

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΦΑΡΜΑΚΑ

Δ. Χατζηπαύλου-Λίτινα, καθηγήτρια

Θεσσαλονίκη 2011

Μολυβδαίνιο Mo Ατομικό βάρος 95.95

Καθαρό Mo για πρώτη φορά παραλήφθηκε το 1780 από τον Hjelm. Στην φύση βρίσκεται σαν μολυβδαινίτης MoS_2 . Είναι σταθερό στον αέρα, ενώ θερμαινόμενο σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των $600\text{ }^\circ\text{C}$ μετατρέπεται σε τριοξειδίο. Διαλύεται στο νιτρικό οξύ αλλά όχι στο υδροχλωρικό, υδροφθορικό και αραιό θειικό οξύ. Στο πυκνό θειικό οξύ διαλύεται χρωματίζοντας κυανούν το διάλυμα. Θέρμανση του διαλύματος οδηγεί σε απελευθέρωση SO_2 και καθίζηση τριοξειδίου του Mo.

Ταυτοποίηση:

1. Θέρμανση ξηρής ένωσης του Mo παρουσία π.θειικού οξέος πάνω σε φύλλο Pt, οδηγεί στην εμφάνιση κυανού υπολείμματος, μετά την πλήρη απομάκρυνση του οξέος.
2. Διάλυμα άλατος κατεργαζόμενο με Zn και H_2SO_4 εμφανίζει κυανούν χρώμα που σταδιακά μετατρέπεται σε καστανό.

Φυσιολογική-Φαρμακολογική συμπεριφορά / Δράση-Χρήση

Σαν ενεργοποιητής παρεμβαίνει σε ένα αριθμό ενζύμων, μεταξύ των οποίων η ξανθινοξειδάση και η αλκοολική δευδρογενάση. Η δράση του σ'αυτά είναι στενά συνυφασμένη με εκείνη του Cu και του Fe.

Η δράση της ξανθινοξειδάσης στα ζώα (αιγοπρόβατα-βοοειδή) καταστέλλεται σοβαρά όταν η λήψη του μέσω της διατροφής τους είναι ανεπαρκής, με αποτέλεσμα την εμφάνιση νεφρολιθιάσεων και αυξημένης αποβολής ξανθινών.

Συνήθως η παρουσία του Mo σε όσπρια, δημητριακά είναι ικανοποιητική ώστε να καλύπτει διαιτητικές ανάγκες μίας φυσιολογικής ανθρώπινης διατροφής. Παρ' όλο που η έλλειψη του δεν προκαλεί ένα αναγνωρίσιμο κλινικό σύνδρομο, η επίδραση του Mo στην καλή κατάσταση των δοντιών είναι γεγονός. Έτσι σε περιοχές που τα εκτρεφόμενα θηλαστικά παρουσιάζουν συμπτώματα έλλειψης Mo, είναι υψηλή και η παρουσία τερηδόνας και κακής οδοντικής κατάστασης στα παιδιά.

Απουσία ή μείωση των αποθεμάτων του στοιχείου από το έδαφος λόγω ξηρασίας, καταιγίδων, αλλαγών κλιματικών μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές αλλοιώσεις και βλάβες της πανίδας και της χλωρίδας αντίστοιχα.

Τόσο το Mo όσο και τα άλατα του δεν είναι τοξικά.

Οξειδίο του Mo (3 mg) μαζί με FeSO₄ (195 mg), με την μορφή συμπλόκου, χορηγούνται σαν δισκία (Mol-Iron) σε περιπτώσεις αναιμίας.

Στη βιομηχανία η χρήση του Mo είναι σημαντική για την σκλήρυνση του ατσαλιού σε κράματα υψηλής ποιότητα, στην υαλουργία, χρωματοουργία και κεραμική.

Κοβάλτιο Co Ατομικό βάρος 58.93

Εκτός από την βιομηχανική του εφαρμογή το Co χρησιμοποιείται για θεραπευτικούς σκοπούς σαν ραδιενεργό ισότοπο Co ⁶⁰ για ακτινοβολίες στην αντιμετώπιση του καρκίνου, ενώ το Co₃O₄ σαν στυπτικό.

Όπως αναφαίνεται από το όνομα της κοβαλαμίνης και υδροξυ-κοβαλαμίνης, κοβάλτιο περιέχεται στο μόριο της βιταμίνης B₁₂ και αυτό αποδεικνύει και πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος του για την ζωή.

Ταυτόχρονα όμως συμμετέχει σαν ενεργοποιητής και άλλων ενζύμων που δεν σχετίζονται με την βιταμίνη B₁₂.

Ανόργανα άλατα του ρυθμίζουν την παραγωγή των ερυθροκυττάρων επειδή αναστέλλοντας πιθανόν, τα οξειδωτικά ένζυμα, επάγουν την ανοξία του μυελού των οστών και προάγουν έτσι την παραγωγή της ερυθροποιητίνης. Περίσσεια ή έλλειψη του μπορεί να καταστείλλει την θυροειδική δραστηριότητα.

Η προσθήκη χλωριούχου κοβαλτίου στην μπύρα για να αυξήσει τον αφρισμό, είχε σαν αποτέλεσμα σοβαρές καρδιοπάθειες στην περιοχή του Quebec, συνέπεια της τοξικής επίδρασης του Co.

Άλατα Co όταν δίνονται παρεντερικά, προκαλούν σημαντικά προβλήματα από το κυκλοφοριακό. Λόγω της βλαπτικής δράσης του στα αγγειακά τοιχώματα, παρατηρείται απότομα πτώση της πίεσης του αίματος. Διεγείρει το ΚΝΣ οδηγώντας σε σπαστικές καταστάσεις, τετανία και παράλυση. Η λήψη από το στόμα προκαλεί εμέτους και διάρροια. Η απορρόφηση είναι ταχύτερη από την εντερική οδό και η αποβολή γίνεται εκτεταμένα από τα ούρα, με αποτέλεσμα την εκδήλωση νεφρίτιδας από την καταστροφή του νεφρικού παρεγχύματος.

Η δηλητηρίαση από Co αντιμετωπίζεται με χηλικά μέσα (Co.EDTA,

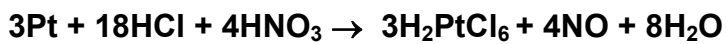
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ενώ οι ενώσεις του με αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν χηλικά αντίδοτα π.χ σε δηλητηρίαση από $-\text{CN}$.

Λευκόχρυσος Pt Ατομικό βάρος 195,09

Ο λευκόχρυσος είναι στοιχείο σταθερό στον αέρα που ανήκει στην 5^η περίοδο, 8^η ομάδα του περιοδικού πίνακα. Εμφανίζεται με σθένος 2+ και 4+.

Στη φύση απαντάται με την μορφή του PtS_2 .

Δεν αντιδρά με το O_2 . Διαλύεται στο θερμό βασιλικό νερό δίνοντας H_2PtCl_6 που με $6\text{H}_2\text{O}$ κρυσταλλώνεται, ενώ δεν διαλύεται τόσο στο HCl



όσο και στο HNO_3 . Η προσθήκη Zn σε διάλυμα άλατος του ,το ανάγει, δίνοντας μία σκούρα σκόνη. Με θέρμανση σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 400°C αντιδρά με το χλώριο και δίνει χλωρίδιο. Επίσης προσβάλλεται από τα As , S , P , ενώ τα θερμά αλκάλια KNO_3 ή NaNO_3 αντιδρούν με τον λευκόχρυσο αμέσως. Σε πορώδη κατάσταση απορροφά διάφορα αέρια π.χ H διασπώντας τα σε ατομική κατάσταση χρησιμοποιούμενος σαν καταλύτης με την μορφή αυτή.

Το H_2PtCl_6 συμπεριφέρεται σαν διπρωτικό οξύ αντιδρώντας με KCl ή NH_4Cl . Το $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ πυρούμενο δίνει πορώδη Pt , αντίθετα από το οξύ που πυρούμενο στους 165°C σε ρεύμα HCl δίνει PtCl_4 και συνεχίζοντας στους 580°C δίνει PtCl_2 .

Τα άλατα του είναι δυσδιάλυτα στο νερό και στην αιθανόλη.

Γενικά ο αριθμός των μη συμπλόκων ενώσεων του Pt είναι περιορισμένος.

Φαρμακευτική χρήση βρίσκουν κύρια σύμπλοκες ή οργανομεταλλικές ενώσεις του Pt (Platinol) στην χημειοθεραπεία του καρκίνου. Εφαρμογή του γίνεται στην οδοντοτεχνία.

Θάλλιο Tl Ατομικό βάρος 204.39

Η ανακάλυψη του έγινε το 1841 από τον Crookes που του έδωσε και το όνομα του, από την Ελληνική λέξη " θαλλός " (thallos= νέο, πράσινο βλαστάρι). Στην φύση βρίσκεται σαν $(\text{CuTlAg})_2\text{S}$, TlAsS_2 , TlAs_2Sb_5 και σε μικρά ποσά σε πυρίτες και στον αιματίτη.

Φυσικές ιδιότητες

Το χρώμα του θυμίζει το αντίστοιχο του μολύβδου ενώ στην σκληρότητα μοιάζει με το Na.

Χημικές ιδιότητες

Ενώ σε υγρό αέρα οξειδώνεται, παραμένει σταθερό όταν κρατείται μέσα στο νερό. Από το HNO_3 και H_2SO_4 προσβάλλεται ενώ διαλύεται λίγο στο HCl . Ο κύριος λόγος είναι το επιφανειακό στρώμα χλωριδίου που σχηματίζεται και καλύπτει το Tl καθιστώντας δύσκολη την περαιτέρω προσβολή και διάλυση.

Εμφανίζεται σαν μονοσθενές και τρισθενές. Όπως ο Au το τρισθενές Tl σχηματίζει σταθερά σύμπλοκα.

Από τις ενώσεις το $\text{Tl}_2(\text{SO}_4)_3$ καθώς και το οξικό Tl χρησιμοποιήθηκαν σαν αποτριχωτικά αλλά λόγω της μεγάλης τοξικότητάς τους αποσύρθηκαν. Ακόμη όμως τα άλατα του εφαρμόζονται σαν εντομοκτόνα και κατά των τρωκτικών. Το χλωρίδιο συνδυασμένο με ραδιοεπισημασμένο Tl^{201} ενιέμενο ενδοφλέβια χρησιμοποιείται στην ραδιογνωστική εξέταση της καρδιάς.

Σαν μέταλλο μαλακό που κατεργάζεται εύκολα χρησιμοποιείται για κατασκευή φακών και σε κράματα με Ag ή Pb.

Τοξικότητα

Από μόνο του δεν είναι υπεύθυνο για δηλητηριάσεις σε εργασιακούς χώρους. Τα άλατα του όμως είναι εκούσια ή ακούσια υπεύθυνα για αυτοκτονίες, φόνους ή ατυχήματα. Απορροφάται ταχύτατα από το δέρμα και τον εντερικό σωλήνα ενώ η αποβολή του γίνεται βραδύτατα (η ημιπερίοδος ζωής του είναι 1 μήνας), από τα ούρα και τα κόπρανα.

Τα φαινόμενα της οξείας τοξικότητας εκδηλώνονται από το πεπτικό και νευρικό σύστημα (σπασμοί, παράλυση, απώλεια αναπνοής, διάρροια με αίμα). Το πρώτο χαρακτηριστικό της χρόνιας τοξικότητας είναι η απώλεια των μαλλιών. Κερατίτιδα, καταρράκτης και ατροφία του οπτικού νεύρου είναι επίσης δυνατόν να προκληθεί.

Αντιμετώπιση της δηλητηρίασης γίνεται με τριέξυ-φαινιδύλιο και διμερκαπρόλη. Το πρώτο καταπολεμά τον τρόμο (από τα πρώτα εκδηλούμενα σημεία της δηλητηρίασης με το TI), ενώ η διμερκαπρόλη βοηθά στην αποτοξίνωση. Η επιλογή της διμερκαπρόλης και της φαινυλο-διθειοκαρβαζόνης δεν είναι πολύ επιτυχημένη, αφού αμφότερες οι χηλικές ενώσεις είναι τοξικές και λιπόφιλες, δυνάμενες να περάσουν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό προκαλώντας βλάβες σε εγκεφαλικές λειτουργίες.

Περισσότερο επιτυχημένη είναι η από του στόματος χορήγηση του κυανού του Βερολίνου (σιδηρο-κυανιούχο κάλιο), το οποίο στον εντερικό σωλήνα ανταλλάσσει το κάλιο με το θάλλιο. Οι αντίστοιχες ενώσεις δεν απορροφούνται και αποβάλλονται με τα κόπρανα.

Κάδμιο Cd Ατομικό βάρος 112.41

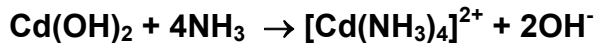
Η παρουσία του έγινε αντιληπτή για πρώτη φορά από τον Stroymeyer το 1817 στα υπολλείματα φρύξης κόνεως Zn. Σαν CdCo₃ ή σουλφίδιο συνυπάρχει στα ορυκτά του Zn.

Φυσικές ιδιότητες:

Είναι λευκό με λάμψη κυανή, σταθερό στον ξηρό αέρα ενώ είναι ευαίσθητο σε συνθήκες υγρασίας καλυπτόμενος επιφανειακά από στρώμα οξειδίου. Δεν διαλύεται στο νερό.

Χημικές ιδιότητες:

$Cd^{2+} + S^{2-} \rightarrow [pH > 7] CdS$ (ανοικτό κίτρινο ίζημα που διαλύεται σε αλκαλικά σουλφίδια παρουσία αραιού HCl εν ψυχρώ π.χ Na₂S, διαφέροντας έτσι από τα As₂S₃ και ZnS. Αντίθετα δεν διαλύεται στο NaOH, KOH. Η αντίδραση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν **μέθοδος ταυτοποίησης**.



Φυσιολογική-Φαρμακολογική δράση/ Τοξικότητα.

Μοιάζει πολύ στην συμπεριφορά με το ιόν του Zn αλλά είναι τοξικότερο. Το Cd και τα άλατα του λαμβανόμενα εσωτερικά, προκαλούν έμετο. Με το HCl του στομάχου το Cd αντιδρά δίνοντας χλωρίδιο που είναι αδιάλυτο. Το χλωρίδιο είναι πολύ ισχυρό εμετικό. Οι συστηματικές του εκδηλώσεις θυμίζουν Hg και ο θάνατος με διακοπή της αναπνοής εκδηλώνεται μετά την απορρόφηση. Ατύχημα από δηλητηρίαση με Cd στην βιομηχανία είναι αποτέλεσμα εισπνοής ατμών Cd ή σκόνης. Στην οξεία δηλητηρίαση περιλαμβάνεται ερεθισμός των ματιών, ναυτία και δύσπνοια με πόνο στο στήθος. Η πλέον επικίνδυνη επιπλοκή είναι η βρογχοπνευμονία που μπορεί να αποβεί μοιραία. Η χρόνια δηλητηρίαση σχετίζεται με καταστροφή του ήπατος και των νεφρών. Αντιμετώπιση και απομάκρυνση γίνεται με χηλικά μέσα.

CdSO₄ χρησιμοποιείται σαν κολλύριο λόγω της αντισηπτικής και αντιμυκητικής δράσης του ανιόντος.

CdCl₂ 1% σε αλκοόλη 30% βρίσκει τοπική χρήση κατά των λειχηνών και δερματοφυτών.

CdS (Carsebom) με την μορφή σαμπουάν χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση της σμηγματογενούς δερματίτιδας, ανακουφίζοντας από την λιπαρότητα αλλά χωρίς να αποθεραπεύει. Πλεονεκτεί του Selsun επειδή δεν ερεθίζει τον επιπεφυκότα. Καθημερινή εφαρμογή επί 7ημέρες τοπικά με την μορφή 1% αιωρήματος (σαν σαμπουάν) είναι ικανοποιητική. Σήμερα το Cd δεν βρίσκει θεραπευτική εφαρμογή παρά μόνον σαν CdS κατά της πιτυρίδας.

Σελήνιο Se Ατομικό βάρος 78.96

Το Se βρέθηκε στο επίκεντρο συζητήσεων για πολλά χρόνια. Είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι είναι τοξική ουσία αλλά ταυτόχρονα αποτελεί ιχνοστοιχείο ζωής.

Στοιχείο της VI ομάδας. Εμφανίζεται σαν δισθενές ανιόν. Βρίσκεται σε μικρά ποσά στην φύση μαζί με Ag, Au, Pb, Bi, Cu. Επίσης ακολουθώντας συνήθως το S στα θειούχα ορυκτά του (εξ ου και το όνομα του, δορυφόρος). Εξάγεται από τις κόνιες καμινάδων φρύξεως των θειούχων ορυκτών των προηγούμενων στοιχείων. Η κόνις κατεργάζεται με υδατικό διάλυμα KCN δίνοντας σεληνοκυανιούχο κάλιο. Αυτό κατεργαζόμενο με HCl ελευθερώνει Se (ερυθρό και άμορφο).

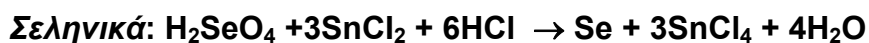
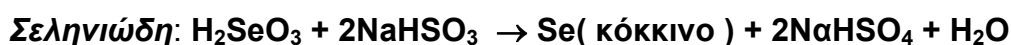
Διαλύεται σε CS₂. Από το διάλυμα αυτό με θέρμανση και εξάτμιση στους 200-220 °C λαμβάνεται μεταλλικό Se.

Λόγω της σημαντικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του η οποία αυξάνεται με την επίδραση φωτός, χρησιμοποιείται σαν φωτοκύτταρο.

Οι ιδιότητες του είναι ανάλογες του S. Για παράδειγμα με θειικό οξύ δίνει SeO₂, με νιτρικό οξύ H₂SeO₄, με το οξυγόνο SeO₂.

Το H₂Se είναι τοξικό και σε ίχνη απορροφάται από το δέρμα (δίνει δυσοσμία στον ιδρώτα και στην εκπνοή). Παραμένει επί μακρόν στον οργανισμό διότι αργεί να αποβληθεί. Μέσα στο νερό συμπεριφέρεται σαν λίαν ασθενές διπρωτικό οξύ.

Ταυτοποίηση



Φυσιολογική-φαρμακολογική συμπεριφορά και τοξική δράση.

Είναι ενεργοποιητής σε ένα μεγάλο αριθμό ενζύμων που συνεργάζονται με την τοκοφερόλη-βιταμίνη E να συγκρατήσουν την ακεραιότητα κυτταρικών και ενδοκυτταρικών μεμβρανών και να συνθέσουν ανοσοσφαιρίνες και κάποιες άλλες πρωτεΐνες. Σε φυσιολογικά επίπεδα διευκολύνει την μετατροπή των -SH σε -S-S- αλλά σε μεγάλες ποσότητες το σεληνιώδες ιόν εμποδίζει τον ανασχηματισμό των -SH

και αυτή η δράση είναι ένας πιθανός λόγος για την τοξικότητα του. Η φυσιολογική του συμπεριφορά μοιάζει με του As.

Η δηλητηρίαση από Se στους βιομηχανικούς εργάτες παρ'όλη την τοξικότητα του δεν είναι πολύ συχνή. Ανόργανες ενώσεις του Se προκαλούν δερματίτιδα και σοβαρά εγκαύματα αν πέσουν στο δέρμα. Στην χρόνια δηλητηρίαση περιλαμβάνονται ερεθισμοί των ανωτέρων αναπνευστικών οδών και του γαστρεντερικού καθώς και μία σκορωδώδης οσμή (garlic) στην αναπνοή.

Μαζική δηλητηρίαση από Se συνέβη στην νοτιοανατολική Αφρική σε ζώα και από την βρώση φυτού που παρελάμβανε το Se από το πλούσιο υπέδαφος του. Χρόνια ή οξεία τοξικότητα εκδηλώνεται με τύφλωση ή μειωμένη όραση, αταξία και παράλυση. Ένα άλλο σημαντικό σύμπτωμα της τοξικότητας του είναι η απώλεια των τριχών.

Παρουσιάζει αντικαρκινική δράση και μπορεί να προσφέρει ως ένα βαθμό προστασία από τις τοξικές δράσεις άλλων βαρέων μετάλλων.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το Se μπορεί να βελτιώσει το ομολογουμένως αμφισβητούμενο κέρδος από την βιταμίνη E σε ασθενείς με καρδιακές παθήσεις, αρθρίτιδα κ.λ.π.

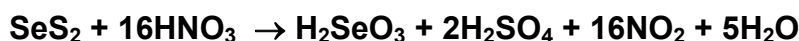
Selenium sulphide SeS₂

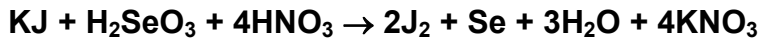
Είναι ισχυρό αντισημηματογόνο. Σαν Selsun σαμπουάν 2.5% χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της σημηματογενούς δερματίτιδας σε ποσοστά 85-95% (pityriasis circinata) μία φλεγμονώδης κατάσταση που επηρεάζει το θυλάκιο των τριχών και τους σημηματογόνους αδένες.

Υπερλειουργία αυτών έχει σαν συνέπεια την λιπαρή εμφάνιση του τριχωτού της κεφαλής. Λαμβανόμενο εσωτερικά ή αν υπάρχει λύση της συνέχειας του δέρματος είναι εξαιρετικά τοξικό, προσβάλλοντας ήπαρ και νεφρούς.

Είναι ένωση με έντονο πορτοκαλλί χρώμα, άγευστη και αδιάλυτη στο νερό και στους οργανικούς διαλύτες.

Ποιοτικός-Ποσοτικός έλεγχος





Εκμετάλλευση της σειράς αυτής των αντιδράσεων γίνεται στον ποσοτικό προσδιορισμό του SeS_2 όπου το παραγόμενο ιώδιο ογκομετρείται με N/10 διάλυμα θειοθειικού νατρίου παρουσία αμύλου.

Χαλκός Cu Ατομικό βάρος 56

Ο χαλκός είναι ένα πολύ γνωστό μέταλλο, καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, λίγο κατώτερος του Ag. Βρίσκει εφαρμογή στην ηλεκτρική βιομηχανία και σε οικιακές εφαρμογές π.χ σκεύη μαγειρικά και άλλα οικοσκευή. Συμμετέχει σε κράματα και μίγματα και είναι το υλικό που προτιμάται για αγωγούς αερίου και ύδρευσης. Άλατα Cu έχουν χρησιμοποιηθεί για να σκοτώνουν φύκη και λειχήνες σε δεξαμενές νερού και σαν εντομοκτόνα.

Ο χαλκός είναι απαραίτητος για την ζωή είναι ενεργοποιητής σε μεγάλο αριθμό ενζύμων π.χ κερουλοπλασμίνη, κυτόχρωμα-C-οξειδάση, ντοπαμινο-β-υδροξυλάση, μονοαμινο-οξειδάση, τυροσινάση, ξανθινοξειδάση.

Είναι συστατικό αριθμού πρωτεϊνών των οποίων οι λειτουργίες δεν έχουν διαλευκανθεί ακόμη αλλά των οποίων η θέση στους ιστούς γίνεται ενδεικτική από τα ονόματα τους (εγκεφαλοκουπρεΐνη, ηπατοκουπρεΐνη, κυτοχονδροκουπρεΐνη). Η παραγωγή αιμοσφαιρίνης δεν μπορεί να προχωρήσει απουσία Cu, πιθανόν επειδή δεσμεύεται η σύνθεση της σφαιρίνης. Ίσως επίσης ο Cu να βοηθά την ελευθέρωση του Fe από το συκώτι και άλλους ιστούς στους οποίους αποθηκεύεται.

Με τις συνήθεις διαιτητικές συνθήκες ο λαμβανόμενος Cu που φθάνει στους ιστούς προσεγγίζει τα επίπεδα που χαρακτηρίζονται σαν ικανοποιητικά για τις ενζυμικές λειτουργίες. Τα φαινόμενα έλλειψης εμφανίζονται έντονα στα οικόσιτα και εκτρεφόμενα σε αγροκτήματα ζώα.

Προκαλώντας εκδηλώσεις αναιμίας, επηρεάζει το τρίχωμα και την χρώση του και το χαρακτηριστικότερο όλων, την παρά φύση κοίλη προς τα έσω ράχη των αλόγων για παράδειγμα.

Η επίδραση στο χρώμα είναι συνέπεια της βλάβης της δράσης της τυροσινάσης (η τυροσίνη είναι προκαταρκτική της μελανίνης) ενώ η δράση στην αορτή είναι αποτέλεσμα της λέπτυνσης του από ελαστίνη τοιχώματος των αγγείων.

Η παρά φύση κοίλη προς τα έσω ράχη των ζώων σχετίζεται με την έλλειψη του Cu ως ενεργοποιητού από σειρά ενζύμων π.χ cytochrome- C-οξειδάση.

Υπερκατανάλωση του μπιζελιού *Lathyrus sativus* τόσο από ζώα όσο και από τον άνθρωπο σε περιόδους ξηρασίας σε πτωχές χώρες όπου χρησιμεύει σαν εναλλακτικό άλλων καλλιεργειών, αναπτύσσει έλλειψη Cu, που ονομάζεται λαθουρισμός και η άμεση αιτία από την έλλειψη Cu είναι το β-αμινοπροπιονιτρίλιο. Συμπτώματα: αδυναμία, σπαστική παράλυση και σκελετικές δυσμορφίες. Ανεπαρκής είναι και η παραγωγή ελαστίνης στις αρτηρίες.

Το μεγαλύτερο μέρος του χαλκού που λαμβάνεται με την διαίτα αποβάλλεται στα κόπρανα ένα μικρό μέρος απορροφάται από το ανώτερο τμήμα του λεπτού εντέρου. Συνδέεται με την αλβουμίνη του πλάσματος για να μεταφερθεί στο συκώτι όπου ενούμενος με την σφαιρίνη σχηματίζει το ένζυμο κερουλοπλασμίνη. Το ένζυμο ελευθερώνεται στην κυκλοφορία και το 95% του Cu του πλάσματος βρίσκεται ενωμένο σαν κερουλοπλασμίνη.

Τα υπόλοιπα 5 % είναι συνδεδεμένα με αλβουμίνη. Στα άτομα που δεν μπορούν για κληρονομικούς λόγους να συνθέσουν κερουλοπλασμίνη, ο ελεύθερος Cu αποθηκεύεται στους ιστούς τους, ιδιαίτερα συκώτι, νεφρά, δέρμα και γάγγλια (νόσος Wilson).

Ενώ ο μεταλλικός Cu είναι μη τοξικός, τα άλατα του είναι και αν ληφθούν εσωτερικά προκαλούν εμέτους, διάρροια, κωλικούς και εξάντληση.

Αυτά τα δύο συμπτώματα (έμεση- διάρροια) μπορούν να δουλέψουν ταυτόχρονα στην κατεύθυνση της βοήθειας και να σώσουν την ζωή του θύματος. 'Αν απορροφηθούν και περάσουν στην κυκλοφορία μπορούν να διεγείρουν το κέντρο του εμέτου φθάνοντας εκεί. Επίσης η εκδήλωση σπασμών και αιματουρίας είναι συνήθεις.