπτικό σωλήνα τους.

Το φυλλικό οξύ ιδιαίτερα απαντά σε αφθονία στις φυλλώδεις πράσινες τροφές, το συκώτι και τις ζύμες. Οι καρποί των σιτηρών, η σόγια, όπως και οι πλακούντες είναι καλές πηγές.

BIOTINΗ (βιταμίνη Η, βιταμίνη 7, συνένζυμο R)

Η βιοτίνη είναι : η ίδια ουσία 1) με τον παράγοντα που απαιτείται για την ανάπτυξη της ζύμης, 2) με τη βιταμίνη Η, η οποία προλαβαίνει τη δερματίτιδα των επίμυων (αρουραίων) κατά την κατανάλωση ωμού λευκώματος αβγού και 3) με το «συνένζυμο R», που απαιτείται για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, που συμβιώνουν στα φυμάτια των ριζιδίων των ψυχανθών και δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας. Η βιοτίνη μαζί με τη θειαμίνη είναι οι δύο μόνες βιταμίνες οι οποίες περιέχουν θείο.

Η βιοτίνη απαιτείται από διάφορα ενζυμικά συστήματα που συνδέονται με δέσμευση του CO₂ και με αποκαρβοξυλίωση. Επίσης συντελεί στη αποκαρβοξυλίωση του οξαλοηλεκτρικού οξέος για σχηματισμό του α-κετογλουταρικού οξέος. Άλλη αντίδραση που συνδέεται με τη βιοτίνη είναι ο σχηματισμός μηλονυλοσυνενζύμου Α,

Σε όλα τα είδη, κοινά συμπτώματα ανεπάρκειας βιοτίνης είναι : καθυστέρηση ανάπτυξης, δερματίτιδα, πτώση τριχών και νευρικές διαταραχές.

Η βιοτίνη είναι πλατιά διαδεδομένη στις φυσικές τροφές. Το χόρτο μηδικής, οι πράσινες τροφές, οι καρποί σιτηρών, ο πλακούντας σόγιας, η μελάσα και οι ζύμες είναι καλές πηγές.

Η βιοτίνη αποθηκεύεται στο ήπαρ και στους νεφρούς. Ανεπάρκεια βιοτίνης δεν παρατηρείται κάτω από φυσικές συνθήκες διατροφής. Στα μηρυκαστικά ζώα οι ανάγκες σε βιοτίνη ικανοποιούνται από τη βακτηριακή σύνθεσή της στη μεγάλη κοιλία τους. Επίσης υπάρχει αξιόλογη βακτηριακή σύνθεση βιοτίνης στον πεπτικό

σωλήνα πάρα πολλών ειδών, όπως των επίμυων (αρουραίων), σκύλων, νεοσσών, χοίρων και του ανθρώπου.

ΧΟΛΙΝΗ (λιποτρόπος παράγοντας)

Η χολίνη στην πραγματικότητα δεν μπορεί να συμπεριληφθεί στις βιταμίνες, διότι από τη μια συμμετέχει ως οικοδομικός λίθος στους λιπώδεις και τους νευρικούς ιστούς και από την άλλη δεν δρα ως συνένζυμο. Ωστόσο, εξετάζεται μαζί με τις βιταμίνες Β, διότι είναι διαλυτή στο νερό, απαντά στις πιο πολλές από τις ίδιες πηγές με τις άλλες βιταμίνες Β και είναι, κάτω από ορισμένες συνθήκες, απαραίτητη η παρουσία της στο σιτηρέσιο.

Ως συστατικό των φωσφολιπιδίων, η χολίνη είναι αναγκαία για το σχηματισμό και τη διατήρηση της υφής των κυττάρων, ως συστατικό όμως της ακετυλοχολίνης συνδέεται στενά, όπως προαναφέρθηκε, με τη μεταβίβαση των νευρικών διεγέρσεων.

Η χολίνη παίζει επίσης ουσιαστικό ρόλο στο μεταβολισμό του λίπους στο ήπαρ. Μαζί με άλλες ενώσεις, η χολίνη αποτελεί πηγή βιολογικώς ασταθών μεθυλικών ομάδων.

Πάρα πολλά είδη ζώων, όταν διατρέφονται με τα συνήθη σιτηρέσια, μπορούν να συνθέτουν στους ιστούς τους επαρκή ποσότητα χολίνης από άλλες ουσίες. Επίσης χολίνη συνθέτεται με τη βακτηριακή δράση στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών. Η σύνθεση χολίνης στον οργανισμό μέσω τρανσμεθυλίωσης, φαίνεται πως εξαρτάται από τον επαρκή εφοδιασμό του με ορισμένες βιταμίνες και ειδικά με τη βιταμίνη Β₁₂. Τα ορνιθοειδή συνθέτουν μικρότερη ποσότητα χολίνης, συγκριτικά προς τα αγροτικά ζώα, τα οποία έχουν μεγαλύτερο μέγεθος.

Η χολίνη απαντά σε όλες τις τροφές, οι οποίες περιέχουν λίπος. Επίσης καλές θρεπτικές πηγές είναι οι πράσινες τροφές, το συκώτι, το ιχθυάλευρο, οι ζύμες, ο πλακούντας σόγιας και τα σιτηρά.

Αν λάβουμε υπόψη ότι ένα μέρος των αναγκών σε χολίνη καλύπτεται με τη σύνθεσή της από τον οργανισμό, δεν πρέπει να περιμένουμε έλλειψη χολίνης στα

αγροτικά ζώα, όταν χορηγούνται σε αυτά συνηθισμένα σιτηρέσια. Ωστόσο, για να προλάβουμε ενδεχόμενη έλλειψη στα ορνιθοειδή προστίθεται χολίνη σε μερικά τυποποιημένα μίγματα ζωοτροφών, που διατίθενται στο εμπόριο για νεοσσούς και όρνιθες αναπαραγωγής.

ΒΙΤΑΜΙΝΗ B₁₂ (κοβαλαμίνη, κυανοκοβαλαμίνη, ζωικός πρωτεϊνικός παράγοντας ή APD)

Η ανακάλυψη της βιταμίνης B₁₂ έγινε από τις συνδυασμένες προσπάθειες ερευνητών διαφόρων επιστημονικών κλάδων, όπως μικροβιολόγων, βιοχημικών, ειδικών επιστημόνων σε θέματα διατροφής και γιατρών, που εργάζονταν σε διάφορα Εργαστήρια. Ήδη από το 1926 ήταν γνωστό ότι τα συμπτώματα της κακοήθους αναιμίας του ανθρώπου, μπορούσαν να υποχωρήσουν με τη χορήγηση ωμού συκωτιού, και η ουσία στο ήπαρ που ήταν υπεύθυνη γι' αυτή τη βελτίωση, ονομαζόταν Παράγοντας εναντίον της κακοήθους αναιμίας ή APA.

Η βιταμίνη B₁₂ φαίνεται να απαιτείται στις επόμενες αντιδράσεις:

- ❖ Σύνθεση νουκλεϊκών οξέων (DNA και ενδεχομένως RNA)
- ❖ Αναγωγή των ομάδων δισουλφιδίου (-S-S-) σε ομάδες σουλφυδρυλίου (-SH). Η βιταμίνη B₁₂ με τη δράση της αυτή παίζει ρόλο σε:
 - Σύνθεση μεθυλικών ομάδων από το μυρμηκικό οξύ, τη γλυκίνη και τη σερίνη.
 - Βιοσύνθεση ασταθών μεθυλικών ομάδων.
 - Σύνθεση γλουταθείου και μεθειονίνης.

Η βιταμίνη B₁₂ είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και την αιμοποιητική λειτουργία του ανθρώπου.

Στα αγροτικά ζώα τα συμπτώματα ανεπάρκειας γενικά εκδηλώνονται με ελάττωση του ρυθμού ανάπτυξης χωρίς να παρουσιάζεται αναιμία.

Ορισμένη ποσότητα βιταμίνης B₁₂ παράγεται με μικροβιακή σύνθεση στον εντερικό σωλήνα και άλλων ειδών ζώων, όπως στον άνθρωπο, στον επίμυ

(αρουραίο), στο χοίρο και τα ορνιθοειδή, αλλά η ποσότητα που προκύπτει από τη σύνθεση αυτή δεν είναι επαρκής, για να καλύψει τις ανάγκες τους. Η έκταση της μικροβιακής αυτής σύνθεσης επηρεάζει το μέγεθος των ποσοτήτων βιταμίνης B₁₂, που είναι αναγκαίες στο σιτηρέσιο των ορνιθοειδών και των χοίρων.

Από την πλευρά της εφαρμοσμένης διατροφής σιτηρέσια που περιέχουν ιχθυάλευρο, εφοδιάζουν τα ζώα με ικανοποιητικά ποσά βιταμίνης B₁₂. Επίσης και τα υποπροϊόντα μικροβιακών ζυμώσεων των βιομηχανιών παραγωγής αντιβιοτικών δίνουν αφθονία βιταμίνης B₁₂, καθόσον ορισμένα είδη μικροοργανισμών τα οποία παράγουν αντιβιοτικά συνθέτουν και βιταμίνη B₁₂. Το ξηρό αποκορυφωμένο γάλα είναι επίσης καλή πηγή.

Το χόρτο μηδικής ακόμη και όταν είναι εξαιρετικής ποιότητας, περιέχει πολύ μικρά ποσά βιταμίνης B₁₂. Ωστόσο, οι χοίροι που διατηρούνται σε βοσκή μηδικής ή άλλου είδους βοσκή δεν παρουσιάζουν συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης B₁₂.

BITAMINH C (Ασκορβικό οξύ, αντισκορβουτική βιταμίνη)

Η βιταμίνη C από χημική άποψη είναι γνωστή ως L-ασκορβικό οξύ. Η βιταμίνη C είναι η πρώτη βιταμίνη που έχει παραχθεί συνθετικά, είναι λευκή κρυσταλλική σκόνη με λίγο ξινή γεύση, διαλύεται εύκολα στο νερό και είναι περισσότερο ανθεκτική στη θερμότητα σε όξινο παρά σε αλκαλικό διάλυμα.

Η βιταμίνη C παίζει ρόλο στην αναπνοή των ιστών και συμμετέχει επίσης στο σχηματισμό των κολλοειδών μεσοκυττάρων ουσιών των χόνδρων, της οδοντίνης, των οστών, όπως και των μαλακών ιστών. Κατά την ανεπάρκεια της βιταμίνης C διαταράσσεται η υδροξυλίωση των οργανικών ενώσεων. Το ασκορβικό οξύ απορροφάται με ευχέρεια από το λεπτό έντερο και μεταφέρεται μέσω του αίματος στους ιστούς.

Αν εξαιρέσουμε τον άνθρωπο, τον πίθηκο και το ινδικό χοιρίδιο, όλα τα υπόλοιπα είδη ζώων μπορούν να συνθέσουν ασκορβικό οξύ από το D-γλυκουρονικό οξύ (CHO(CHOH)₄COOH), το οποίο υπάρχει στους ιστούς τους. Επομένως στα

αγροτικά ζώα δεν απαιτείται η παρουσία της βιταμίνης C στα σιτηρέσιά τους και συνεπώς δεν παρατηρούνται σε αυτά συμπτώματα ανεπάρκειας.

Η βιταμίνη C είναι πλατιά διαδεδομένη στο φυτικό και το ζωικό βασίλειο. Λόγω της εύκολης οξειδωσης του ασκορβικού οξέος από τον αέρα, το χόρτο που έχει αποξηρανθεί περιέχει πολύ μικρή ή και καθόλου ποσότητα βιταμίνης C. Γενικά οι συντηρημένες τροφές δεν περιέχουν βιταμίνη C.

ΟΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ Β

Η ινοσιτόλη και το παρα-αμινοβενζοϊκό οξύ (*Para amino benzoic acid, PABA*) είναι άλλες δύο βιταμίνες του συμπλέγματος Β, οι οποίες έχουν αναγνωρισθεί και απομονωθεί, αλλά δεν φαίνεται να έχουν πρακτική σημασία στη διατροφή των αγροτικών ζώων. Και οι δύο είναι πλατιά διαδεδομένες στις συνηθισμένες τροφές, ώστε δεν είναι γνωστά οποιαδήποτε συμπτώματα ανεπάρκειάς τους στα αγροτικά ζώα που διατρέφονται με τα συνηθισμένα σιτηρέσια. Φαίνεται ότι οι βιταμίνες αυτές συνθέτονται και από τους μικροοργανισμούς του πεπτικού σωλήνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ensminger M.E., Oldfield J.E., Heinemann W.W., 1990. Feeds and Nutrition, second edition. The Ensminger Publishing Company, California USA.

Καραμήτρος Δ., 2004. Διατροφή Αγροτικών Ζώων Ι, Εκδοτικό κέντρο ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Kolb E., 1997. Vitamins and the Immune System. Ed. F. Hoffman – La Roche Ltd, CH – 4070 Basel.

Kolb E., 1999. The importance of vitamins for reproduction. Ed. Roche vitamins Europe Ltd, CH – 4002 Basel / Switzerland.

McDowell L.R., 2000. Reevaluation of the Metabolic Essentiality of the vitamins. Review Asian – Aus. J. Anim. Sci. 1 : 115 – 125.

Morrison F.B., 1950. Feeds and feedings abridged, eight edition. The Morrison Publishing Company, Ithaca New York.

Νήτας Δ., 2004. Διατροφή Αγροτικών Ζώων – χημικές αναλύσεις, δεύτερη έκδοση. Εκδοτικό κέντρο ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Pond W.G., Church D.C., Pond K.R., 1995. Basic Animal Nutrition And Feeding. Ed. By John Wiley & Sons. Inc. USA.

ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

<http://partnersah.vet.cornell.edu/avian-atlas/>

<http://jn.nutrition.org/cgi/content/full/133/10/3023>

<http://www.kashvet.org/oasis/?p=448>

<http://ocw.tufts.edu/Content/60/Lecturenotes/797662>