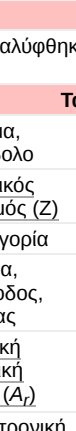
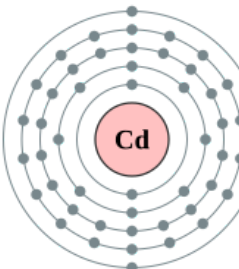


Αν και το κάδμιο έχει συνήθως κατάσταση οξειδωσης +2, υπάρχει επίσης και στην κατάσταση +1. Το κάδμιο και οι συγγενικές ενώσεις δεν θεωρούνται πάντοτε μέταλλα μετάβασης, καθώς δεν έχουν καλυμμένα τα κελύφη ηλεκτρονίων d ή f, στις στοιχειακές ή κοινές καταστάσεις οξειδωσης.^[6] Το κάδμιο καίγεται στον αέρα για να σχηματίσει το καφετί άμορφο οξείδιο του καδμίου (CdO). Η κρυσταλλική μορφή αυτής της ένωσης έχει σκούρο κόκκινο χρωματισμό που αλλάζει χρώμα όταν θερμαίνεται, παρόμοιο με το οξείδιο του ψευδαργύρου. Υδροχλωρικό οξύ,

Κάδμιο	
<div> <div> <div>Zn</div> <div>↑</div> <div>Cd</div> <div>↓</div> <div>Hg</div> </div> <div> <div> <div></div> <div>Ασήμι ← Κάδμιο → Ίνδιο</div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div>Περιοδικός Πίνακας</div> </div> </div> </div>	
	
Κάδμιο	
Ιστορία	
Ανακαλύφθηκε από τους Κάρλ Χέρμαν και Φρίντριχ Στρομέγερ το 1817	
Ταυτότητα του στοιχείου	
Όνομα, σύμβολο	Κάδμιο (Cd)
Ατομικός αριθμός (Z)	48
Κατηγορία	Στοιχεία
ομάδα, περίοδος, τομέας	12 ,5, d
Σχετική ατομική μάζα (<i>A</i> _r)	112.411
Ηλεκτρονική διαμόρφωση	[Kr] 5s2 4d10 2, 8, 18, 18, 2
	
Ατομικές ιδιότητες	
Φυσικά χαρακτηριστικά	
Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm) εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά	

θειικό οξύ, και νιτρικό οξύ διαλύουν το κάδμιο σχηματίζοντας -αντίστοιχα- χλωριούχο κάδμιο (CdCl_2), θειικό κάδμιο CdSO_4 ή νιτρικό κάδμιο ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$). Η κατάσταση οξειδωσης +1 μπορεί να παραχθεί με διάλυση του καδμίου σε μείγμα χλωριούχου καδμίου και χλωριούχου αργιλίου, που σχηματίζει το κατιόν Cd_2^{2+} , το οποίο είναι παρόμοιο με το Hg_2^{2+} κατιόν σε χλωριούχο υδράργυρο (I).^[4]



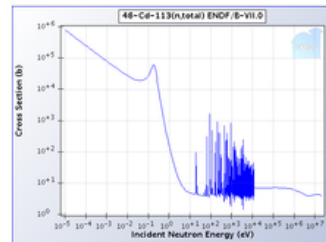
Έχουν επίσης προσδιοριστεί οι δομές πολλών συμπλοκών που δημιουργεί το κάδμιο με νουκλεοβάσεις, αμινοξέα και βιταμίνες.^[7]

Ισότοπα

Το φυσικό κάδμιο αποτελείται από 8 ισότοπα. Δύο από αυτά είναι ραδιενεργά. Τα δύο φυσικά ραδιενεργά ισότοπα είναι τα ^{113}Cd και ^{116}Cd . Τα άλλα τρία είναι τα ^{106}Cd , ^{108}Cd και ^{114}Cd . Τουλάχιστον τρία ισότοπα - ^{110}Cd , ^{111}Cd και ^{112}Cd - είναι χημικώς πολύ σταθερά.

Όλα τα υπόλοιπα ραδιενεργά ισότοπα έχουν χρόνο ημίσειας ζωής μικρότερο από 2,5 ώρες και η πλειονότητα αυτών έχει χρόνο ημίσειας ζωής μικρότερο από τα 5 λεπτά.

Τα γνωστά ισότοπα του καδμίου κυμαίνονται σε ατομική μάζα από 94.950 u (^{95}Cd) έως 131.946 u (^{132}Cd).



Η ολική διατομή του καδμίου-113, στο εικονιζόμενο διάγραμμα (Incident Neutron Energy), που δεικνύει τη διακοπή του.

Ιστορία

Το κάδμιο (λατιν. *cadmia*, ελλην. *καδμεία*, «*καλαμίνη*»), ένα μείγμα καδμίου και προσμείξεων ορυκτών που ονομάστηκε έτσι από την ελληνική μυθολογική οντότητα, τον Κάδμο, ιδρυτή της αρχαίας Θήβας) πρώτη φορά ανακαλύφθηκε μέσα σε ενώσεις ψευδαργύρου, που πωλούνταν στα φαρμακεία της Γερμανίας^[8] το 1817.

Ο χημικός Φρίντριχ Στρομέγιερ ήταν αυτός που πρώτος το παρατήρησε αυτό.^[9] Διερεύνησε τον αποχρωματισμό του στο οξείδιο του ψευδαργύρου και βρήκε μία άγνωστη πρόσμειξη, που νόμιζε αρχικά ότι ήταν αρσενικό (As), λόγω του κίτρινου ιζήματος που έδινε με το υδρόθειο (H_2S). Εν τέλει αναγνώρισε το νέο αυτό στοιχείο ως ξένη πρόσμειξη σε ανθρακικό ψευδάργυρο (*καλαμίνη*) και έτσι για 100 χρόνια, η Γερμανία παρέμεινε η μοναδική παραγωγός - χώρα του μετάλλου. Το μέταλλο πήρε την ονομασία του ουσιαστικά από τη λατινική λέξη για την *καλαμίνη*, επειδή ακριβώς βρέθηκε σε αυτό το μέταλλευμα ψευδαργύρου.^{[10][11]}

Παρόλο που το κάδμιο ήταν -και είναι- τοξικό σε ορισμένες μορφές και συγκεντρώσεις, από το 1907, η Βρετανική Φαρμακευτική Ένωση δήλωνε ότι το ιωδιούχο κάδμιο χρησιμοποιούνταν ως φάρμακο για τη θεραπεία «*διευρυμένων αρθρώσεων, πρησμένων αδένων και χηλών*».^[12]

Το 1907, η Διεθνής Αστρονομική Ένωση όρισε το διεθνές *ångström* με όρους φασματικής γραμμής του κόκκινου καδμίου (1 μήκος κύματος = 6438.46963 Å).^{[13][14]} Αυτό εγκρίθηκε από την 7η Γενική Διάσκεψη για τα βάρη και τα μέτρα το 1927.^[15]

Μετά την έναρξη της βιομηχανικής παραγωγής του καδμίου -τις δεκαετίες του '30 και '40- η κύρια εφαρμογή του καδμίου ήταν η επικάλυψη επιφανειών σιδήρου και χάλυβα για την αποφυγή διάβρωσης. Το 1944, το 62% του καδμίου στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιήθηκε για επιμετάλλωση.^{[3][16]} Το 1956, το 24% του καδμίου στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιήθηκε σε κόκκινες, πορτοκαλιές και κίτρινες χρωστικές από τα λεγόμενα σουλφίδια και σεληνίδια του καδμίου.^[16]

Χρησιμοποιήθηκε και στα πλαστικά PVC στη δεκαετία του 1970 και του 1980.

Η ζήτηση για κάδμιο σε χρωστικές ουσίες, επιστρώσεις, σταθεροποιητές και κράματα μειώθηκε ως αποτέλεσμα αυστηρών περιβαλλοντικών και υγειονομικών κανονισμών στις δεκαετίες του 1980 και του 1990.

Το 2006, μόνο το 7% της συνολικής κατανάλωσης καδμίου χρησιμοποιήθηκε για επιμετάλλωση και μόνο το 10% για χρωστικές ουσίες.^[3]

Ταυτόχρονα όμως, οι μειώσεις αυτές στην κατανάλωση αντισταθμίστηκαν από τη μεγάλη αυξανόμενη ζήτηση καδμίου για τις καινοτομικές τότε, μπαταρίες νικελίου-καδμίου, οι οποίες "απορροφούσαν" το 81% της κατανάλωσης καδμίου στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2006.^[17]

Φυσική εξάπλωση

Το κάδμιο αποτελεί περίπου 0,1 ppm του φλοιού της Γης. Είναι πολύ πιο σπάνιο από τον ψευδάργυρο, που αποτελεί περίπου 65 ppm.^[18] Δεν είναι γνωστές σημαντικές εναποθέσεις μεταλλευμάτων που περιέχουν κάδμιο. Το μόνο σημαντικό μέταλλευμα καδμίου, ο γρηνοκίτης (CdS), συνδέεται σχεδόν πάντα με το σφαλερίτη (ZnS).



Ο χημικός Φρίντριχ Στρομέγιερ.



Φωτογραφία από το μεταλλικό κάδμιο.

Έτσι, το κάδμιο παράγεται κυρίως ως παραπροϊόν της εξόρυξης, τήξης και εξευγενισμού θεικών μεταλλευμάτων ψευδαργύρου και, σε μικρότερο βαθμό, μολύβδου και χαλκού. Μικρές ποσότητες καδμίου, περίπου το 10% της κατανάλωσης, παράγονται από δευτερεύουσες πηγές, κυρίως από σκόνη που παράγεται από την ανακύκλωση απορριμμάτων σιδήρου και χάλυβα. Η παραγωγή στις Ηνωμένες Πολιτείες ξεκίνησε το 1907,^[11] αλλά η ευρεία χρήση ξεκίνησε μετά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο.^{[19][20]}

Μεταλλικό κάδμιο βρίσκεται στη λεκάνη του ποταμού Βιλίου στη Σιβηρία.^[21]

Τα πετρώματα που εξορύσσονται για φωσφορικά λιπάσματα περιέχουν ποικίλες ποσότητες καδμίου, συνήθως πολύ μικρές, με αποτέλεσμα συγκέντρωση καδμίου έως 300 mg/kg στα λιπάσματα να καταγράφεται, και έτσι να παρουσιάζεται υψηλή περιεκτικότητα σε κάδμιο στα γεωργικά εδάφη.^{[22][23]} Ο μη καθαρός, ορυκτός άνθρακας μπορεί να περιέχει σημαντικές ποσότητες καδμίου, η οποία καταλήγει κυρίως σε καυσάερια.^[24] Το κάδμιο στο έδαφος μπορεί να απορροφηθεί από καλλιέργειες, πρωτίστως το ρύζι.

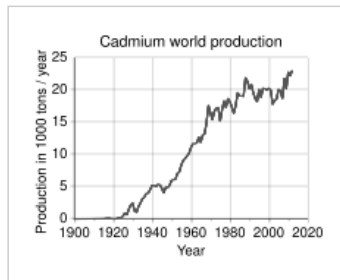
Για παράδειγμα, το Υπουργείο Γεωργίας της Κίνας διαπίστωσε -το 2002- ότι το 28% του ρυζιού που ελέγχθηκε σε δειγματοληψία είχε υπερβολικό μόλυβδο, και το 10% είχε περίσσεια καδμίου πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Μερικά δασοπονικά είδη, όπως ιτιά και λεύκες βρέθηκαν να απορροφούν τόσο τον μόλυβδο όσο και το κάδμιο από τα εδάφη που φύονται.^[25]

Οι τυπικές συγκεντρώσεις καδμίου δεν υπερβαίνουν το 5 ng/m³ στην ατμόσφαιρα, 2 mg/kg στο έδαφος, 1 μg/L σε γλυκό νερό και 50 ng/L σε θαλασσινό νερό.^[26] Συγκεντρώσεις καδμίου άνω των 10 μg/L μπορεί να είναι σταθερές σε νερό με χαμηλές συνολικές συγκεντρώσεις διαλυμένης ουσίας και pH και μπορεί να είναι δύσκολο να απομακρυνθούν με συμβατικές διαδικασίες επεξεργασίας πόσιμου νερού.^[27]

Παραγωγή

Το κάδμιο είναι συνήθης πρόσμειξη στα μεταλλεύματα ψευδαργύρου και συνήθως απομονώνεται κατά την τήξη του ψευδαργύρου. Ορισμένα συμπακνώματα από μεταλλεύματα θεικού ψευδαργύρου περιέχουν έως και 1,4% κάδμιο.^[28] Τη δεκαετία του 1970, η παραγωγή καδμίου ήταν περίπου 3 kg ανά τόνο ψευδαργύρου.^[28] Τα σουλφίδια από μεταλλεύματα θειούχου ψευδαργύρου "ψήνονται" παρουσία οξυγόνου, μετατρέποντας το θειούχο ψευδαργύρο σε οξειδίο. Το μέταλλο ψευδαργύρου παράγεται είτε με τήξη του οξειδίου με άνθρακα είτε με ηλεκτρόλυση σε θειικό οξύ. Το κάδμιο απομονώνεται από το μέταλλο ψευδαργύρου με απόσταξη υπό κενό.^{[20][29][30]}

Βρετανικές πηγές αναφέρουν ότι -το 2001- η Κίνα ήταν ο μεγαλύτερος παραγωγός καδμίου στον πλανήτη, με σχεδόν το 1/6 της παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθούμενη από τη Νότια Κορέα και την Ιαπωνία.^[31]



Εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής καδμίου (1900-2020).



Η παραγωγή καδμίου -ανά χώρα/ ήπειρο- το έτος 2005.

Εφαρμογές και χρήσεις

Το κάδμιο είναι τυπικό συστατικό στοιχείο των ηλεκτρικών μπαταριών, των χρωστικών ενώσεων,^[32] ορισμένων επιφανειακών επιστρώσεων^[33] και απαραίτητο στοιχείο στην ηλεκτρολυτική επικάλυψη.^[34]

Το 2009, το 86% του καδμίου χρησιμοποιήθηκε σε μπαταρίες, κυρίως σε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες νικελίου-καδμίου. Τα κύτταρα νικελίου-καδμίου έχουν ονομαστικό δυναμικό 1,2 V.^[35]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε -το 2004- ανώτατο επιτρεπτό όριο καδμίου στα ηλεκτρονικά, το 0,01%,^[36] με ορισμένες εξαιρέσεις, και το 2006, δραστικά μείωσε το όριο περιεκτικότητας σε κάδμιο σε 0,002%.^[37]

Ένας άλλος τύπος μπαταρίας που βασίζεται στο κάδμιο είναι η μπαταρία αργύρου-καδμίου.

Ηλεκτρολυτική επικαδμίωση



Κοινές μπαταρίες νικελίου-καδμίου (Ni-Cd).

Η ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση με κάδμιο, γνωστή ως επικαδμίσωση, που καταναλώνει το 6% της παγκόσμιας παραγωγής, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία αεροσκαφών για τη μείωση της διάβρωσης των μεταλλικών στοιχείων.^[34] Αυτή η εξωτερική επικάλυψη παθητικοποιείται από άλατα του χρωμίου (λ.χ. χρωμικό και διχρωμικό άλας).^[33]

Πυρηνικοί αντιδραστήρες

Το κάδμιο χρησιμοποιείται στις ράβδους ελέγχου των πυρηνικών αντιδραστήρων, ενεργώντας ως ένα πολύ δραστικό δηλητήριο νετρονίων για τον έλεγχο της ροής νετρονίων στην πυρηνική σχάση.^[34]

Όταν εισάγονται ράβδοι καδμίου στον πυρήνα ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, το κάδμιο απορροφά νετρόνια, εμποδίζοντας τα να δημιουργήσουν πρόσθετα προϊόντα σχάσης, ελέγχοντας έτσι την ταχύτητα αντίδρασης και το ρυθμό αντιδρώντων. Ο αντιδραστήρας υπό πίεση που σχεδιάστηκε (αντιδραστήρας πεπιεσμένου ύδατος) από την εταιρεία Westinghouse Electric Company χρησιμοποιεί κράμα που αποτελείται από 80% άργυρο, 15% ίνδιο και 5% κάδμιο.^[34]

Τηλεοράσεις

Οι τηλεοράσεις του τύπου *QLED* έχουν αρχίσει να περιέχουν στοιχεία από μικροποσότητες καδμίου, κατά την κατασκευή. Ορισμένες εταιρείες προσπαθούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της έκθεσης των χρηστών στις τηλεοράσεις^[38], όπως και της επικείμενης ρύπανσης του εν λόγω υλικού.

Αντικαρκινικά φάρμακα

Τα σύμπλοκα που βασίζονται σε βαρέα μέταλλα έχουν μεγάλες δυνατότητες για τη θεραπεία μιας ευρείας ποικιλίας καρκίνων, αλλά η χρήση τους συχνά περιορίζεται λόγω των τοξικών παρενεργειών. Ωστόσο, οι επιστήμονες προχωρούν στον τομέα και ανακαλύφθηκαν νέες υποσχόμενες σύνθετες ενώσεις με κάδμιο με μειωμένη τοξικότητα.^[39]

Ενώσεις

Το οξειδίο του καδμίου χρησιμοποιήθηκε σε ασπρόμαυρους φωσφόρους τηλεόρασης και στους μπλε και πράσινους φωσφόρους των έγχρωμων σωλήνων καθοδικών ακτίνων.^[40] Το θειούχο κάδμιο (CdS) χρησιμοποιείται ως φωτοαγώγιμη επιφανειακή επικάλυψη για τύμπανα φωτοτυπικού.^[41]



Ένωση του θείου με το κάδμιο - θειούχο κάδμιο.

Διάφορα άλατα καδμίου χρησιμοποιούνται σε χρωστικές βαφές, με το CdS ως κίτρινο πιγμέντο να είναι το πιο κοινό. Το σεληνίδιο του καδμίου είναι μια κόκκινη χρωστική ουσία, που συνήθως αποκαλείται ερυθρό του καδμίου. Σε ζωγράφους που εργάζονται με τη χρωστική ουσία, το κάδμιο παρέχει τα πιο λαμπερά και ανθεκτικά κίτρινα, πορτοκάλια και κόκκινα - τόσο πολύ κατά τη διάρκεια της παραγωγής, αυτά τα χρώματα τονίζονται σημαντικά πριν αλεσθούν με λάδια και συνδετικά ή αναμειχθούν σε υδατοχρώματα, γκουάς, ακρυλικά και άλλα σκευάσματα χρωμάτων και χρωστικών. Επειδή αυτές οι χρωστικές ουσίες είναι δυνητικά τοξικές, οι χρήστες θα πρέπει να χρησιμοποιούν μια κρέμα φραγμού στα χέρια για να αποτρέψουν την απορρόφηση μέσω του δέρματος ^[32] παρόλο που η ποσότητα καδμίου που απορροφάται στο σώμα μέσω του δέρματος αναφέρεται ότι είναι μικρότερη από 1%.^[5]

Στο PVC, το κάδμιο χρησιμοποιήθηκε ως σταθεροποιητής θερμότητας, φωτός και καιρικών συνθηκών.^[34]^[42] Επί του παρόντος, οι σταθεροποιητές καδμίου έχουν αντικατασταθεί πλήρως με σταθεροποιητές βαρίου-ψευδαργύρου, ασβεστίου-ψευδαργύρου και οργανοκασσιτέρου. Το κάδμιο χρησιμοποιείται σε πολλά είδη κραμάτων συγκόλλησης και ρουλεμάν, επειδή έχει χαμηλό συντελεστή αντίστασης τριβής και κόπωσης.^[34] Βρίσκεται επίσης σε μερικά από τα κράματα με τη χαμηλότερη τήξη, όπως το μέταλλο του Wood.^[43]

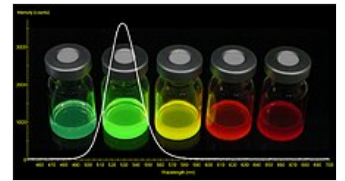
Ημιαγωγοί

Το κάδμιο είναι ένα συστατικό στοιχείο σε ορισμένα υλικά ημιαγωγών. Το σουλφίδιο του καδμίου, το σελήνιο του καδμίου και το τελλουριούχο κάδμιο χρησιμοποιούνται σε ορισμένους φωτοανιχνευτές και σε ηλιακά κύτταρα. Οι ανιχνευτές τύπου *HgCdTe* (τελλουριούχο κάδμιο υδραργύρου) είναι ευαίσθητοι στο μεσαίο συχνότητας, υπέρυθρο φως^[34] και χρησιμοποιούνται σε ορισμένους ανιχνευτές κίνησης.

Εργαστηριακές χρήσεις

Τα λέιζερ ηλίου - καδμίου είναι κοινή πηγή γαλάζιας ή υπεριώδους ακτινοβολίας. Λέιζερ σε μήκη κύματος 325 nm, 354 nm και 442 nm κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας αυτό το μέσο μήκος κύματος (μήκη κυμάτων λέιζερ, αγγλ. active laser medium).

Ορισμένα μοντέλα μπορούν να εναλλάσσονται μεταξύ αυτών των μηκών κύματος. Χρησιμοποιούνται κυρίως στη μικροσκοπία φθορισμού καθώς και σε διάφορες εργαστηριακές χρήσεις που απαιτούν φως λέιζερ σε αυτά τα μήκη κύματος.^[44]^[45]



Χαρακτηριστικοί χρωματισμοί από φάσμα φωτοφωταύγειας, στο οποίο έχουν φωτομετρικά αξιολογηθεί νανοσωματίδια κολλοειδών κόκκων Καδμίου - Σελενίου (CdSe). Οι κόκκοι αυτοί έχουν χρήση σε συστήματα ημιαγωγών.



Τρένο στο Λονδίνο, το οποίο έχει βαφεί με χαρακτηριστικό επίχρυσμα κίτρινου καδμίου (yellow cadmium).

Τα κολλοειδή διαλύματα αυτών των σωματιδίων χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση βιολογικών ιστών και διαλυμάτων με μικροσκόπιο φθορισμού.^[46]

Στη μοριακή βιολογία, το κάδμιο χρησιμοποιείται για τον αποκλεισμό των εξαρτημένων από την τάση διαύλων ασβεστίου από την ροή ιόντων ασβεστίου, καθώς και στην έρευνα για την υποξία για τη διέγερση της εξαρτώμενης από πρωτεάσωμα αποικοδόμησης του Hif-1α.^[47]

Οι αισθητήρες εκλεκτικού καδμίου που βασίζονται στην τεχνολογία *BODIPY* έχουν αναπτυχθεί για απεικόνιση και ανίχνευση καδμίου στα κύτταρα.^[48] Μια ισχυρή μέθοδος παρακολούθησης του καδμίου σε υδατικά περιβάλλοντα περιλαμβάνει την ηλεκτροχημεία. Χρησιμοποιώντας μια μονοστιβάδα, μπορεί κανείς να αποκτήσει ένα επιλεκτικό ηλεκτρόδιο καδμίου με ευαισθησία σε επίπεδο ppt.^[49]

Βιολογικός ρόλος

Το κάδμιο δεν έχει κάποια καθοριστική βιολογική ή βιοχημική λειτουργία στους ανώτερους οργανισμούς, και θεωρείται τοξικό με την παρουσία του και μόνο.^[50] Το κάδμιο θεωρείται ως ρύπος (*hazardous substance*), που επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ζωντανών οργανισμών.^[51]

Η χορήγηση καδμίου στα κύτταρα προκαλεί οξειδωτικό στρες και αυξάνει τα επίπεδα των αντιοξειδωτικών που παράγονται από τα κύτταρα για την προστασία από μακρομοριακή βλάβη.^[52]

Εντούτοις, μια εξαρτώμενη από κάδμιο καρβονική ανυδράση έχει βρεθεί σε ορισμένα θαλάσσια διάτομα.^[53] Τα διάτομα ζουν σε περιβάλλοντα με πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ψευδαργύρου και το κάδμιο εκτελεί τη λειτουργία που συνήθως εκτελείται από τον ψευδάργυρο σε άλλες ανυδράσεις. Αυτό ανακαλύφθηκε με φασματοσκοπία απορρόφησης ακτίνων X κοντά στη δομή ακμής (XANES).^{[53][54]}

Το κάδμιο απορροφάται κατά προτίμηση στα νεφρά των ανθρώπων. Έως περίπου 30 mg καδμίου εισπνέεται συνήθως καθ 'όλη τη διάρκεια της ανθρώπινης παιδικής ηλικίας και εφηβείας.^[55]

Το κάδμιο βρίσκεται υπό έρευνα σχετικά με την τοξικότητά του στους ανθρώπους, ενδεχομένως να αυξάνει τους κινδύνους καρκίνου, καρδιαγγειακών παθήσεων και οστεοπόρωσης.^{[56][57][58][59]}

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η βιογεωχημεία του καδμίου και η απελευθέρωσή του στο περιβάλλον αποτέλεσε αντικείμενο ευρείας αναθεώρησης τα τελευταία δέκα χρόνια. Επίσης, επικαιροποιήθηκαν και οι γνώσεις που υπήρχαν για την επίδραση του καδμίου στο φυσικό περιβάλλον. Όλα αυτά αναθεωρήθηκαν δραστικά επί το χείρον.^{[60][61]}

Επικινδυνότητα

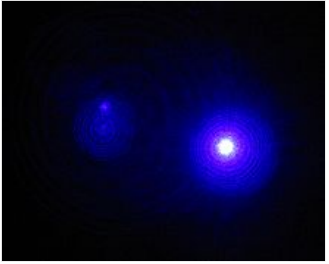
Διεθνείς οργανισμοί καθώς και ερευνητές έχουν αναθεωρήσει τις βιολογικές οργανικές δράσεις του καδμίου όσον αφορά την τοξικότητά του.^[63]

Η πιο επικίνδυνη μορφή επαγγελματικής έκθεσης στο κάδμιο είναι η εισπνοή πάρα πολύ λεπτής σκόνης όπως και των αναθυμιάσεων του, καθώς και η κατάποση πυκνών διαλυμάτων ορισμένων ενώσεων του καδμίου.^[3] Η εισπνοή αναθυμιάσεων μπορεί αρχικά να οδηγήσει σε έναν σπάνιο πυρετό (*metal fume fever*) αλλά μπορεί να εξελιχθεί σε χημική πνευμονίτιδα, πνευμονικό οίδημα και θάνατο.^[64]

Το κάδμιο είναι επίσης περιβαλλοντικός κίνδυνος. Η έκθεση του ανθρώπου στο κάδμιο προέρχεται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων, τα φωσφορικά λιπάσματα, τις φυσικές πηγές, την παραγωγή σιδήρου και χάλυβα, την παραγωγή τσιμέντου και από συναφείς δραστηριότητες, την παραγωγή μη σιδηρούχων μετάλλων και την αποτέφρωση στερεών αποβλήτων κυρίως αστικών.^[3] Επίσης σήμερα, τροφές όπως λ.χ. ψωμί, βρώσιμες ρίζες φυτών (πατάτες, παντζάρια, κ.α.) και λαχανικά μπορούν να "εισάγουν" το κάδμιο στην τροφική αλυσίδα και κατά συνέπεια στους σύγχρονους πληθυσμούς.^[65]

Έχουν καταγραφεί περιπτώσεις δηλητηρίασης του γενικού πληθυσμού ως αποτέλεσμα της μακροχρόνιας έκθεσής του στο κάδμιο, π.χ. από μολυσμένα τρόφιμα και νερό.

Έρευνα διεξάγεται για πιθανή ενεργοποίηση οιστρογόνων (εξαιτίας της έκθεσης σε κάδμιο) που δύναται να προκαλέσει καρκίνο του μαστού.^[65] Τις δεκαετίες πριν από το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, Ιαπωνικές εξορυκτικές επιχειρήσεις απεδείχθη ότι είχαν μολύνει τον ποταμό Τσινζού με κάδμιο και ίχνη άλλων τοξικών μετάλλων. Ως συνέπεια αυτού, το κάδμιο συσσωρεύτηκε στις καλλιέργειες ρυζιού κατά μήκος των ποταμών που υπήρχαν, στα κατάντη των ορυχείων. Ορισμένα μέλη των τοπικών αγροτικών κοινοτήτων κατανάλωναν το μολυσμένο ρύζι και ανέπτυξαν μία σπάνια ασθένεια, την "Itai-itai"



Ιώδες φως από πηγή λέιζερ ατμών ηλίου - καδμίου (He-Cd). Το μονοχρωματικό γαλάζιο χρώμα προκύπτει από γραμμή μετάπτωσης (στο μήκος κύματος: 441.563 nm), το οποίο οφείλεται στο στοιχειακό κάδμιο.

Κάδμιο	
Κίνδυνοι	
Εικονογράμματα GHS	  
Λέξη σήματος GHS	Κίνδυνος
Δηλώσεις κινδύνου GHS	H330, H341
Δηλώσεις προφυλάξεων GHS	P201, P202, P260, P264, P270, P271, P273, P280, P284, P304, P340, P310, P308, P313, P403, P233,

("δηλητηρίαση από κάδμιο"), όπως και νεφρικές ανωμαλίες, συμπεριλαμβανομένης της πρωτεϊνουρίας και της γλυκοζουρίας.^[66] Τα θύματα αυτής της δηλητηρίασης ήταν -σχεδόν- αποκλειστικά γυναίκες, μετά την εμμηνόπαυση, με εξόχως χαμηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο και σε άλλα ωφέλιμα ιχνοστοιχεία (π.χ. νάτριο, κάλιο). Παρόμοια γενική έκθεση σε κάδμιο σε άλλα μέρη του κόσμου, δεν έχει προκαλέσει τα ίδια προβλήματα υγείας.^[3]

Το κάδμιο είναι ένα από τις έξι απαγορευμένα χημικά στοιχεία σε αρκετές χρήσεις. Απαγορεύεται με βάση την "Οδηγία περί περιορισμού των επικίνδυνων ουσιών" (γνωστή ως "RoHS") της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία ρυθμίζει τις εξαιρετικά επιβλαβείς ουσίες τόσο σε ηλεκτρικό όσο και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Η εν λόγω Οδηγία επιτρέπει ορισμένες εξαιρέσεις από το πεδίο εφαρμογής της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας.^[67]

Ο Διεθνής Οργανισμός Ερευνών για τον Καρκίνο(IARC) έχει κατατάξει το κάδμιο και τις ενώσεις του καδμίου ως καρκινογόνες για τον άνθρωπο.^[68] Αν και η επαγγελματική έκθεση στο κάδμιο συνδέεται με τον καρκίνο του πνεύμονα και τον καρκίνο του προστάτη, εξακολουθεί να υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την καρκινογένεση του καδμίου σε χαμηλή έκθεση στο περιβάλλον. Νέα δεδομένα, από επιδημιολογικές μελέτες, δείχνουν ότι η πρόσληψη καδμίου μέσω της διατροφής σχετίζεται με πολύ υψηλότερο κίνδυνο καρκίνου του ενδομητρίου, του μαστού και προστάτη, καθώς και με την οστεοπόρωση.^{[69][70][71][72]} Έρευνα των τελευταίων ετών κατέδειξε ότι ο ιστός του ενδομητρίου περιέχει υψηλότερα επίπεδα καδμίου στις γυναίκες - καπνίστριες αλλά και σε εκείνες που συστηματικά κάπνιζαν στο παρελθόν.^[73]

Η έκθεση σε κάδμιο συνδέεται με ένα μεγάλο αριθμό ασθενειών, όπως για παράδειγμα, της νεφρικής νόσου^[74], της πρώιμης αθηροσκλήρωσης, της υπέρτασης, καθώς και καρδιαγγειακών παθήσεων. Παρόλο που οι μελέτες δείχνουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης στο κάδμιο και της εμφάνισης ασθένειας, ένας σαφής μοριακός μηχανισμός δεν έχει ακόμη εξακριβωθεί. Μια θεωρία υποστηρίζει ότι το κάδμιο είναι ένας ενδοκρινικός "διαταράκτης" και ορισμένες πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι μπορεί να αλληλεπιδράσει με διαφορετικές ορμονικές οδούς. Για παράδειγμα, το κάδμιο μπορεί να συνδεθεί στον λεγόμενο, α-υποδοχέα οιστρογόνου (ER)^{[75][76]} και να επηρεάσει τη μεταγωγή σήματος κατά μήκος των οδών σηματοδότησης οιστρογόνου και πρωτεϊνικών κινασών (τύπου MAPK) ακόμη και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.^{[77][78][79]}

Ο καπνός, ως φυτό, απορροφά και συσσωρεύει βαρέα μέταλλα, όπως το κάδμιο, από το έδαφος στα φύλλα του. Μετά την εισπνοή του καπνού, κατά το κάπνισμα, απορροφώνται εύκολα -μοριακά στοιχεία του καδμίου- μέσα στον οργανισμό των χρηστών.^[80] Το συστηματικό κάπνισμα αποτελεί σήμερα την πιο σημαντική πηγή έκθεσης του γενικού ανθρώπινου πληθυσμού στο κάδμιο. Εκτιμάται ότι το 10% της περιεκτικότητας σε κάδμιο ενός τσιγάρου εισπνέεται μέσω του καπνίσματος. Η απορρόφηση του καδμίου, μέσω των πνευμόνων, είναι πιο αποτελεσματική από ότι μέσω του εντέρου. Μπορεί να απορροφηθεί έως και το 50% του καδμίου που εισπνέεται από τον καπνό του τσιγάρου.^[81] Κατά μέσο όρο, οι συγκεντρώσεις καδμίου στο αίμα των καπνιστών είναι -τυπικά- 4 έως 5 φορές μεγαλύτερες από τους μη καπνιστές. Στους νεφρούς, είναι 2 με 3 φορές μεγαλύτερη από ότι στους μη καπνιστές. Παρά την υψηλή περιεκτικότητα σε κάδμιο στον καπνό των τσιγάρων, φαίνεται να υπάρχει μικρή έκθεση στο κάδμιο από το παθητικό κάπνισμα.^[82]

Σε έναν πληθυσμό μη καπνιστών, τα τρόφιμα είναι η μεγαλύτερη πηγή έκθεσης. Υψηλές ποσότητες καδμίου μπορούν να βρεθούν σε μαλακόστρακα, μαλάκια, εντόσθια, βατράχια, στερεά κακάου, πικρή και ημι-πικρή σοκολάτα, φύκια, μύκητες και φύκια. Ωστόσο, τα δημητριακά, τα λαχανικά και οι αμυλώδεις ρίζες και οι κόνδυλοι καταναλώνονται σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα στις ΗΠΑ και αποτελούν την πηγή της μεγαλύτερης διατροφικής έκθεσης εκεί.^[83] Τα περισσότερα φυτά βιοσυσσωρεύονται μεταλλικές τοξίνες όπως το Cd και όταν λιπασματοποιούνται για να σχηματίσουν οργανικά λιπάσματα, αποδίδουν ένα προϊόν που συχνά μπορεί να περιέχει μεγάλες ποσότητες (π.χ. πάνω από 0,5 mg) μεταλλικών τοξινών για κάθε κιλό λιπάσματος. Τα λιπάσματα που κατασκευάζονται από κοπριά ζώων (π.χ. κοπριά αγελάδας) ή αστικά απόβλητα μπορεί να περιέχουν παρόμοιες ποσότητες Cd. Το Cd που προστίθεται στο έδαφος από λιπάσματα (φωσφορικά άλατα ή οργανικά λιπάσματα) καθίστανται βιοδιαθέσιμα και τοξικά μόνο εάν το pH του εδάφους είναι χαμηλό (δηλαδή όξινα εδάφη).

Τα ιόντα Zn, Cu, Ca και Fe και το σελήνιο με βιταμίνη C χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της δηλητηρίασης από το Cd, αν και δεν αντιστρέφεται εύκολα.^[74]

Κανονισμοί

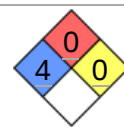
Λόγω των δυσμενών επιπτώσεων του καδμίου στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, η χρήση του καδμίου έχει περιοριστεί πολύ σημαντικά στην Ευρώπη, βάσει και του Κανονισμού REACH.^[84]

Η επιτροπή EFSA για τα μολυσματικά συστατικά στην τροφική αλυσίδα καθορίζει ότι 2,5 μg / kg σωματικού βάρους είναι μια ανεκτή εβδομαδιαία πρόσληψη για τον άνθρωπο.^[83] Η κοινή επιτροπή εμπειρογνομόνων FAO / ΠΟΥ για τα πρόσθετα τροφίμων δήλωσε ότι τα 7 μg / kg bw είναι το προσωρινό ανεκτό επίπεδο εβδομαδιαίας πρόσληψης.^[85] Η πολιτεία της Καλιφόρνια απαιτεί μια ετικέτα τροφίμων για να φέρει μια προειδοποίηση σχετικά με την πιθανή έκθεση στο κάδμιο σε προϊόντα όπως η σκόνη κακάου.^[86]

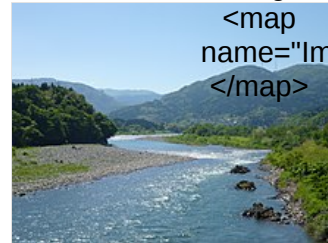
Η Αμερικανική Διοίκηση Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (OSHA) έχει ορίσει το επιτρεπόμενο όριο έκθεσης (PEL) για το κάδμιο σε ένα χρονικό σταθμισμένο μέσο όρο (TWA) 0,005 ppm. Το Εθνικό Ινστιτούτο για την Ασφάλεια και την Υγεία της Εργασίας (NIOSH) δεν έχει θέσει ένα συνιστώμενο όριο έκθεσης (REL) και έχει ορίσει το κάδμιο ως γνωστό καρκινογόνο στον άνθρωπο. Το επίπεδο IDLH (άμεσα επικίνδυνο για τη ζωή και την υγεία) για το κάδμιο είναι 9 mg / m³.

P.405, P.501
[62]

NFPA 704
(φωτιά διαμάντι)



<map
name="Iμα
</map>



Εικόνα του ποταμού Τσινζού (Jinzū), στην Ιαπωνία, που βρέθηκε να είναι μολυσμένος με ενώσεις του καδμίου.

Θανατηφόρα δόση	Οργανισμός	Δόση	Χρόνος
LD ₅₀ : 225 mg / kg	αρουραίος	από το στόμα	α / α
LD ₅₀ : 890 mg / kg	ποντίκι	από το στόμα	α / α
LC ₅₀ : 25 mg / m ³	αρουραίος	α / α	30 λεπτά

Εκτός από τον υδράργυρο, η παρουσία καδμίου σε ορισμένες μπαταρίες έχει οδηγήσει στην απαίτηση για σωστή απόρριψη (ή ανακύκλωση) μπαταριών.

Ανακλήσεις προϊόντων με κάδμιο

Τον Μάιο 2006, η πώληση των καθισμάτων από το παλιό γήπεδο της Άρσεναλ στο Λονδίνο, ακυρώθηκε όταν ανακαλύφθηκε ότι τα εν λόγω συνθετικά καθίσματα περιείχαν ίχνη καδμίου.^[87]

Οι αναφορές για υψηλά επίπεδα περιεκτικότητας καδμίου σε παιδικά κοσμήματα -το 2010- οδήγησαν σε έρευνα της Επιτροπής για την Ασφάλεια των Καταναλωτικών Προϊόντων, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.^[88] Η αμερικανική επιτροπή τότε εξέδωσε συγκεκριμένες εντολές ανάκλησης σε προϊόντα - κοσμήματα που πωλούνταν από τα καταστήματα των εταιρειών Clair^[89] και Wal-Mart.^[90]

Τον Ιούνιο 2010, η εταιρεία McDonald's απέσυρε περισσότερα από 12 εκατομμύρια διαφημιστικά από συλλεκτικά γυαλιά, με την επωνυμία Shrek Forever After 3D, λόγω των υψηλών επιπέδων καδμίου που μετρήθηκαν σε χρωστικές βαφές στα γυαλίνα σκεύη.^[91] Τα γυαλιά είχαν κατασκευαστεί από την εταιρεία Arc International στις ΗΠΑ.^[92]

Δείτε επίσης

- Τοξικά βαρέα μέταλλα

Παραπομπές

- «Cadmium (Cd)» (<https://www.lenntech.com/periodic/elements/cd.htm>). *Chemical properties, Health and Environmental effects*. Ανακτήθηκε στις 24 Αυγούστου 2021.
- Godt, Johannes; Scheidig, Franziska; Grosse-Siestrup, Christian; Esche, Vera; Brandenburg, Paul; Reich, Andrea; Groneberg, David A (2006). *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* (Springer Science and Business Media LLC) **1** (1): 22. doi:10.1186/1745-6673-1-22 (<https://dx.doi.org/10.1186%2F1745-6673-1-22>). ISSN 1745-6673 (<http://worldcat.org/issn/1745-6673>).
- Morrow, H. (2010). «Cadmium and Cadmium Alloys». *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons. σελίδες 1–36. ISBN 978-0-471-23896-6.
- Holleman, A. F· Wiberg, E. (1985). «Cadmium». *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, 91–100 (στα Γερμανικά). Walter de Gruyter. σελίδες 1056–1057. ISBN 978-3-11-007511-3.
- «Case Studies in Environmental Medicine (CSEM) Cadmium» (<https://web.archive.org/web/20110606014211/http://www.atsdr.cdc.gov/csem/cadmium/cdcontents.html>). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://www.atsdr.cdc.gov/csem/cadmium/cdcontents.html>) στις 6 Ιουνίου 2011. Ανακτήθηκε στις 30 Μαΐου 2011.
- Cotton, F. A. (1999). «Survey of Transition-Metal Chemistry». *Advanced Inorganic Chemistry* (https://archive.org/details/advance_dinorgani0000unse) (6th έκδοση). John Wiley and Sons. σελίδες 633 (<https://archive.org/details/advancedinorgani0000unse/page/633>). ISBN 978-0-471-19957-1.
- Carballo, Rosa· Castiñeras, Alfonso (2013). «Chapter 7. Solid state structures of cadmium complexes with relevance to biological systems». Στο: Astrid Sigel, επιμ. *Cadmium: From Toxicology to Essentiality*. Metal Ions in Life Sciences. **11**. Springer. σελίδες 145–189. ISBN 978-94-007-5178-1.
- Rolof. «Wichtige Nachricht für Aerzte und Apoteker – Entdeckung eines Arsenikgehalts in der Zinkblume und des Zinkvitriols in Tartarus vitriolis» (<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015011938910&view=1up&seq=224>). *Journal des practischen Arzneykunde und Wundarzneykunst (Hufelands Journal)* (2 Februar Stück): 110. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015011938910&view=1up&seq=224>.
- Hermann, C. S. (1818). «Noch ein schreiben über das neue Metall» (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k150680/f125.chemindefer>). *Annalen der Physik* **59** (5): 113–116. doi:10.1002/andp.18180590511 (<https://dx.doi.org/10.1002%2Fandp.18180590511>). Bibcode: 1818AnP....59..113H (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1818AnP....59..113H>). <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k150680/f125.chemindefer>.
- Rowbotham, T· Rowbotham, T. L. (1850). *The Art of Landscape Painting in Water Colours* (<https://books.google.com/books?id=Q-cHAAAAQAAJ&pg=PA10>). Windsor and Newton. σελ. 10.
- Ayres, R. U· Ayres, L. (2003). *The Life Cycle of Copper, Its Co-Products and Byproducts* (<https://books.google.com/books?id=gGHOz1G3AqWC&pg=PA135>). Springer. σελίδες 135–141. ISBN 978-1-4020-1552-6.
- Dunglison, R. (1866). *Medical Lexicon: A Dictionary of Medical Science* (<https://archive.org/details/medicallexicon02dunggoog>). Henry C. Lea. σελίδες 159 (<https://archive.org/details/medicallexicon02dunggoog/page/n162>).
- «International Angstrom» (<https://web.archive.org/web/20181118101806/http://thesciencedictionary.org/international-angstrom/>). *Science Dictionary*. 14 Σεπτεμβρίου 2013. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://thesciencedictionary.org/international-angstrom/>) στις 18 Νοεμβρίου 2018. Ανακτήθηκε στις 24 Σεπτεμβρίου 2014.

14. «angstrom or ångström» (<https://web.archive.org/web/20230709193325/https://www.sizes.com/units/angstrom.htm>). *Sizes.com*. 28 Οκτωβρίου 2010. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.sizes.com/units/angstrom.htm>) στις 9 Ιουλίου 2023. Ανακτήθηκε στις 24 Σεπτεμβρίου 2014.
15. Burdun, G. D. (1958). «On the new determination of the meter». *Measurement Techniques* **1** (3): 259–264. doi:10.1007/BF00974680 (<https://dx.doi.org/10.1007%2FBF00974680>).
16. Lansche, A. M. (1956). «Cadmium». *Minerals Yearbook, Volume I: Metals and Minerals (Except Fuels)*. United States Geological Survey. Η παράμετρος `|access-date=` χρειάζεται `|url=` (βοήθεια)
17. «USGS Mineral Information: Cadmium» (<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cadmium/>). United States Geological Survey. Ανακτήθηκε στις 8 Αυγούστου 2009.
18. Wedepohl, K. H. (1995). «The composition of the continental crust». *Geochimica et Cosmochimica Acta* **59** (7): 1217–1232. doi:10.1016/0016-7037(95)00038-2 (<https://dx.doi.org/10.1016%2F0016-7037%2895%2900038-2>). Bibcode: 1995GeCoA..59.1217W (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1995GeCoA..59.1217W>).
19. Plachy, J. (1998). «Annual Average Cadmium Price» (<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cadmium/140798.pdf>) (PDF). U.S. Geological Survey. σελίδες 17–19. Ανακτήθηκε στις 16 Ιουνίου 2010.
20. Fthenakis, V. M. (2004). «Life cycle impact analysis of cadmium in CdTe PV production» (<https://zenodo.org/record/1259335>). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **8** (4): 303–334. doi:10.1016/j.rser.2003.12.001 (<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.rser.2003.12.001>). <https://zenodo.org/record/1259335>.
21. Fleischer, M.; Cabri, L. J.; Chao, G. Y.; Pabst, A. (1980). «New Mineral Names» (http://www.minsocam.org/ammin/AM65/AM65_1065.pdf). *American Mineralogist* **65**: 1065–1070. http://www.minsocam.org/ammin/AM65/AM65_1065.pdf.
22. Grant, C. A.; Sheppard, S. C. (2008). «Fertilizer impacts on cadmium availability in agricultural soils and crops». *Human and Ecological Risk Assessment* **14** (2): 210–228. doi:10.1080/10807030801934895 (<https://dx.doi.org/10.1080%2F10807030801934895>).
23. Jiao, Y.; Grant, C. A.; Bailey, L. D. (2004). «Effects of phosphorus and zinc fertilizer on cadmium uptake and distribution in flax and durum wheat». *Journal of the Science of Food and Agriculture* **84** (8): 777–785. doi:10.1002/jsfa.1648 (<https://dx.doi.org/10.1002%2Fjsfa.1648>).
24. Bettinelli, M.; Baroni, U.; Pastorelli, N. (1988). «Determination of arsenic, cadmium, lead, antimony, selenium and thallium in coal fly ash using the stabilised temperature platform furnace and Zeeman-effect background correction». *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **3** (7): 1005–1011. doi:10.1039/JA9880301005 (<https://dx.doi.org/10.1039%2FJA9880301005>).
25. «The most neglected threat to public health in China is toxic soil» (<https://www.economist.com/news/briefing/21723128-and-fixing-it-will-be-hard-and-costly-most-neglected-threat-public-health-china>). *The Economist*. 2017-06-08. <https://www.economist.com/news/briefing/21723128-and-fixing-it-will-be-hard-and-costly-most-neglected-threat-public-health-china>. Ανακτήθηκε στις 2017-06-13.
26. Rieuwerts, J. (2015). *The Elements of Environmental Pollution* (<https://archive.org/details/elementsofenviro0000rieu/page/166>). Routledge. σελ. 166 (<https://archive.org/details/elementsofenviro0000rieu/page/166>). ISBN 978-0-415-85920-2.
27. Hem, John D. (1972). «Chemistry and occurrence of cadmium and zinc in surface water and groundwater» (στα αγγλικά). *Water Resources Research* **8** (3): 661–679. doi:10.1029/WR008i003p00661 (<https://dx.doi.org/10.1029%2FWR008i003p00661>). ISSN 1944-7973 (<http://worldcat.org/issn/1944-7973>).
28. Golberg, D. C. (1969). *Trends in Usage of Cadmium: Report* (<https://books.google.com/books?id=okArAAAYAAJ>). US NRC/NAS/NAE. σελίδες 1–3.
29. Fthenakis, V. M. (2004). «Life cycle impact analysis of cadmium in CdTe PV production» (<https://zenodo.org/record/1259335>). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **8** (4): 303–334. doi:10.1016/j.rser.2003.12.001 (<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.rser.2003.12.001>). <https://zenodo.org/record/1259335>.
30. Scoullou, M. J. (2001). *Mercury, Cadmium, Lead: Handbook for Sustainable Heavy Metals Policy and Regulation* (https://books.google.com/books?id=9yzN-QGag_8C&pg=PA104). Springer. σελίδες 104–116. ISBN 978-1-4020-0224-3.
31. Hetherington, L. E. (2008). «Production of Cadmium». *World Mineral Production 2002–06*. British Geological Survey. σελ. 15. Η παράμετρος `|access-date=` χρειάζεται `|url=` (βοήθεια)
32. Buxbaum, Gunter· Pfaff, Gerhard (2005). «Cadmium Pigments». *Industrial inorganic pigments* (<https://archive.org/details/industrialinorga00buxb/page/121>)–123. ISBN 978-3-527-30363-2.
33. Smith, C.J.E.· Higgs, M.S.· Baldwin, K.R. (20 Απριλίου 1999). «Advances to Protective Coatings and their Application to Ageing Aircraft» (<https://web.archive.org/web/20110517202722/http://ftp.rta.nato.int/public/>). RTO MP-25. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://ftp.rta.nato.int/public/PubFulltext/RTO/MP/RTO-MP-025//MP-025-15.pdf>) (PDF) στις 17 Μαΐου 2011. Ανακτήθηκε στις 29 Μαΐου 2011.
34. Scoullou, Michael J.· Vonkeman, Gerrit H. (2001). *Mercury, Cadmium, Lead: Handbook for Sustainable Heavy Metals Policy and Regulation* (https://books.google.com/books?id=9yzN-QGag_8C). Springer. ISBN 978-1-4020-0224-3.
35. Krishnamurthy, N. (2 Ιουλίου 2013). *Engg. Chemistry, 2/e*. New York: PHI Learning Private Limited. σελίδες 82–83. ISBN 978-81-203-3666-7.
36. «EUR-Lex - 32011L0065 - EN - EUR-Lex» (<https://web.archive.org/web/20160305003607/http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?sessionId=VN9WtN1VHCtTbGnQpnkrTsj2gh68QzJf581nbhhVpJSLNn2sLJsy!-561601488?uri=CELEX:32011L0065>). *eur-lex.europa.eu*. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?sessionId=VN9WtN1VHCtTbGnQpnkrTsj2gh68QzJf581nbhhVpJSLNn2sLJsy!-561601488?uri=CELEX:32011L0065>) στις 5 Μαρτίου 2016. Ανακτήθηκε στις 22 Ιουλίου 2021.
37. [1] (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:266:0001:0014:en:PDF>)
38. Maynard, Andrew. «Are quantum dot TVs – and their toxic ingredients – actually better for the environment?» (<https://theconversation.com/are-quantum-dot-tvs-and-their-toxic-ingredients-actually-better-for-the-environment-35953>) (στα αγγλικά). *The Conversation*. <https://theconversation.com/are-quantum-dot-tvs-and-their-toxic-ingredients-actually-better-for-the-environment-35953>. Ανακτήθηκε στις 2017-07-23.

39. Abyar, Selda; Khandar, Ali Akbar; Salehi, Roya; Abolfazl Hosseini-Yazdi, Seyed; Alizadeh, Effat; Mahkam, Mehrdad; Jamalpoor, Amer; White, Jonathan M. *και άλλοι*. (December 2019). «In vitro nephrotoxicity and anticancer potency of newly synthesized cadmium complexes» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=6789105>) (στα αγγλικά). *Scientific Reports* **9** (1): 14686. doi:10.1038/s41598-019-51109-9 (<https://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-51109-9>). ISSN 2045-2322 (<http://worldcat.org/issn/2045-2322>). PMID 31604983 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31604983>).
40. Lee, Ching-Hwa; Hsi, C. S. (2002). «Recycling of Scrap Cathode Ray Tubes». *Environmental Science & Technology* **36** (1): 69–75. doi:10.1021/es010517q (<https://dx.doi.org/10.1021/es010517q>). PMID 11811492 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11811492>). Bibcode: 2002EnST...36...69L (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2002EnST...36...69L>).
41. Miller, L. S.; Mullin, J. B. (1991). «Crystalline Cadmium Sulfide». *Electronic materials: from silicon to organics* (<https://archive.org/details/electronicmateri00brig>). Springer. σελ. 273 (<https://archive.org/details/electronicmateri00brig/page/273>). ISBN 978-0-306-43655-0.
42. Jennings, Thomas C. (2005). «Cadmium Environmental Concerns». *PVC handbook*. Hanser Verlag. σελ. 149. ISBN 978-1-56990-379-7.
43. Brady, George Stuart; Brady, George S. (2002). *Materials handbook: an encyclopedia for managers, technical professionals, purchasing and production managers, technicians, and supervisors* (<https://books.google.com/books?id=vIhVSQLhhMEC&pg=PA425>). McGraw-Hill Professional. σελ. 425. ISBN 978-0-07-136076-0.
44. «Helium-Cadmium Lasers» (<https://web.archive.org/web/20110715000100/http://www.olympusfluoview.com/java/hecdlasers/index.html>). Olympus. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.olympusfluoview.com/java/hecdlasers/index.html>) στις 15 Ιουλίου 2011. Ανακτήθηκε στις 14 Μαΐου 2011.
45. Nambiar, K.R (2006). «Helium-cadmium Laser». *Lasers: Principles, Types and Applications*. ISBN 978-81-224-1492-9.
46. «Cadmium Selenium Testing for Microbial Contaminants» (<https://web.archive.org/web/20110725023512/http://mix.msfc.nasa.gov/abstracts.php?p=3906>). NASA. 10 June 2003. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://mix.msfc.nasa.gov/abstracts.php?p=3906>) στις 25 July 2011. <https://web.archive.org/web/20110725023512/http://mix.msfc.nasa.gov/abstracts.php?p=3906>. Ανακτήθηκε στις 20 November 2009.
47. Park J. W., Chun Y. S.; Choi, E.; Kim, G. T.; Choi, H.; Kim, C. H.; Lee, M. J.; Kim, M. S.; Park, J. W. (2000). «Cadmium blocks hypoxia-inducible factor (HIF)-1-mediated response to hypoxia by stimulating the proteasome-dependent degradation of HIF-1α». *European Journal of Biochemistry* **267** (13): 4198–4204. doi:10.1046/j.1432-1327.2000.01453.x (<https://dx.doi.org/10.1046/j.1432-1327.2000.01453.x>). PMID 10866824 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10866824>).
48. Τaki, Masayasu (2013). «Chapter 5. Imaging and sensing of cadmium in cells». Στο: Astrid Sigel, επιμ. *Cadmium: From Toxicology to Essentiality*. Metal Ions in Life Sciences. **11**. Springer. σελίδες 99–115. ISBN 978-94-007-5178-1.
49. Noyhouzer, Tomer; Mandler, Daniel (2011-01-17). «Determination of low levels of cadmium ions by the under potential deposition on a self-assembled monolayer on gold electrode». *Analytica Chimica Acta* **684** (1–2): 1–7. doi:10.1016/j.aca.2010.10.021 (<https://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2010.10.021>). PMID 21167979 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21167979>).
50. Hogan, C. Michael (2010).
51. Xu, Liang, Zhang, Fei, Tang, Mingjia, et al.
52. Kannan, Muthukumar (2010). «Cadmium-induced oxidative stress in *Saccharomyces cerevisiae*». *Indian J Biochem Biophys* **47** (6): 383–7. PMID 21355423 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21355423>).
53. Lane, Todd W.; Saito, Mak A.; George, Graham N.; Pickering, Ingrid J.; Prince, Roger C.; Morel, François M. M. (2005). «A cadmium enzyme from a marine diatom» (http://www.who.edu/cms/files/msaito/2005/5/LaneSaitoMorel_CdCA_Nature2005_2944.pdf). *Nature* **435** (42): 42. doi:10.1038/435042a (<https://dx.doi.org/10.1038/435042a>). PMID 15875011 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15875011>). Bibcode: 2005Natur.435...42L (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2005Natur.435...42L>). http://www.who.edu/cms/files/msaito/2005/5/LaneSaitoMorel_CdCA_Nature2005_2944.pdf.
54. Lane, Todd W.; Morel, F. M. (2000). «A biological function for cadmium in marine diatoms» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=18283>). *Proc. Natl. Acad. Sci.* **97** (9): 4627–4631. doi:10.1073/pnas.090091397 (<https://dx.doi.org/10.1073/pnas.090091397>). PMID 10781068 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10781068>). Bibcode: 2000PNAS...97.4627L (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2000PNAS...97.4627L>).
55. Perry, HM Jr.; Thind, G. S.; Perry, E. F. (1976). «The biology of cadmium» (https://archive.org/details/sim_medical-clinics-of-north-america_1976-07_60_4/page/759). *The Medical Clinics of North America* **60** (4): 759–69. doi:10.1016/S0025-7125(16)31859-4 ([https://dx.doi.org/10.1016/S0025-7125\(16\)31859-4](https://dx.doi.org/10.1016/S0025-7125(16)31859-4)). PMID 775217 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/775217>). https://archive.org/details/sim_medical-clinics-of-north-america_1976-07_60_4/page/759.
56. Luevano, J.; Damodaran, C (2014). «A Review of Molecular Events of Cadmium-Induced Carcinogenesis» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=4183964>). *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology* **33** (3): 183–194. doi:10.1615/jenviropatholtoxiconcol.2014011075 (<https://dx.doi.org/10.1615/jenviropatholtoxiconcol.2014011075>). PMID 25272057 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25272057>).
57. Rahim, F; Jalali, A; Tangestani, R (2013). «Breast cancer frequency and exposure to cadmium: A meta-analysis and systematic review» (http://journal.waocp.org/article_27945_d5fc7ccf25acb7c8169ba197aa4355ba.pdf). *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* **14** (7): 4283–7. doi:10.7314/apjcp.2013.14.7.4283 (<https://dx.doi.org/10.7314/apjcp.2013.14.7.4283>). PMID 23991990 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23991990>). http://journal.waocp.org/article_27945_d5fc7ccf25acb7c8169ba197aa4355ba.pdf.
58. Tellez-Plaza, M; Jones, M. R.; Dominguez-Lucas, A; Guallar, E; Navas-Acien, A (2013). «Cadmium Exposure and Clinical Cardiovascular Disease: A Systematic Review» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=3858820>). *Current Atherosclerosis Reports* **15** (10): 10.1007/s11883-013-0356-2. doi:10.1007/s11883-013-0356-2 (<https://dx.doi.org/10.1007/s11883-013-0356-2>). PMID 23955722 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23955722>).
59. James, K. A.; Meliker, J. R. (2013). «Environmental cadmium exposure and osteoporosis: A review». *International Journal of Public Health* **58** (5): 737–45. doi:10.1007/s00038-013-0488-8 (<https://dx.doi.org/10.1007/s00038-013-0488-8>). PMID 23877535 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23877535>).

60. Cullen, Jay T.; Maldonado, Maria T. (2013). «Chapter 2. Biogeochemistry of Cadmium and its Release to the Environment». Στο: Astrid Sigel, επιμ. *Cadmium: From Toxicology to Essentiality*. Metal Ions in Life Sciences. **11**. Springer. σελίδες 31–62. ISBN 978-94-007-5178-1.
61. Crea, Francesco; Foti, Claudia (2013). «Chapter 3. Speciation of Cadmium in the Environment». Στο: Astrid Sigel, επιμ. *Cadmium: From Toxicology to Essentiality*. Metal Ions in Life Sciences. **11**. Springer. σελίδες 63–83. ISBN 978-94-007-5178-1.
62. "Safety Data Sheet" (<https://www.sigmaaldrich.com/MSDS/MSDS/DisplayMSDSPage.do?country=US&language=en&productNumber=265454&brand=ALDRICH&PageToGoToURL=https%3A%2F%2Fwww.sigmaaldrich.com%2Fcatalog%2Fproduct%2Faldrich%2F265454%3Flang%3Den>).
63. Maret, Wolfgang; Moulis, Jean-Marc (2013). «Chapter 1. The Bioinorganic Chemistry of Cadmium in the Context of its Toxicity». Στο: Astrid Sigel, επιμ. *Cadmium: From Toxicology to Essentiality*. Metal Ions in Life Sciences. **11**. Springer. σελίδες 1–30. ISBN 978-94-007-5178-1.
64. Hayes, Andrew Wallace (2007). *Principles and Methods of Toxicology* (<https://books.google.com/books?id=vgHXTld8rnYC>). Philadelphia: CRC Press. σελίδες 858–861. ISBN 978-0-8493-3778-9.
65. Mann, Denise (23 April 2012) Can Heavy Metal in Foods, Cosmetics Spur Breast Cancer Spread? (<https://web.archive.org/web/20120426102047/http://news.yahoo.com/heavy-metal-foods-cosmetics-spur-breast-cancer-spread-200608223.html>)
66. Nogawa, Koji; Kobayashi, E.; Okubo, Y.; Suwazono, Y. (2004). «Environmental cadmium exposure, adverse effects, and preventative measures in Japan». *Biometals* **17** (5): 581–587. doi:10.1023/B:BIOM.0000045742.81440.9c (<https://dx.doi.org/10.1023%2FB%3ABIOM.0000045742.81440.9c>). PMID 15688869 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15688869>).
67. «European Commission Decision of 12 October 2006 amending, for the purposes of adapting to technical progress, the Annex to Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council as regards exemptions for applications of lead and cadmium (notified under document number C(2006) 4790)» (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:283:0048:0049:EN:PDF>). Journal of the European Union. 14 Οκτωβρίου 2006.
68. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (1993) (1993). *Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry* (<https://www.worldcat.org/oclc/29943893>). Lyon. ISBN 92-832-1258-4.
69. Julin, B.; Wolk, A.; Johansson, J. E.; Andersson, S. O.; Andrén, O.; Akesson, A. (2012). «Dietary cadmium exposure and prostate cancer incidence: A population-based prospective cohort study» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=3425979>). *British Journal of Cancer* **107** (5): 895–900. doi:10.1038/bjc.2012.311 (<https://dx.doi.org/10.1038%2Fbjc.2012.311>). PMID 22850555 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22850555>).
70. Engström, A.; Michaëlsson, K.; Vahter, M.; Julin, B.; Wolk, A.; Åkesson, A. (2012). «Associations between dietary cadmium exposure and bone mineral density and risk of osteoporosis and fractures among women». *Bone* **50** (6): 1372–8. doi:10.1016/j.bone.2012.03.018 (<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.bone.2012.03.018>). PMID 22465267 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22465267>).
71. Julin, B.; Wolk, A.; Bergkvist, L.; Bottai, M.; Akesson, A. (2012). «Dietary cadmium exposure and risk of postmenopausal breast cancer: A population-based prospective cohort study». *Cancer Research* **72** (6): 1459–66. doi:10.1158/0008-5472.CAN-11-0735 (<https://dx.doi.org/10.1158%2F0008-5472.CAN-11-0735>). PMID 22422990 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22422990>).
72. Akesson, A.; Julin, B.; Wolk, A. (2008). «Long-term dietary cadmium intake and postmenopausal endometrial cancer incidence: A population-based prospective cohort study» (https://archive.org/details/sim_cancer-research_2008-08-01_68_15/page/n430). *Cancer Research* **68** (15): 6435–41. doi:10.1158/0008-5472.CAN-08-0329 (<https://dx.doi.org/10.1158%2F0008-5472.CAN-08-0329>). PMID 18676869 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18676869>). https://archive.org/details/sim_cancer-research_2008-08-01_68_15/page/n430.
73. Rzymski, P.; Rzymski, P.; Tomczyk, K.; Niedzielski, P.; Jakubowski, K.; Poniedziałek, B.; Opala, T. (2014). «Metal status in human endometrium: Relation to cigarette smoking and histological lesions». *Environmental Research* **132**: 328–33. doi:10.1016/j.envres.2014.04.025 (<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.envres.2014.04.025>). PMID 24834829 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24834829>). Bibcode: 2014ER....132..328R (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2014ER....132..328R>).
74. «ARL : Cadmium Toxicity» (<https://web.archive.org/web/20190909101141/http://www.arlma.com/Articles/CadmiumToxDoc.htm>). www.arlma.com. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<http://www.arlma.com/Articles/CadmiumToxDoc.htm>) στις 9 Σεπτεμβρίου 2019. Ανακτήθηκε στις 22 Ιουλίου 2021.
75. Fechner, P.; Damdimopoulou, P.; Gauglitz, G. (2011). «Biosensors paving the way to understanding the interaction between cadmium and the estrogen receptor alpha» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=3149063>). *PLOS ONE* **6** (8): e23048. doi:10.1371/journal.pone.0023048 (<https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0023048>). PMID 21829690 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21829690>). Bibcode: 2011PLoSO...623048F (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2011PLoSO...623048F>).
76. Stoica, A.; Katzenellenbogen, B. S.; Martin, M. B. (2000). «Activation of estrogen receptor-alpha by the heavy metal cadmium». *Molecular Endocrinology (Baltimore, Md.)* **14** (4): 545–53. doi:10.1210/mend.14.4.0441 (<https://dx.doi.org/10.1210%2Fmend.14.4.0441>). PMID 10770491 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10770491>).
77. Ali, I.; Penttinen-Damdimopoulou, P. E.; Mäkelä, S. I.; Berglund, M.; Stenius, U.; Akesson, A.; Håkansson, H.; Halldin, K. (2010). «Estrogen-like effects of cadmium in vivo do not appear to be mediated via the classical estrogen receptor transcriptional pathway» (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=2957917>). *Environmental Health Perspectives* **118** (10): 1389–94. doi:10.1289/ehp.1001967 (<https://dx.doi.org/10.1289%2Fehp.1001967>). PMID 20525538 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20525538>).
78. Ali, I.; Damdimopoulou, P.; Stenius, U.; Adamsson, A.; Mäkelä, S. I.; Åkesson, A.; Berglund, M.; Håkansson, H. και άλλοι. (2012). «Cadmium-induced effects on cellular signaling pathways in the liver of transgenic estrogen reporter mice». *Toxicological Sciences* **127** (1): 66–75. doi:10.1093/toxsci/kfs077 (<https://dx.doi.org/10.1093%2Ftoxsci%2Fkfs077>). PMID 22314386 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22314386>).
79. Johnson, M. D.; Kenney, N.; Stoica, A.; Hilakivi-Clarke, L.; Singh, B.; Chepko, G.; Clarke, R.; Sholler, P. F. και άλλοι. (2003). «Cadmium mimics the in vivo effects of estrogen in the uterus and mammary gland». *Nature Medicine* **9** (8): 1081–4. doi:10.1038/nm902 (<https://dx.doi.org/10.1038%2Fnm902>). PMID 12858169 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12858169>).

80. Dias, Fábio de S.; Bonsucesso, Josemaríio S.; Oliveira, Lucas C.; Dos Santos, Walter N.L. (2012). «Preconcentration and determination of copper in tobacco leaves samples by using a minicolumn of sisal fiber (Agave sisalana) loaded with Alizarin fluorine blue by FAAS». *Talanta* **89** (1): 276–279. doi:10.1016/j.talanta.2011.12.027 (<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.talanta.2011.12.027>). PMID 22284492 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22284492>).
81. Friberg, L. (1983). «Cadmium» (https://archive.org/details/sim_annual-review-of-public-health_1983_4/page/367). *Annual Review of Public Health* **4**: 367–73. doi:10.1146/annurev.pu.04.050183.002055 (<https://dx.doi.org/10.1146%2Fannurev.pu.04.050183.002055>). PMID 6860444 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6860444>). https://archive.org/details/sim_annual-review-of-public-health_1983_4/page/367.
82. Jarup, L. (1998). «Health effects of cadmium exposure – a review of the literature and a risk estimate» (https://archive.org/details/sim_scandinavian-journal-of-work-environment-health_1998-02_24_1/page/11). *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* **24**: 11–51. PMID 9569444 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9569444>). https://archive.org/details/sim_scandinavian-journal-of-work-environment-health_1998-02_24_1/page/11.
83. «Cadmium dietary exposure in the European population – European Food Safety Authority» (<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2551>). *www.efsa.europa.eu*. 18 Ιανουαρίου 2012.
84. EUR-Lex (<http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>).
85. «JECFA Evaluations-CADMIUM-» (http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_297.htm). *www.inchem.org*.
86. such as seen on the organic cocoa powder marketed by Better Body Foods, for example
87. «Toxic fears hit Highbury auction» (<http://news.bbc.co.uk/sport1/hi/football/teams/a/arsenal/4757797.stm>). *BBC Sport*. 10 May 2006. <http://news.bbc.co.uk/sport1/hi/football/teams/a/arsenal/4757797.stm>. Ανακτήθηκε στις 29 November 2010.
88. «U.S. to Develop Safety Standards for Toxic Metals» (<http://www.businessweek.com/news/2010-01-12/u-s-to-develop-safety-standards-for-toxic-metals-update1-.html>). *Business Week*. 12 January 2010. <http://www.businessweek.com/news/2010-01-12/u-s-to-develop-safety-standards-for-toxic-metals-update1-.html>. Ανακτήθηκε στις 12 January 2010.
89. «Claire's Recalls Children's Metal Charm Bracelets Due to High Levels of Cadmium» (<https://web.archive.org/web/20100531181434/http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml10/10227.html>). *U.S. Consumer Product Safety Commission*. 10 May 2010. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://www.cpsc.gov/CPSC/PUB/PREREL/prhtml10/10227.html>) στις 31 May 2010. <https://web.archive.org/web/20100531181434/http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml10/10227.html>. Ανακτήθηκε στις 5 June 2010.
90. «FAF Inc. Recalls Children's Necklaces Sold Exclusively at Walmart Stores Due to High Levels of Cadmium» (<https://web.archive.org/web/20100527202913/http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml10/10127.html>). *U.S. Consumer Product Safety Commission*. 29 January 2010. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://www.cpsc.gov/CPSC/PUB/PREREL/prhtml10/10127.html>) στις 27 May 2010. <https://web.archive.org/web/20100527202913/http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml10/10127.html>. Ανακτήθηκε στις 5 June 2010.
91. Neuman, William (4 June 2010). «McDonald's Recalls 12 Million 'Shrek' Glasses» (<https://www.nytimes.com/2010/06/05/business/05recall.html>). *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2010/06/05/business/05recall.html>. Ανακτήθηκε στις 5 June 2010.
92. «McDonald's Recalls Movie Themed Drinking Glasses Due to Potential Cadmium Risk» (<https://web.archive.org/web/20100607024105/http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml10/10257.html>). *U.S. Consumer Product Safety Commission*. 4 June 2010. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο (<https://www.cpsc.gov/CPSC/PUB/PREREL/prhtml10/10257.html>) στις 7 June 2010. <https://web.archive.org/web/20100607024105/http://www.cpsc.gov/cpscpub/prerel/prhtml10/10257.html>. Ανακτήθηκε στις 5 June 2010.

Περαιτέρω μελέτη

- Hartwig, Andrea (2013). «Chapter 15. Cadmium and cancer». Στο: Astrid Sigel, επιμ. *Cadmium: From Toxicology to Essentiality. Metal Ions in Life Sciences*. **11**. Springer. σελίδες 491–507. ISBN 978-94-007-5178-1.

Εξωτερικοί σύνδεσμοι

- Κάδμιο (<http://www.periodicvideos.com/videos/048.htm>) στον *Περιοδικό πίνακα*
- Μελέτες περιπτώσεων (ATSDR) στην περιβαλλοντική ιατρική: Τοξικότητα καδμίου (<https://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=6&po=0>) Αρχειοθετήθηκε (<https://web.archive.org/web/20201218022238/https://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=6&po=0>) 2020-12-18 στο Wayback Machine.
- Εθνικό Ινστιτούτο για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία - Κάδμιο (<https://www.cdc.gov/niosh/topics/Cadmium>)
- Βάση δεδομένων επικίνδυνων ουσιών (NLM) - Κάδμιο (<https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/r?dbs+hsdb:@term+@na+@rel+cadmium,+elemental>)

Ανακτήθηκε από "<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=Κάδμιο&oldid=10898261>"