

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Σε αντιδιαστολή με τις εκτατικές και ημιεντατικές εκτροφές όπου τα ψάρια λαμβάνουν όλα ή μέρος των θρεπτικών ουσιών που χρειάζονται από τους οργανισμούς του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιούν, τα ψάρια που εκτρέφονται σε εντατικού τύπου εκτροφές εξαρτώνται για την κάλυψη των θρεπτικών αναγκών τους αποκλειστικά από την παροχή πλήρων και ισορροπημένων τροφών καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους.
- Για πολλά καλλιεργούμενα είδη ιχθύων η ανάπτυξη πλήρων τεχνητών τροφών (για χρήση σε συνθήκες εντατικής καλλιέργειας) προχώρησε παρά την έλλειψη πληροφοριών σε ότι αφορά τις βασικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά.
- Δεν είναι λοιπόν περίεργο το γεγονός ότι διάφορα διατροφικά νοσήματα αναπτύσσονται στα καλλιεργούμενα είδη λόγω έλλειψης συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών ή ανισορροπίας τους.

- Παρακάτω θα αναφερθούμε σε :
- Α) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε πρωτεΐνες της τροφής
 - Έλλειψη απαραίτητων αμινοξέων (ΑΑ)
 - Τοξικά μη-ΑΑ
- Β) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε λίπη της τροφής
 - Έλλειψη απαραίτητων λιπαρών οξέων (ΑΛΟ)
 - Τοξικότητα ΑΛΟ
 - Τοξικά μη-ΑΛΟ
 - Οξειδωση λιπών της τροφής
- Γ) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε μεταλλικά άλατα της τροφής
 - Έλλειψη απαραίτητων μεταλλικών αλάτων
 - Τοξικότητα μεταλλικών αλάτων
- Δ) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε βιταμίνες της τροφής
 - Έλλειψη βιταμινών
 - Τοξικότητα βιταμινών
- Ε) Αντι-δισαιτητικοί παράγοντες στις πρώτες ύλες παραγωγής ιχθυοτροφών
- ΣΤ) Τυχαίοι τοξικοί παράγοντες στις πρώτες ύλες παραγωγής ιχθυοτροφών

■ Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι πενίες σε οποιοδήποτε από τα συστατικά που χρειάζονται για την ανάπτυξη ενός οργανισμού οδηγεί αργά ή γρήγορα σε πτώση του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής, απώλεια βάρους και καχεξία, καταστάσεις που παρατηρούνται ως γενικά συμπτώματα σε όλες τις πενίες ανεξάρτητα από την αιτία που τις προκαλεί.

Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε πρωτεΐνες της τροφής

Πενία απαραίτητων αμινοξέων (AA)

- Εκτός των γενικών συμπτωμάτων που παρατηρούνται σε μία πενία τα ακόλουθα συμπτώματα (Πίνακας 4) έχουν παρατηρηθεί σε νεαρά ψάρια που ταΐστηκαν με συνθετικές πειραματικές τροφές από τις οποίες έλλειπαν κάποια AA.

Περιοριστικό AA	Είδος ψαριού	Συμπτώματα
Λυσίνη	Πέστροφα	Διάβρωση του ραχιαίου και ουραίου πτερυγίου
	Κυπρίνος	Αυξημένη θνησιμότητα
Μεθειονίνη	Σολωμοειδή	Καταρράκτης
Τρυπτοφάνη	Πέστροφα	Σκολίωση, λόρδωση, νεφρασβέστωση, καταρράκτης, διάβρωση ουραίου πτερυγίου, μειωμένη συγκέντρωση λίπους, αυξημένη συγκέντρωση Ca, Mg, Na, K στη σάρκα.
Διάφορα AA	Κυπρίνος	Αυξημένη θνησιμότητα και περιστατικά λόρδωσης έχουν παρατηρηθεί σε πενίες λευκίνης, ισολευκίνης, λυσίνης, αργινίνης και ιστιδίνης.

- Κάτω από πραγματικές συνθήκες εκτροφής, έλλειψη ΑΑ μπορεί να παρατηρηθεί κάτω από τις ακόλουθες τέσσερις περιπτώσεις:
- Κακή διαλογή πρώτων υλών για τη παρασκευή της τεχνητής τροφής και χρησιμοποίηση δυσανάλογων ποσοστών υλών με φυσική έλλειψη σε ΑΑ.
- Κάποιες πρώτες ύλες παρουσιάζουν έλλειψη σε ΑΑ. Τέτοιες ελλείψεις παρουσιάζονται κυρίως σε ύλες φυτικής προέλευσης, οι οποίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως η μόνη πηγή πρωτεϊνών στο σιτηρέσιο, ενώ αντίθετα η πρώτη ύλη που περιέχει την καλύτερη αναλογία πρωτεϊνών και ΑΑ είναι το ιχθυάλευρο.
- Χαρακτηριστική είναι η έλλειψη **μεθειονίνης** στις φυτικής προέλευσης πρωτεΐνες στις ζύμες, το κρεατάλευρο, το οστεάλευρο, το αιματάλευρο και το υδρολυμένο πτεράλευρο, η έλλειψη **λυσίνης** στους ελαιώδεις καρπούς, το υδρολυμένο πτεράλευρο και τα άλγη, η έλλειψη **θρεονίνης** σε κάποιους ελαιώδεις καρπούς και τα όσπρια και η έλλειψη **τρυπτοφάνης** στο ενσίρωμα ψαριών.

- Δυσαναλογία AA στη τροφή μπορεί να προέλθει επίσης από τη παρουσία δυσανάλογων επιπέδων από συγκεκριμένα **αμινοξέα-ανταγωνιστές** όπως λευκίνης / ισολευκίνης και σε μικρότερο βαθμό αργινίνης / λυσίνης και κυστίνης / μεθειονίνης.
- Για παράδειγμα, το αιματάλευρο αποτελεί πλούσια πηγή βαλίνης, λευκίνης και ιστιδίνης, είναι όμως φτωχό σε μεθειονίνη και ισολευκίνη. Όμως σε ότι αφορά την ανταγωνιστική επίδραση μεγάλης ποσότητας λευκίνης πάνω στην ισολευκίνη, ζώα που τρέφονται με μεγάλες ποσότητες αιματάλευρου υποφέρουν από ισολευκινοπενία που προκαλείται από την υπερεπάρκεια λευκίνης.
- Αν και παρόμοιοι ανταγωνισμοί έχουν αναφερθεί μεταξύ κυστίνης / μεθειονίνης και αργινίνης / λυσίνης σε χερσαία ζώα που ταΐζονταν με συνδυασμούς συνθετικών αμινοξέων στη τροφή τους, κάτι τέτοιο δεν έχει παρατηρηθεί στα ψάρια.

- **Πενίες AA στη τροφή μπορεί να προέλθουν λόγω υπερθέρμανσης των πρωτεϊνών** των πρώτων υλών κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας / παρασκευής της τεχνητής τροφής.
- Η υπερθέρμανση των πρωτεϊνών έχει ως συνέπεια την αλλαγή της στερεοδομής τους (μετουσίωση), την μείωση της πεπτικότητάς τους, τη σύνδεσή τους με άλλα συστατικά της τροφής (όπως πολυσακχαρίτες) κ.α.
- **Πενίες AA στη τροφή μπορεί να υπάρξουν λόγω της απώλειάς τους στο νερό** κατά τη διάρκεια του ταΐσματος. Για παράδειγμα έχουν αναφερθεί απώλειες όλων των ελεύθερων αμινοξέων και 1/3 των ελεύθερων και συνδεδεμένων με πρωτεΐνες αμινοξέων από κατεψυγμένο και λυοφιλοποιημένο, αντίστοιχα, ζωοπλαγκτόν (*Artemia*, *Moina*) μετά από 10 λεπτά στο νερό στους 90C.

Τοξικά μη απαραίτητα αμινοξέα

- Αν και δεν έχουν καταγραφεί περιστατικά, διαιτητικά νοσήματα μπορούν να προέλθουν από τη κατανάλωση τροφών που περιέχουν τοξικά αμινοξέα.
- Πρωτεΐνες πρώτων υλών που είναι γνωστό ότι περιέχουν τοξικά αμινοξέα είναι ο καρπός της σόγιας μετά από επεξεργασία με αλκάλια (τοξικό αμινοξύ λυσινοαλανίνη), το όσπριο *Leucaena leucocephala* (τοξικό αμινοξύ μιμοσίνη) και ο καρπός της φάβας (τοξικό αμινοξύ διυδροξυφαινουλαλανίνη).

Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε λήψη της τροφής

Πενία απαραίτητων λιπαρών οξέων (ΑΛΟ)

- Εκτός των γενικών συμπτωμάτων μίας πενίας έχουν παρατηρηθεί επιπλέον οι ακόλουθες (Πίνακας 5) παθολογικές καταστάσεις μετά από χρήση τροφών σε νεαρά ψάρια από όπου λείπουν ΑΛΟ:

Είδος ψαριού	Συμπτώματα πενίας σε ΑΛΟ
Σολωμοειδή	Αυξημένη θνησιμότητα, αυξημένη περιεκτικότητα νερού στους μυς, αυξημένη ευαισθησία του ουραίου πτερυγίου σε διάβρωση από το βακτήριο <i>Flexibacter</i> sp., λιποθυμικό σύνδρομο, μειωμένη αιμοσφαιρίνη και όγκος ερυθροκυττάρων, λιπώδης διήθηση/ εκφύλιση του ήπατος, διογκωμένο και ωχρό ήπαρ, μειωμένη ικανότητα παραγωγής αυγών (πτώση εκκολαψιμότητας και βαθμού επιβίωσης), υψηλή θνησιμότητα.
Κυπρίνος	Λιπώδης διήθηση ήπατος, αυξημένη θνησιμότητα.
Χέλια	Αυξημένη θνησιμότητα.
Τιλάπια	Ήπαρ ωχρό, διογκωμένο, με λιπώδη διήθηση.
Φαγκρί	Μειωμένη ικανότητα παραγωγής αυγών (εκκολαψιμότητα/ επιβίωση νυμφών).
Καλκάνι	Αυξημένη θνησιμότητα, μειωμένη ανάπτυξη, εκφύλιση του βραγχιακού επιθηλίου.

- **Τοξικότητα των απαραίτητων λιπαρών οξέων της τροφής**
- Κάτω από εργαστηριακές συνθήκες έχειδειχθεί ότι υπερβολική ποσότητα ΑΛΟ στη τροφή μπορεί να δράσει ανασταλτικά στην ανάπτυξη του ψαριού και στη χρήση της τροφής από τον οργανισμό.
- **Τοξικά μη-απαραίτητα λιπαρά οξέα**
- Το κυκλοπροπτενοϊκό οξύ είναι ένα τοξικό λιπαρό οξύ που βρίσκεται στα ελαιοπαράγωγα επεξεργασίας του βαμβακόσπορου. Πειραματικά, το οξύ αυτό μειώνει την ανάπτυξη και δρα συνεργικά στην καρκινογόνο δράση των αφλατοξινών.
- Άλλα παθολογικά ευρήματα της τοξίκωσης από αυτό το λιπαρό οξύ στη πέστροφα περιλαμβάνουν καταστροφή του ήπατος με αυξημένη εναπόθεση γλυκαγόνου και μειωμένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, όπως επίσης και πτώση της δράσης αρκετών σημαντικών ενζύμων.

Οξείδωση των λιπών της τροφής

- Όταν υπάρχει έλλειψη κατάλληλης αντιοξειδωτικής προστασίας, τα λίπη που είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA, συμπεριλαμβανομένων και των ΑΛΟ) είναι πολύ επιρρεπή στην αυτό-οξείδωση κατά την έκθεσή τους στο ατμοσφαιρικό οξυγόνο.
- Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η διαιτητική αξία των ΑΛΟ καταστρέφεται και τα ΑΛΟ γίνονται επιζήμια για την υγεία των ψαριών.
- Οι πρώτες ύλες πλούσιες σε PUFA που είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε οξειδωτική καταστροφή των λιπών, συμπεριλαμβάνουν τα ιχθυέλαια, ιχθυάλευρα και τις πίτες ελαιωδών καρπών οι οποίες περιέχουν μικρή ή καθόλου φυσική αντιοξειδωτική προστασία.
- Κατά τη διαδικασία αυτό-οξείδωσης των λιπών δημιουργούνται διάφορα προϊόντα χημικής αποδόμησης συμπεριλαμβανομένων ελευθέρων ριζών, υπεροξειδίων, υδρουπεροξειδίων, αλδευδών και κετονών τα οποία με τη σειρά τους αντιδρούν με άλλα συστατικά της τροφής (βιταμίνες, πρωτεΐνες και άλλα λίπη) μειώνοντας τη βιολογική τους αξία και διαθεσιμότητα κατά τη διάρκεια της πέψης. Προς το παρόν το «τάγγισμα» θεωρείται από τις μεγαλύτερες εκφυλιστικές αλλαγές που συμβαίνουν σε αποθηκευμένες πρώτες ύλες και έτοιμες τροφές.
- Έχουν περιγραφεί διάφορες παθολογικές καταστάσεις (Πίνακας 6) σε ψάρια που ταΐστηκαν με τροφές που περιείχαν οξειδωμένα λίπη χωρίς την ύπαρξη αντιοξειδωτικών ουσιών (βιτ. Ε).

Είδος ψαριού	Επιπτώσεις από κατανάλωση οξειδωμένων ιχθυελαίων
Τιλάπια	Έντονη συμφύρηση με αιμορραγίες στα δερματικά αγγεία του ρύγχους και των βάσεων των θωρακικών και ραχιαίων πτερυγίων, λόρδωση, εξόφθαλμος, κοιλιακό οίδημα και διάταση της κοιλίας, καταρράκτης, σκούρος χρωματισμός του ήπατος, έντονη διάταση του χολαγωγού, στεατίτιδα στους λιπώδεις ιστούς της κοιλίας, εναπόθεση κηροειδούς ενδοκυτταρικά στο ήπαρ, σπλήνα, νεφρό και αυξημένη θνησιμότητα.
Σολωμός	Σκούρος χρωματισμός δέρματος, αναιμία, ληθαργικότητα, καφεκίτρινος χρωματισμός ήπατος (εναπόθεση κηροειδούς), ανώμαλος νεφρός και αλλοιώσεις στα βράγχια.
Κυπρίνος	Κακή ανάπτυξη, ανορεξία, μυϊκή δυστροφία, υψηλή θνησιμότητα, μειωμένη απορρόφηση διαιτητικών λιπών.
Γατόψαρο	Κακή ανάπτυξη και δείκτης μετατρεψιμότητας, μυϊκή δυστροφία, υψηλή θνησιμότητα, αποχρωματισμός και λιπώδης διήθηση του ήπατος.
Κιτρινόουρος	Μειωμένη ανάπτυξη, διατεταμένο ήπαρ, μειωμένη εναπόθεση λίπους, ανορεξία, αδυνάτισμα του ραχιαίου μυ και μυϊκή δυστροφία.
Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, μικροκυτταρική αναιμία με πτώση του αιματοκρίτη και της συγκέντρωσης της αιμογλοβίνης, λιπώδης εκφύλιση του ήπατος, μυϊκή βλάβη και αυξημένη θνησιμότητα.

- Η παθολογική δράση των οξειδωμένων λιπών, με λίγες εξαιρέσεις, μπορεί να προληφθεί με τη συμπλήρωση στη τροφή dl-οξικής τοκοφερόλης (βιτ. Ε).
- Όταν υπάρχει έλλειψη κατάλληλης αντιοξειδωτικής προστασίας, ο ρυθμός αυτοοξείδωσης των λιπών σε αποθηκευμένες πρώτες ύλες αυξάνει με τη παρουσία : λιποξειδάσης (παρούσα στον καρπό της σόγιας), παραγώγων της αίμης (η αιμογλοβίνη / μυογλοβίνη είναι προοξειδωτικές ουσίες παρούσες σε κάθε άλευρο ζωικής προέλευσης), υπεροξειδίων (προϊόν αυτοοξείδωσης των λιπών), φωτός (το υπεριώδες φως προάγει τη παραγωγή ριζών οξυγόνου και ελεύθερων ριζών), αυξημένης θερμοκρασίας (αυξάνεται ο ρυθμός αυτοοξείδωσης) και παρουσίας ιχνοστοιχείων (Fe, Zn και Cu επιταχύνουν την οξείδωση των λιπών).

Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε μεταλλικά στοιχεία της τροφής

Πενία απαραίτητων μεταλλικών στοιχείων

- Τα ακόλουθα συμπτώματα (Πίνακας 7) έχουν παρατηρηθεί σε νεαρά ψάρια που ταΐστηκαν με τροφές φτωχές σε μεταλλικά στοιχεία:

Στοιχείο/ Είδος ψαριού	Συμπτώματα πενίας
Φώσφορος	
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση, σκελετικές ανωμαλίες, ανώμαλη ασβεστοποίηση των πλευρών και των μαλακών ακτινών των θωρακικών περυγίων, δυσπλασία στο κρανίο, αυξημένη εναπόθεση σπλαγχνικού λίπους.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση, αυξημένη εναπόθεση λίπους στους μυς, το ήπαρ και τους σπονδύλους, καμπύλοι, διογκωμένοι και σπογγώδεις σπόνδυλοι, μειωμένη εναπόθεση γλυκογόνου στο ήπαρ.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση.

Ασβέστιο	
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή περιεκτικότητα του σώματος σε τέφρα, ασβέστιο και φώσφορο (τα συμπτώματα αυτά παρατηρήθηκαν μετά από κατανάλωση τροφής φτωχής σε βιτ. D).
Πέστροφα	Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής.
Χέλι	Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής.
Φαγκρί	Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής.
Μαγνήσιο	
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, ανορεξία, συσπάσεις, υψηλή θνησιμότητα, χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου στα οστά, καταρράκτης.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, ανορεξία, συσπάσεις, υψηλή θνησιμότητα, χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου στο σώμα, στα οστά και στον ορό του αίματος.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Πέστροφα	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, καταρράκτης, νεφρασβέστωση, υψηλή θνησιμότητα, κάμψη των σπονδύλων, εκφύλιση των μυϊκών ινών και των επιθηλιακών κυττάρων των πυλωρικών τυφλών και των βραγχιακών νηματίων, μειωμένη τέφρα και μαγνήσιο στα οστά και αυξημένη συγκέντρωση ασβεστίου.

Σίδηρος	
Κυπρίνος, Φαγκρί, Χέλι	Υποχρωμική, μικροκυτταρική αναιμία.
Ψευδάργυρος	
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και όρεξη, μειωμένη περιεκτικότητα ασβεστίου και ψευδαργύρου στα οστά και στο αίμα.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης, ανορεξία, υψηλή θνησιμότητα, διάβρωση των πτερυγίων και του δέρματος, αυξημένη συγκέντρωση σιδήρου και χαλκού στο έντερο και το ήπατοπάνκρεας.
Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη, αυξημένη θνησιμότητα, καταρράκτης, νανισμός, διάβρωση των πτερυγίων.
Μαγγάνιο	
Τιλάπια	Μειωμένη ανάπτυξη και όρεξη, απώλεια της ισορροπίας, θνησιμότητα.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, νανισμός, καταρράκτης.
Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη, νανισμός, καταρράκτης, ανώμαλη ανάπτυξη της ουράς.
Χαλκός	
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης.

Σελήνιο	
Σολωμός	Αυξημένη θνησιμότητα, μυϊκή δυστροφία, καταστολή της δράσης της υπεροξειδάσης του γλουταθείου.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης, αναιμία.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη.
Ιώδιο	
Σολωμοειδή	Υπερπλασία του θυρεοειδούς αδένου.

- Παρά τη παρουσία μακρο- και ιχνο-στοιχείων σε σχεδόν όλες τις ακατέργαστες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή της τροφής των ψαριών και την ικανότητα των ψαριών να απορροφούν κάποια ιχνοστοιχεία από το περιβάλλον, πενίες σε μεταλλικά στοιχεία μπορούν κάτω από συνθήκες εντατικής εκτροφής να προέλθουν στις ακόλουθες περιπτώσεις :
- - Έλλειψη κάποιου μακρο- ή ιχνο-στοιχείου στο πρόμιγμα στη σχηματισμένη τροφή.
- - Μειωμένη βιοδιαθεσιμότητα των μεταλλικών στοιχείων λόγω δυσαναλογιών στο σιτηρέσιο.
- Η διαθεσιμότητα και χρήση των ιχνοστοιχείων της τροφής από τα ψάρια εξαρτάται από τη προέλευση της πρώτης ύλης και τη μορφή του απορροφημένου στοιχείου, την επάρκεια των αποθηκών του οργανισμού, την αλληλεπίδραση με άλλα μεταλλικά στοιχεία παρόντα στον γαστρεντερικό σωλήνα και εντός των ιστών (ανταγωνισμοί) και τέλος από τις αλληλεπιδράσεις των μεταλλικών στοιχείων με άλλα συστατικά της τροφής ή μεταβολίτες τους (βιταμίνες, ίνες και φυτικό οξύ).

- Για συγκεκριμένα είδη ψαριών η διαθεσιμότητα και απορρόφηση του P και άλλων μακροστοιχείων (Ca) από τα ιχθυάλευρα και τα κρεα-, οστεά-λευρα περιπλέκεται περισσότερο από την έλλειψη έκκρισης οξέων στο στομάχι, που είναι απαραίτητα για τη διάλυση των οστών.
- Σε ψάρια που δεν έχουν στομάχι, θα πρέπει με τη τροφή να παρέχονται διαλυτά μονοβασικά ανόργανα άλατα ή βιοδιαθέσιμα οργανικά άλατα.
- Επιπλέον, στις πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης ένα μεγάλο ποσοστό P είναι παρόν ως οργανικά συνδεδεμένος P στις φυτάσες. Ο P των φυτικών οξέων δεν είναι μόνο μη βιοδιαθέσιμος αλλά επιπλέον το φυτικό οξύ έχει την ικανότητα να δεσμεύει και άλλα ιχνοστοιχεία (Fe, Cu, Zn, Co, Mn) κάνοντάς τα μη βιοδιαθέσιμα για τα ψάρια κατά τη πέψη.
- Κάτω από συνθήκες εκτροφής, πενίες σε μεταλλικά στοιχεία συχνά εκκινούν από την ύπαρξη δυσανάλογων επιπέδων Ca, στη τροφή λόγω της ανταγωνιστικής δράσης μεγάλων ποσοτήτων Ca στην απορρόφηση P και των ιχνοστοιχείων Zn, Fe και Mn.
- Για παράδειγμα, η βιοδιαθεσιμότητα Zn και σε μικρότερο βαθμό Mn στο ιχθυάλευρο από ψάρια με λευκή σάρκα είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή του ιχθυάλευρου από ψάρια με σκουρόχρωμη σάρκα (το οποίο περιέχει λιγότερη τέφρα και Ca).
- Έτσι, ψάρια που ταΐστηκαν με πειραματικά σιτηρέσια που περιείχαν μόνο ιχθυάλευρο από "λευκά" ψάρια χωρίς συμπλήρωμα ιχνοστοιχείων, τα ψάρια εμφάνισαν μειωμένη ανάπτυξη, νανισμό και καταρράκτη.

- **Τοξικότητα μεταλλικών στοιχείων της τροφής**
- Ένας μεγάλος κίνδυνος που μπορεί να συσχετίζεται με τη χρήση "εξωτικών" α' υλών στις τροφές των ψαριών, είναι η παρουσία βαρέων μετάλλων συμπεριλαμβανομένων και των μεταλλικών στοιχείων που συσσωρεύονται όπως Cu, Pb, Cd, Hg, Ar, F, Se, Mb και Va.
- Για παράδειγμα, μόλυνση με Cu μπορεί να προκληθεί από προϊόντα που ζυμώθηκαν μέσα σε επιχαλκωμένα δοχεία (όπως εργοστάσια παραγωγής μπύρας) ή προϊόντα απέκκρισης χοίρων και πτηνών όπου χρησιμοποιήθηκαν διεγερτικά ανάπτυξης και αντιμυκητιακοί παράγοντες που έχουν βάση το Cu.
- Άλλα συστατικά τροφών που μπορεί να περιέχουν μέταλλα σε μεγάλες ποσότητες είναι : απόβλητα πτηνοτροφίας → Ar, Zn, απόβλητα χαρτοπολτού → Pb, Ιχθυάλευρα → Hg, Se, Ar, Cd, Pb, Οστρακοειδή → Zn, μικρή γαρίδα από την Ανταρκτική → F.

Διάφορα συμπτώματα τοξίκωσης από μέταλλα έχουν περιγραφεί κάτω από πειραματικές συνθήκες (Πίνακας 8).

Μεταλλικό στοιχείο	Είδος Ψαριού	Συμπτώματα τοξίκωσης
Ψευδάργυρος	Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >300mg/kg)
Χαλκός	Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >15mg/kg)
Σελήνιο	Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, υψηλή θνησιμότητα (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >13mg/kg), νεφρασβέστωση.
	Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >15mg/kg)
Κάδμιο	Πέστροφα / Κυπρίνος	Σκολίωση, υπερκινητικότητα, μειωμένη συγκέντρωση ασβεστίου στα οστά.
Μόλυβδος	Πέστροφα	Σκολίωση, λόρδωση, σκούρος χρωματισμός της ουράς, αναιμία, εκφύλιση του ουραίου περυγίου.
Χρώμιο	Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής.

Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες στις βιταμίνες της τροφής

Πενία βιταμινών της τροφής

Τα παρακάτω παθολογικά συμπτώματα (Πίνακας 9) έχουν αναφερθεί σε ψάρια που ταΐστηκαν με δίαιτες απ' όπου έλλειπαν βιταμίνες :

Βιταμίνη / Είδος ψαριού	Παθολογικά συμπτώματα
Ριβοφλαβίνη	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αγγείωση του κερατοειδούς, νεφελώδεις φακοί, διάβρωση του ρύγχους, δυσπλασία της σπονδυλικής στήλης, αυξημένη θνησιμότητα, σοβαρή διάβρωση των πτερυγίων και αιμορραγίες, γρήγορη κίνηση των βραγχιακών καλυμμάτων, φαινομενική μυϊκή αδυναμία, ανωμαλίες στον χρωματισμό του δέρματος, συσπάσεις του κοιλιακού τοιχώματος, φωτοφοβία, απώλεια προσανατολισμού, ληθαργικότητα, αναιμία.
Κυπρίνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, υψηλή θνησιμότητα, αιμορραγίες στο δέρμα και τα πτερύγια, νευρικότητα, φωτοφοβία.
Γατόψαρο	Νανισμός, ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αιμορραγίες στα πτερύγια, φωτοφοβία, ληθαργικότητα.

Παντοθενικό οξύ	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, νέκρωση των βραγχίων, αναιμία, υπερέκκριση βλέννας στα βράγχια, διάταση των βραγχιακών καλυμμάτων.
Κυπρίνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, αναιμία, αιμορραγία στο δέρμα, εξόφθαλμος.
Γατόψαρο	Ανορεξία, βραγχιακές ανωμαλίες, διάβρωση του δέρματος, των κάτω σιαγόνων και της κεφαλής, αναιμία.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη, θνησιμότητα.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, ανώμαλο κολύμπι, αλλοιώσεις στο δέρμα.

Νιασίνη	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, σκουροχρωμία δέρματος, σπασμωδικές κινήσεις, μυϊκοί σπασμοί, οίδημα στομάχου, ευαισθησία στα εγκαύματα από υπεριώδη ακτινοβολία.
Κυπρίνος	Αιμορραγίες στο δέρμα, υψηλή θνησιμότητα.
Γατόψαρο	Αιμορραγίες και αλλοιώσεις στο δέρμα / πτερύγια, δυσπλασία των σιαγόνων, αναιμία, εξόφθαλμος, υψηλή θνησιμότητα.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Αιμορραγίες και αλλοιώσεις στο δέρμα, μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, σκουροχρωμία δέρματος.

Θειαμίνη	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νευρικές διαταραχές, ελαττωματικός μεταβολισμός υδατανθράκων, αυξημένη ευαισθησία σε σοκ μετά από χτύπημα ή έντονο φως.
Κυπρίνος	Συμφόρηση / αιμορραγίες των πτερυγίων, νευρικότητα, ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Γατόψαρο	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, σκουροχρωμία δέρματος, θνησιμότητα.
Φαγκρί	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, αιμορραγία των πτερυγίων.

Πυριδοξίνη	
Σολωμοειδή	Νευρικές διαταραχές, υπερερεθιστικότητα, ανορεξία, αδιαφορία στο φως, γρήγορη εγκατάσταση νεκρικής ακαμψίας, αταξία, οίδημα περιτοναϊκής κοιλότητας, έντονη διάταση των βραγχιακών καλυμμάτων, σπασμωδική και γρήγορη κολύμβηση, αλλοιώσεις στο χρωματισμό του δέρματος, αναιμία, γρήγορη αναπνοή με ανοιχτό το στόμα έξω από το νερό.
Κυπρίνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νευρικές διαταραχές.
Γατόψαρο	Ανορεξία, νευρικές διαταραχές, σπασμωδική κολύμβηση, διάταση βραγχιακών καλυμμάτων, τετανώδεις καταστάσεις, ανώμαλος χρωματισμός της ραχιαίας επιφάνειας του σώματος.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νευρικές διαταραχές.
Καλκάνι	Μειωμένη ανάπτυξη.
Τσιπούρα	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, υψηλή θνησιμότητα, υπερερεθιστικότητα, σπασμωδική κολύμβηση.
Κιτρινόουρος	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χάνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, υπερερεθιστικότητα, μυϊκοί σπασμοί, σπασμωδική κολύμβηση, απώλεια λεπιών, οίδημα, ανώμαλος χρωματισμός του δέρματος, θόλωση των φακών και τύφλωση.

Βιοτίνη	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής, αυξημένη θνησιμότητα, αλλοιώσεις στο κόλον, μυϊκή ατροφία, σπαστικές συσπάσεις, πάχυνση των δευτερογενών βραγχιακών νηματίων και ωχρός χρωματισμός των βραγχίων.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη και δραστηριότητα.
Γατόψαρο	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αποχρωματισμός, αναιμία, υπερευαισθησία.
Φαγκρί	Ουδέν.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, σκούρος χρωματισμός, ανώμαλη κολύμβηση.

Φολικό οξύ	
Σολωμοειδή	Μακροκυτταρική αναιμία, μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, ληθαργικότητα, σκουροχρωμία δέρματος, ωχρότητα βραγχίων, εξόφθαλμος, διάταση της κοιλίας, ασκίτης.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, σκουροχρωμία δέρματος.
Κυπρίνος	Δεν έχουν αναφερθεί.
Φαγκρί	Δεν έχουν αναφερθεί.
Γατόψαρο	Ανορεξία, αυξημένη θνησιμότητα, ληθαργικότητα.

<u>Βιτ. Β12</u>	
Σολωμοειδή	Μικροκυτταρική υποχρωμική αναιμία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, ανορεξία, εύθρυπτα ερυθρά αιμοσφαίρια, σκουροχρωμία δέρματος.
Κυπρίνος	Δεν έχουν αναφερθεί.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλός αιματοκρίτης.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.

Χολίνη	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, λιπώδης διήθηση του ήπατος, μειωμένη μετατρεψιμότητα της τροφής, αιμορραγικός νεφρός και έντερο.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, λιπώδης διήθηση του ήπατος.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, διάταση του ήπατος, αιμορραγικός νεφρός και έντερο.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη, θνησιμότητα.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, γκρι-λευκό έντερο.

Ινοσιτόλη	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, διατεταμένη κοιλία, σκουροχρωμία δέρματος, αύξηση του χρόνου εκκένωσης του εντέρου.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, αλλοιώσεις / αιμορραγίες στο δέρμα και τα πτερύγια, απώλεια της βλεννογόνιας στιβάδας του δέρματος.
Γατόψαρο	Δεν έχουν αναφερθεί.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, γκρι-λευκό έντερο.

<u>Βιτ. C</u>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, επίδραση στη σύνθεση του κολλαγόνου, σκολίωση, λόρδωση, εσωτερικές αιμορραγίες, αιμορραγία στα πτερύγια, στρέβλωση και στρίψιμο των βραγχιακών νηματίων, χαμηλός αιματοκρίτης, κακή επούλωση τραυμάτων, αυξημένη θνησιμότητα.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, σκολίωση, λόρδωση, αυξημένη ευαισθησία στις ασθένειες, μειωμένα επίπεδα κολλαγόνου στα οστά, σύνδρομο της «σπασμένης ράχης», εσωτερικές και εξωτερικές αιμορραγίες, διάβρωση των πτερυγίων, σκουροχρωμία του δέρματος, ανορεξία.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, διάβρωση των πτερυγίων, της κεφαλής και της κάτω γνάθου.
Τιλάπια	Σκολίωση, λόρδωση, μειωμένη ανάπτυξη, κακή επούλωση τραυμάτων, εσωτερικές και εξωτερικές αιμορραγίες.

Βιτ. Α	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, εξόφθαλμος, αποχρωματισμός του δέρματος, πάχυνση και λεύκανση του επιθηλίου του κερατοειδούς, εκφύλιση του αμφιβληστροειδούς.
Κυπρίνος	Ανορεξία, αποχρωματισμός, αιμορραγία στο δέρμα και τα πτερύγια, εξόφθαλμος, δυσπλασία των βραγχιακών καλυμμάτων.
Γατόψαρο	Αποχρωματισμός, εξόφθαλμος και λεύκανση του κερατοειδούς, ατροφία, οίδημα, αιμορραγία στους νεφρούς, αυξημένη θνησιμότητα.
<u>Βιτ. D</u>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής, ανορεξία, τέτανος, αυξημένη συγκέντρωση λίπους στον μυ και το ήπαρ, αυξημένη συγκέντρωση T ₃ στο αίμα.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή συγκέντρωση τέφρας, φωσφόρου και ασβεστίου στο σώμα.

Βιτ. Κ	
Σολωμοειδή	Αύξηση του χρόνου πήξης του αίματος, αναιμία, αιμορραγίες στα βράγχια, τα μάτια και τους αγγειώδεις ιστούς.
Γατόψαρο	Δερματικές αιμορραγίες.
Βιτ. Ε	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, εξόφθαλμος, ασκίτης, αναιμία, βραγχιακές αλλοιώσεις και ωχρότητα, επικαρδίτιδα, εναπόθεση κηροειδούς στον σπλήνα, αυξημένη θνησιμότητα, αυξημένη συγκέντρωση υγρασίας και τέφρας στο σώμα, εύθρυπτα ερυθρά αιμοσφαίρια, βλάβη στους μύες και εκφύλιση, μειωμένη εκκολαψιμότητα αυγών.
Κυπρίνος	Μυϊκή δυστροφία, θνησιμότητα, εξόφθαλμος.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, υπερεκκριτική διάθεση, μυϊκή δυστροφία, αποχρωματισμός, λιπώδης διήθηση ήπατος, αναιμία, ατροφία παγκρεατικού ιστού, θνησιμότητα, εναπόθεση κηροειδούς στα αγγεία του ήπατος, σπληνική αιμοσιδήρωση.

- Κάτω από εντατικές συνθήκες εκτροφής και έλλειψης φυσικής τροφής, πενίες σε βιταμίνες μπορούν να εμφανισθούν στις παρακάτω περιπτώσεις :
- *Παρασκευή και φύλαξη τροφών*
- **I) Ριβοφλαβίνη** : Γενικά σταθερή σε ξηρά πολυβιταμινούχα μίγματα. Έχουν παρατηρηθεί απώλειες έως και 26% για τα πέλετς. Τροφές που περιέχουν ριβοφλαβίνη πρέπει να προστατεύονται από το έντονο φως / υπεριώδη ακτινοβολία (ευαίσθητη σε οξείδωση) και αλκαλικές συνθήκες.
- **II) Παντοθενικό οξύ** : Γενικά σταθερό σε ξηρά προμίγματα. Απώλειες έχουν βρεθεί έως και 10% κατά τη παρασκευή πέλετ.
- **III) Νιασίνη** : Γενικά σταθερή σε ξηρά προμίγματα. Απώλειες έως 20% κατά τη παρασκευή πέλετ. Παραμένει σταθερή μόνο εάν η τροφή διατηρείται σε δροσερό και ξηρό χώρο.
- **IV) Θειαμίνη** : Σταθερή σε ξηρά προμίγματα που δεν περιέχουν χολίνη ή ιχνοστοιχεία. Καταστρέφεται γρήγορα κάτω από αλκαλικές συνθήκες ή στη παρουσία σουλφιδίων. Η παρασκευή πέλετ και η αποθήκευση (7 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου) οδηγούν σε απώλειες 0-10% και 11-12%, αντίστοιχα.

- **V) Πυριδοξίνη** : Σταθερή σε ξηρά προμίγματα άνευ ιχνοστοιχείων. Τροφές με πυριδοξίνη χρειάζονται προστασία από το φως (UV), τη ζέστη και την υγρασία. Παρασκευή και Αποθήκευση (10 μήνες) απώλειες 7-10%.
- **VI) Βιοτίνη** : Γενικά σταθερή. Απώλειες 10% κατά τη παρασκευή πέλετ.
- **VII) Φολικό οξύ** : Πτώση δραστηριότητας κατά 43% μετά από 3 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου. Παρασκευή και αποθήκευση → απώλειες 3-10%. Ευαίσθητο στις οξειδώσεις κατά την αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες και κατά την έκθεση στο φως.
- **VIII) B12** : Αυξημένες θερμοκρασίες μειώνουν τη δράση της ιδιαίτερα σε παρουσία ελαφρά όξινων συνθηκών.
- **IX) Χολίνη** : Σταθερή. Μπορεί να μειώσει τη δράση άλλων βιταμινών.

- **X) Βιταμίνη C** : Χαμηλή σταθερότητα. Οξειδώνεται εύκολα παρουσία υγρασίας, ιχνοστοιχείων, αυξημένης θερμοκρασίας, φωτός και προϊόντων οξείδωσης (υπεροξειδία λιπών). Η σταθερότητα της εξαρτάται από το προϊόν στο οποίο εμπερικλείεται και τη μέθοδο παρασκευής του. Απώλειες έως και 90% έχουν αναφερθεί κατά τη παρασκευή πέλετ και ξήρανσής τους ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες παρασκευής. 70% απώλειες έχουν αναφερθεί κατά τη προσθήκη νερού στο μίγμα α' υλών για τη παρασκευή τροφών πριν τη δημιουργία πέλετ.
- Κατά τη παρασκευή και αποθήκευση κάτω από συνθήκες εκτροφής, απώλειες έως και 95% έχουν αναφερθεί. Παρ' όλα αυτά, αυτές οι απώλειες μπορούν να μειωθούν με τη χρήση πιο σταθερών μορφών βιταμίνης C.
- **XI) Βιταμίνη A** : Οξειδώνεται γρήγορα σε υψηλές θερμοκρασίες και στη παρουσία προϊόντων υπεροξείδωσης λιπών. Απώλειες έως 20% έχουν αναφερθεί κατά τη παρασκευή πέλετ. Αποθήκευση για 6 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου → απώλειες 53%. Η σταθερότητά της μπορεί να αυξηθεί με κατάλληλη αντιοξειδωτική θεραπεία.
- **XII) Βιταμίνη D** : Υψηλή σταθερότητα.

- **XIII) Βιταμίνη Κ** : Καλή σταθερότητα σε προμίγματα απουσία ιχνοστοιχείων. Κάτω από κάποιες συνθήκες παρασκευής, την αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία, το αλκαλικό pH και κάποια ιχνοστοιχεία επιτυγχάνουν τη καταστροφή της. Οι έτοιμες τροφές πρέπει να προστατεύονται από το φως για να μειώνονται οι απώλειες από οξειδωτικές διεργασίες.
- **XIV) Βιταμίνη Ε** : Σταθερή σε θερμοκρασίες χαμηλότερες του δωματίου. Η σταθερότητά της αυξάνεται όταν χρησιμοποιείται με μορφή οξειδίου, είναι όμως επιρρεπής σε οξειδώσεις κατά την αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες και στη παρουσία οξειδωτικών παραγόντων.

- *Απώλειες υδατοδιαλυτών βιταμινών στο νερό*
- Σε αντίθεση με τις λιποδιαλυτές βιταμίνες (A,D,E,K), οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες μπορούν εύκολα να χαθούν από τη τροφή πριν από τη κατάποσή της από τα ψάρια.
- Γενικά, όσο μικρότερο είναι το μέγεθος της χορηγούμενης τροφής και όσο μεγαλύτερος ο χρόνος παραμονής της στο νερό πριν την κατάποσή της, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες των υδατοδιαλυτών στοιχείων.
- Έτσι απώλειες έχουν περιγραφεί δια αυτής της οδού 30-50% για τη βιταμίνη C, 5-20% για το παντοθειικό οξύ, 0-27% για το φολικό οξύ, 0-17% για τη θιαμίνη, 3-13% για τη πυριδοξίνη, μετά από 10 δευτερόλεπτα παραμονής της τροφής στο νερό.

- Διαταραχές λόγω παρουσίας αντι-βιταμινικών παραγόντων στη τροφή
- I) Ανιδίνη : Θερμοευαίσθητος αντι-βιοτινικός παράγοντας στο άψητο ασπράδι του αυγού. Καταστρέφεται εύκολα με τη θερμοκρασία.
- II) Θειαμινάση : Θερμοευαίσθητος αντι-θειαμινικός παράγοντας που βρίσκεται σε άψητα ψάρια, οστρακοειδή κ.ά. Αύξηση της θερμοκρασίας των α' υλών την καθιστά ανενεργή, ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πιο σταθερή μορφή θειαμίνης στην τροφή.
- III) **Αντι-βιταμινικοί Α, Ε, D, και Β12** παράγοντες παρόντες στον ωμό κορμό της σόγιας. Αδρανοποιούνται με θέρμανση.
- IV) **Αντι-πυριδοξινικοί** παράγοντες παρόντες στον λιναρόσπορο. Αδρανοποιούνται δια της θέρμανσης.

- Διαταραχές λόγω προσθήκης αντιβιοτικών στη τροφή
- Η χρήση αντιβιοτικών στη τροφή για τη θεραπεία ασθενειών μπορεί ως συνέπεια να οδηγήσει στη καταστροφή της μικροχλωρίδας τους εντέρου των ψαριών που σε παμφάγα / χορτοφάγα είδη ψαριών πιστεύεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση βιταμινών και τη κάλυψη των αναγκών των ψαριών (κυπρίνος, τιλάπια, γατόψαρο → B12, φολικό οξύ και πιθανά βιοτίνη, θειαμίνη και βιταμίνη K).

Τοξικότητα των βιταμινών της τροφής

Σε αντίθεση με τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, τα ψάρια συσσωρεύουν λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E, K) κάτω από συνθήκες υπερχορήγησής τους. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες η συσσώρευση είναι τέτοια που μπορεί να προκληθεί υπερβιταμίνωση. Αν και μια τέτοια κατάσταση είναι σπάνια σε συνθήκες εκτροφής, υπερβιταμίνωση έχει προκληθεί πειραματικά, με τα ακόλουθα συμπτώματα (Πίνακας 10) :

Βιταμίνη /	Συμπτώματα
Είδος ψαριού	
<u>Βιτ. A</u>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη και αιματοκρίτης, σοβαρή νέκρωση και διάβρωση των πτερυγίων, σκολίωση, λόρδωση, αυξημένη θνησιμότητα, ήπαρ ωχροκίτρινο και εύθρυπτο, μείωση του λίπους στο σώμα.
<u>Βιτ. D</u>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, ληθαργικότητα, σκουροχρωμία.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής.
<u>Βιτ. E</u>	
Διάφορα είδη	Μειωμένη ανάπτυξη, τοξικές αντιδράσεις στο ήπαρ, θνησιμότητα.

Αντιδιαιτητικοί παράγοντες σε φυτικές Α' ύλες

- Η παρουσία ενδογενών αντι-διαιτητικών παραγόντων σε φυτικές α' ύλες είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που περιορίζει τη χρήση τους σε μεγάλες ποσότητες στις τεχνητές τροφές. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 11) παρουσιάζει περιληπτικά τις κύριες κατηγορίες αυτών των παραγόντων στις φυτικές α' ύλες.

Είδος παράγοντα	Ουσίες
Πρωτεΐνες	Αναστολείς πρωτεασών
	Αιμαγλουτινίνες
Γλυκοσίδες	Ουσίες που προκαλούν υπερθυρεοειδισμό
	Ουσίες που προκαλούν δηλητηρίαση από κυάνιο
	Σαπωνίνες
	Οιστρογόνα
Φαινόλες	Γοσυπόλη
	Ταννίνες
Διάφορες	Αντι- μακρο- και ιχνο- στοιχεία
	Αντι-βιταμινικές
	Αντι-ενζυμικές
	Αλλεργιογόνα
	Καρκινογόνα μικροβιακής / φυτικής προέλευσης
	Τοξικά αμινοξέα

- Αν και η τοξικότητα αυτών των παραγόντων ποικίλλει, ένα μεγάλο ποσοστό μπορεί να καταστραφεί ή αδρανοποιηθεί με θέρμανση.
- Δυστυχώς δεν έχουν γίνει τοξικολογικές εξετάσεις για τη πλειοψηφία αυτών των ουσιών.
- Γενικά όμως, η παρουσία τους σε μη επεξεργασμένες α' ύλες συνήθως καταλήγει σε ανορεξία, πτώση ανάπτυξης και χαμηλούς δείκτες μετατρεψιμότητας τροφής όταν χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες στη τροφή.

Τυχαίοι τοξικοί παράγοντες στις Α' ύλες

- Διατροφικά νοσήματα μπορούν να αναπτυχθούν από τη παρουσία συγκεκριμένων τυχαίων τοξικών παραγόντων ή επιμολύνσεων σε συγκεκριμένες α' ύλες. Σ' αυτούς τους παράγοντες συμπεριλαμβάνονται :
 - **α) Θεμιτές προσθήκες :**
 - - Συσσωματοποιητές και σταθεροποιητές (μαστίχες, καρβοξυμεθυλική αλκοόλη).
 - - Χημειοθεραπευτικά (αντιβιοτικά, σουλφοναμίδες, νιτροφουράνια, αρσενικό οξύ).
 - - Επιταχυντές ανάπτυξης (όπως παραπάνω και αναβολικά, συνθετικά ανδρογόνα).
 - **β) Τοξικοί παράγοντες που δημιουργούνται κατά τη παρασκευή τροφών :**
 - - Υπολείμματα διαλυτών παρόντα μετά από επεξεργασία ελαιωδών καρπών με διαλύτες (χλωριούχο μεθυλένιο, διχλωροαιθυλένιο, τριχλωροαιθυλένιο, ακετόνη, ισοπροπυλική αλκοόλη).
 - - Λίπη κατεστραμμένα από την οξείδωση ή το ζέσταμα (υπεροξείδωση, οξειδωτικά προϊόντα).

■ **γ) Μολύνσεις από μικροοργανισμούς :**

- - τοξίνες πρωτοζώων από χαλασμένα ψάρια
- - τοξίνες αλγών από οστρακοειδή / ψάρια
- - τοξίνες μυκήτων σε αποθηκευμένες τροφές (π.χ. αφλατοξίνες)
- - τοξίνες βακτηρίων από μολυσμένες α' ύλες
- - παθογόνα (ζωντανά βακτήρια, ιοί και μύκητες).

■ **δ) Μολύνσεις από συνθετικές ουσίες :**

- - υπολείμματα εντομοκτόνων (χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες)
- - οργανοχλωρικά (πολυχλωριωμένα διφαινύλια)
- - πετρελαιοειδή
- - βαρέα μέταλλα

- Συμπερασματικά, οι πιο σοβαρές και συχνότερα απαντώμενες παθολογικές καταστάσεις που οφείλονται σε διαιτητικούς παράγοντες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 12):

Παθολογική κατάσταση	Διαιτητική ανισορροπία
<u>Σκολίωση / λόρδωση</u>	
Έλλειψη	Τρυπτοφάνης, μαγνησίου, φωσφόρου, Βιτ. C
Τοξίκωση	Μολύβδου, καδμίου, Βιτ. A, οξειδωμένων ιχθυελαίων.
Καταρράκτης	
Έλλειψη	Μεθειονίνης, τρυπτοφάνης, ψευδαργύρου, μαγνησίου, χαλκού, σεληνίου, μαγγανίου, Βιτ. A, ριβοφλαβίνης.
Τοξίκωση	Χολίνης, οξειδωμένων ιχθυελαίων.
Διάβρωση πτερυγίων	
Έλλειψη	Λυσίνης, τρυπτοφάνης, ψευδαργύρου, ριβοφλαβίνης, ινοσιτόλης, νιασίνης, Βιτ. C.
Τοξίκωση	Μολύβδου, Βιτ. A.
Λιπώδης διήθηση ήπατος	
Έλλειψη	Χολίνης, απαραίτητων λιπαρών οξέων.
Τοξίκωση	Οξειδωμένων ιχθυελαίων.
Εξόφθαλμος	
Έλλειψη	Παντοθενικού οξέος, νιασίνης, φολικού οξέος, Βιτ. A και E.
Τοξίκωση	Οξειδωμένων ιχθυελαίων.
<u>Αιμορραγία δέρματος/πτερυγίων</u>	
Έλλειψη	Ριβοφλαβίνης, παντοθενικού οξέος, νιασίνης, θειαμίνης, ινοσιτόλης, Βιτ. A, K και C.
Τοξίκωση	Οξειδωμένων ιχθυελαίων.