



## L'ARSENICO NELL'ANTICHITÀ E AI GIORNI NOSTRI

Ottilia DE MARCO\*, Gigliola CAMAGGIO\*\*, Serena STIFANI

\*Professore emerito

\*\* Professore Ordinario

Dip. Scienze Geografiche e Merceologiche

Facoltà di Economia

Via Rosalba 53, 70124 Bari – Italia

### Abstract

L'argomento di questo lavoro è stato suggerito alle autrici dal ruolo negativo che attualmente l'arsenico sta svolgendo, quasi sempre in maniera del tutto naturale, avvelenando le acque che vengono a contatto, all'aria, con le rocce che lo contengono. Il fenomeno, quasi certamente presente anche nei tempi passati, è stato rilevato recentemente in diverse aree del globo, anche come conseguenza delle attività antropiche, soprattutto in Bangladesh dove decine di milioni di persone consumano abitualmente acqua con un alto contenuto di tale sostanza

Si è voluto analizzare il ruolo che questo metallo ha avuto nell'antichità studiando i testi di autori classici che lo trattano, a volte con nomi diversi come *Orpimento* o *Sandracca*, e si è visto che esso, pur essendo tossico, è stato usato anche come farmaco. In tempi più recenti le sue applicazioni sono aumentate soprattutto in campo industriale. Lo studio vuole mettere a confronto gli usi del passato con quelli attuali e rilevare gli effetti ambientali da essi generati.

### Introduzione

L'attualità di questo metallo è determinata dagli effetti nocivi che esso sta provocando all'ambiente e alla salute umana quando lo si trova presente in soluzione nelle acque, destinate ad uso potabile, per inquinamento dovuto a cause naturali o/e, soprattutto, ad attività antropiche.

La sua importanza al di là della contingenza particolare del periodo, che sta allarmando le popolazioni di alcune zone, come ad esempio il Bangladesh, ma anche quelle di tutti paesi industrializzati, compresa l'Italia, è legata alla versatilità del metallo ad avere molte applicazioni industriali. Il settore chimico è quello che utilizza maggiormente i suoi composti per la produzione di insetticidi, defolianti, sterilizzanti dei terreni, pigmenti per vernici, smalti, vetri colorati, ecc.

Molto usato è stato, soprattutto in passato, nella produzione di prodotti farmaceutici alcuni dei quali si sono rivelati in seguito tossici; attualmente l'arsenico in questo settore è utilizzato con molta cautela anche se alcuni farmaci a base di arsenico si stanno rivelando molto efficaci nella cura di certe forme di leucemie e di altre malattie come ad esempio quella del sonno.

Lo scopo di questo studio è quello di analizzare le applicazioni dell'arsenico e dei suoi sali in campo farmaceutico, nel passato, sulla base di quel che ne hanno scritto gli studiosi classici, e di confrontarle con quelle più recenti relative anche al secolo scorso. Un particolare interesse viene rivolto anche agli effetti tossici che le applicazioni in vasti settori industriali provocano all'ambiente e di conseguenza alla salute umana.



## L'Arsenico

~~L'arsenico è un elemento chimico di numero atomico 33 e simbolo As. E' un~~

### L'arsenico: generalità

L'arsenico è un metalloide ed un noto veleno; il suo numero atomico è 33 e il suo simbolo As. Il nome deriva dal termine persiano *Zarnik* ~~ed un metalloide~~, che vuol dire *ornamento giallo*. Tale termine fu adottato nel greco antico nella forma di *arsenikon* (ἀρσενιχόν) (Mattioli, libro V).

In natura l'arsenico nativo si trova soltanto in piccole quantità, cristallizzato in concrezioni grigie. I minerali che lo contengono sono il Realgar **As** ( $As_2S_2$ ), di color rosso, l'Orpimento ( $As_2S_3$ ), di colore giallo limone e l'arsenopirite ( $FeSAs$ ), l'unico utilizzato industrialmente. Per secoli l'arsenico è stato usato per usi criminali. Fu noto ai Greci prima del 500 A. C. e Ippocrate (460-377 A. C. ) lo usò come rimedio esterno, per le ulcere. Nell'ottavo secolo un alchimista arabo Jabir ibn Hayyan (721-815) noto in occidente col nome di Geber, fu il primo ad ottenere l'arsenico bianco, riscaldando il Realgar e si pensa che proprio a partire da questo periodo si cominciò ad usarlo come veleno da parte dei criminali per la sua mancanza di odore sapore o colore marcati rispetto agli altri veleni. Fu solo nel 1836 che James Marsh, un medico scozzese, mise a punto un metodo, molto sensibile, d'identificazione della sostanza. Nel Medio Evo, durante la peste, molta gente per preservarsi dal contagio, portava amuleti al collo, contenenti arsenico. In epoca vittoriana fu usato da molte donne come cosmetico per dare un aspetto più bianco ed etereo alla pelle del viso. Si credeva, inoltre, che, preso a piccole dosi per lunghi periodi, potesse migliorare la respirazione. La soluzione di Fowler, che contiene l'1% di arsenito di potassio è stata molto usata in medicina contro l'asma, dal 18° secolo fino alla metà del 20° secolo, e i composti organici arsenicali sono considerati i primi farmaci antibiotici. Durante la II guerra mondiale è stata usata, come gas tossico, l'arsina ( $AsH_3$ ). Pur essendo noto, come si è visto, dall'antichità, pare che sia stato Alberto Magno, nel 1250, ad isolare l'arsenico elementare dai suoi minerali e, nel 1649, Johann Schroeder che inventò due metodi diversi per prepararlo. Nei primi anni del '700 N. Lemery rilevò che l'arsenico metallico poteva essere prodotto riscaldando il triossido di arsenico con sapone e potassio. Dal 18° secolo le proprietà dell'arsenico furono sufficientemente note per classificarlo come un semimetallo.

### **L'arsenico nei tempi antichi**

L'Arsenico, come si è detto, è un elemento che ha avuto una lunga storia nella vita dell'uomo ed è tuttora di notevole interesse per le sue applicazioni e i suoi effetti collaterali, spesso dannosi. Noto fin dall'età del bronzo nella cui composizione entrò insieme al rame, fu poi dagli alchimisti utilizzato, sempre insieme al rame, con la speranza di ottenere argento, per poi giungere all'oro. Gli scrittori antichi tutti lo citano per le sue proprietà terapeutiche, cosmetiche, pigmentose ma anche tossiche. Ippocrate, fu uno dei primi ad indicare i solfuri di arsenico, rossi e gialli (il realgar e l'orpimento), come fumiganti (Partington, p.33). Aristotele (384-327 a.C.) afferma che la droga chiamata sandaraké (realgar, disolfuro di arsenico) è estremamente dannosa per i cavalli e tutti gli animali da tiro; viene somministrata

in acqua e percolata. Poiché la sandaraca pare essere insolubile, forse Aristotele si riferisce al realgar bruciato, con ciò si ha il primo riferimento all'ossido arsenioso, ma il testo è piuttosto oscuro. *“L'orpimento (il trisolfuro di arsenico), si dice che colori i capelli di rosso e l'orpimento giallo miscelato con latte di calce è utilizzato per questo scopo”*. (Partington, p. 101-102). Teofrasto (372-288 a.C.) nel suo trattato *“De lapidibus”*, dice: *“Alcune pietre, come il realgar e l'orpimento se bruciate e trasformate dal fuoco danno luogo ad esalazioni di fumi secchi”* (Partington, p.133). Strabone (1° sec a.C.) descrive il realgar presente nel Ponto, lavorato dagli slavi che muoiono a causa delle esalazioni velenose emesse dal minerale (Partington, p.133). Plinio (23/24-79 d.C.) fa riferimento all'uso dell'orpimento per fare l'oro; il suo colore, così simile all'oro, aveva indotto l'imperatore Caligola a farne fondere una grande quantità. L'oro che ne ottenne fu di ottima qualità ma solo perché, probabilmente, l'orpimento usato era mescolato alla terra aurifera che lo conteneva. Il rendimento fu molto basso e l'esperimento non fu più ripetuto. Plinio, riguardo alla provenienza, dice che *“si estrae dalla Siria ad uso dei pittori, dalla superficie del terreno, ma è fragile come le pietre speculari”*\* (Plinio, Libro 33, p.55)

Della sandracca Plinio dice che *“si trova nelle miniere d'oro e in quelle d'argento (Teofrasto de lapidibus 51), ed essa è migliore quanto più è rossa, quanto più è forte il suo odore di zolfo e quanto più è pura e friabile. Essa deterge, arresta, riscalda, erode, ma la sua qualità precipua è di essere settica. Applicata con aceto colma le macchie dell'alopecia; si aggiunge ai medicamenti degli occhi, presa col miele pulisce la gola, e rende la voce limpida e canora; presa come cibo con resina di terebinto è un gradevole rimedio per l'asma e la tosse; suffumicata insieme a legno di cedro, il solo vapore guarisce le stesse affezioni”*.

Plinio parla anche di una specie adulterata di sandracca che *“si ottiene dalla biacca cotta nel forno. Il colore deve essere rosso vivo”* (Plinio, Libro 39, p. 335)

Dell'arsenico (solfuro giallo  $As_2S_3$ ) Plinio dice che *“ha le stesse proprietà della sandracca ma è più energico; per questo entra nella composizione dei caustici e dei preparati depilatori. Fa scomparire anche le unghie incarnite, i polipi delle narici, i condilomi e ogni altro tipo di escrescenza. Lo si tosta per aumentarne l'efficacia, in un vaso di terra nuovo finché non muta colore”* (Plinio, Libro 55 e 56 p. 283-285)

Dioscoride (60-78 d.C.) nella sua *Materia medica* al capitolo 79 del V libro parla dell'orpimento che è di due qualità: *“L'ottimo è il crostoso che sia di color d'oro, che non sia meschiato con altre materie & che si fenda volentieri in squame, come è quello, che nasce in Misia d'Helesponto. ... Ha virtù costrettiva, & corrosiva: abbruscia applicato, & induce l'escara con bruciore, & violenza: risolve le crescenze della carne, & fa cascare i peli.*

Della sandaracha di cui tratta al cap. 80 dello stesso V libro dice che *“ha le virtù medesime dell'orpimento & così parimenti s'abbruscia. Incorporata con ragia, riempie di capelli i luoghi calvi: & meschiata con pece, fa cadere l'unghie scabrose. Unta con olio, giova a i pidocchi: meschiata con grasso, risolve le postemette picciole. Giova, incorporata con olio rosado, all'ulcere del naso & della bocca, & e al nascimento delle pustole, & alle posteme del sedere. Dassi insieme con vino mulso a coloro, che tossendo, sputano la marcia. Fassene fumento insieme con ragia, & togliesene il fumo per una canna, alla tosse antica: lambendosi con mele, rischiara la voce, & dassi in pilule a coloro che non possono se non malagevolmente respirare”*.

---

\* Termine con cui Plinio designa abitualmente la mica (cfr. la descrizione a XXXVI 160sgg.) ma talvolta anche il gesso.

Al capitolo 29 del libro sesto Dioscoride ritorna a parlare della sandaraca e dell'orpimento e dice che presi *“per bocca, causano dolori, & rodimenti intollerabili di stomaco, & di budella. Al che si soccorre, dando a bere tutte quelle cose, che mescolate con esse, possono spegnere, & levar via l'acutezza loro & fare il corpo lubrico, & solubile, come è il succo della malva, & del malvavisco: perciò che ambedue sono lubrificissime medicine”*.

Mattioli (1501-1577) conferma le notizie date su queste sostanze, aggiungendo ad esse l'arsenico sublimato che dà gli stessi sintomi, fra cui anche *“una sete insopportabile, asprezza nella gola, struttura di fiato, ritenimento d'orina, & flusso di corpo con sangue simile alla dissenteria. Al che si deve ovviare (come benissimo insegna Dioscoride) con le cose untuose & lenitive, e parimenti con alcuni cremori, & mucillagini di alcuni semi.....con olio di mandorle dolci, & con brodi grassi di gallina, ma il vero antidoto anche secondo Pietro d'Abano, è il cristallo di montagna macinato sottilmente & dato a bere al peso d'una dramma con olio di mandorle dolci”*. Mattioli aggiunge che per lui *“il più valoroso antidoto contra la mortifera natura dell'Arsenico, è la polvere del serenissimo Principe Ferdinando Arciduca d'Austria”* la cui natura e composizione non è precisata.

Gli scrittori arabi parlano anch'essi dell'arsenico e dei suoi composti, riportando spesso quello che era già stato scritto dai loro predecessori. Ibn al Beithar cita al-Razi (865-935) che nel *“Mansury”* parla dell'arsenico come di un veleno molto attivo al quale non si può sfuggire e che lo si combatte con gli stessi mezzi usati contro il mercurio. Nel *“Libro delle Proprietà”* lo definisce una sostanza che proviene dal Korassan e che aggiunto a una pasta fa morire i topi che la mangiano e anche gli altri che sentono l'odore di questi corpi morenti. *“L'ingestione di arsenico sublimato provoca coliche intense, ulcere di natura maligna all'intestino e bisogna allora bere dell'acqua calda con del gileppo a più riprese fino ad esserne saturi, poi acqua di riso, acqua d'orzo e ogni altra bevanda del genere, efficace contro le ulcere intestinali ecc.”*.

Ishak ibn Amran (morto nel 1249) ripete le proprietà venefiche dell'arsenico utili ad uccidere mosche e nello stesso tempo quelle depilatorie: *“se si tritura l'arsenico rosso, lo si riduce in pasta con estratto di giusquiamo verde e con questa si frizionano le ascelle, i peli si distruggono e non rinasceranno mai più”*.

Ibn Beithar, alla voce Arsenico (1336) dice che presso gli abitanti dell'Iraq è detto *“la terra che uccide”*. Gli si dà anche il nome di *“veleno dei topi”*. Nel Magreb lo si chiama *“polvere dei topi”*. (Leclerc)

Nel medio evo e nel rinascimento fu utilizzato come pigmento colorante dai pittori e si cominciò a produrlo anche artificialmente, facendo reagire lo zolfo con il realgar, come attesta nel suo *“Libro dell'Arte”* Cennino Cennini (1370-1440). L'orpimento fu usato molto da Giorgione, (1478-1510) da Giovanni Bellini (1430-1516) e da Lorenzo Lotto (1480-1556/57) (Brusatin).

L'orpimento oltre ad essere velenoso risultava molto difficile alla macinazione che si consigliava di fare (Cennini) usando del vetro tritato sia come coadiuvante alla polverizzazione che per l'essiccazione finale. L'officina del vetro, a Venezia, diventa così il centro dei materiali coloranti e l'orpimento resta un colore basilare per la pittura veneziana. (Brusatin).

Oltre a queste applicazioni, l'arsenico continuò ad essere usato come medicamento sia pure con la cautela necessaria richiesta dalla sua tossicità.

Il suo uso più eclatante è rimasto nella storia come veleno (il veleno dei re e il re dei veleni) destinato a personaggi celebri come ad esempio, Napoleone Bonaparte che sarebbe morto bevendo, per un certo periodo, vino addizionato col veleno dei topi, somministratogli dal Conte Henry de Montholon. Fino ad ora, però non sono state trovate prove certe anche se



consistenti quantità di arsenico sono state rilevate nei capelli dell'Imperatore. I nuovi metodi di analisi hanno riscontrato una diversa concentrazione del metallo nei capelli (nella parte esterna del capello o in quella interna) il che non ha permesso di affermare con certezza l'avvelenamento, anche perché i capelli delle sue sorelle Paolina, Letizia e Carolina contenevano una quantità di arsenico che oggi sarebbe considerata responsabile di una tossicità cronica. (Ricordel) (Lin, Henkelmann)

### **L'Arsenico nei tempi moderni**

L'arsenico nei tempi moderni, grazie anche alla sua caratterizzazione più definita e allo sviluppo della scienze chimiche, della medicina, delle conoscenze farmacologiche, merceologiche e tecnologiche, si è affermato in vari campi di utilizzazione.

Nel 1786 il dottor T. Fowler aveva osservato il giovamento che i suoi pazienti traevano dall'uso dell'arsenico in caso di febbri e di cefalee sporadiche. Il liquore di Fowler fu perciò utilizzato anche come tonico per tutto l'ottocento e fino agli anni '60 del novecento.

Nel 1910 Paul Ehrlich (1854-1915) preparò, insieme al giapponese S. Hata, il primo farmaco chemioterapico a base di arsenico, il Salvarsan 606, per la cura della sifilide. Questo si rivelò ben presto troppo tossico per essere adottato in terapia per cui, successivamente, Ehrlich mise a punto il Neo Salvarsan e poi lo Stovarsolo. Nel 1908 Ehrlich aveva ricevuto il premio Nobel per il suo lavoro sull'immunologia e dopo fu riproposta la sua candidatura per il Salvarsan. Contemporaneamente un altro composto arsenicato, l'Atoxil, era stato adottato nel trattamento della Tripanosomiasi (La malattia del sonno) (Marmo e Sacerdoti).

Un farmaco a base di triossido di Arsenico, il Trisenox è stato recentemente introdotto nel mercato, in Italia, e si è rivelato capace di portare a guarigione oltre l'80% dei pazienti malati di leucemia promielocitica acuta. (Kiss).

In Africa ancora oggi il farmaco più usato contro la malattia del sonno è l'Arsobal messo a punto negli anni '30 e lanciato sul mercato negli anni '50 del novecento.

Anche in medicina veterinaria la Sindrome da Fatica Cronica (CFS) viene curata con thiacetarsamide sodica, un composto organico di arsenico trivalente. Nei cani, trattati con tale prodotto per via intravenosa, si è avuta una guarigione completa dopo 7 giorni. (Rizzi).

L'arsenico trova impiego anche nel settore cosmetico: è presente, insieme al piombo nei rossetti e con il mercurio e il cadmio nei make up per gli occhi. A livello comunitario, la legislazione ha vietato l'uso dell'arsenico e dei suoi derivati nei cosmetici con la direttiva base n. 768 del 27/7/76 che disciplina la produzione e la commercializzazione dei prodotti cosmetici (modificata nel corso degli anni), recepita dall'Italia con la Legge n. 713 dell'11/10/86, dove nell'allegato II figura fra le sostanze che non possono entrare nella composizione dei cosmetici.

L'arsenico è usato in grandi quantità nell'industria vetraria, per eliminare il colore verde dovuto alla presenza di impurezze a base di composti di ferro. Insieme al piombo si usa per la fabbricazione di leghe adatte alla produzione dei pallini da caccia. Serve alla fabbricazione di componenti fotoelettrici, di semiconduttori (arseniuro di gallio) che possono essere utilizzati come componenti per microonde, nei diodi LED, componenti di lettori DVD e per radar automobilistici. L'arsenico è presente nei processi galvanici e di incisione all'acquaforte, per la preparazione di defoglianti e di alcuni fungicidi e antiparassitari, per i fuochi artificiali (i colori bianchi o blu intensi), nell'industria chimica (reagenti e catalizzatori), in quella conciaria, in quella delle vernici, nello stampaggio dei tessuti. Combinato col cromo e il rame (Chromated Copper Arsenic- CCA), è usato, inoltre, per la



conservazione del legno contro insetti, funghi, termiti e altri organismi. (Nebbia) (Montagnani e Al.) (EPA).

La Direttiva 2006/139/CE modifica la Direttiva 76/769/CEE riguardante l'impiego dell'arsenico e dei suoi composti come biocidi per il trattamento del legno; nell'allegato 1 della Direttiva del 2006 si vieta l'impiego di questi composti nel trattamento del legno, delle carene di imbarcazioni, di qualsiasi apparecchiatura o impianto totalmente o parzialmente sommerso, ecc... Il legno trattato con soluzioni di tipo rame, cromo, arsenico (RCA) può essere commercializzato se è destinato ad usi professionali e industriali al fine di salvaguardare l'integrità strutturale del legno, per garantire la sicurezza delle persone o del bestiame (ponti, strutture portanti di edifici, sistemi di protezione dalle valanghe, nei pali delle linee elettriche e di telecomunicazioni, ecc). Inoltre il legno commercializzato per imballaggi dovrà recare la dicitura "strettamente riservato ad usi e impianti industriali, contiene arsenico" (GUUE 29-12-2006). L'uso di queste sostanze, sia pure in maniera controllata, in tanti settori industriali ha effetti devastanti sull'ambiente, in particolare sulle acque. L'inquinamento provocato dall'attività antropiche aggiuntosi a quello naturale determinato dallo scorrimento delle acque fra le rocce del minerale, è un fenomeno di grande attualità che sta turbando la vita e la salute di intere popolazioni come in Bangladesh dove decine di milioni di persone, bevendo acqua contenente elevate concentrazioni di arsenico, presentano gravi forme di intossicazione. Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità le acque potabili non devono avere un contenuto di arsenico superiore ai 10 µg per litro; le norme europee, invece, consentono una concentrazione di 50 µg per litro. In Italia la legislazione attuale fa riferimento al Decreto del Presidente della Repubblica 2 febbraio 2001 in attuazione della Direttiva comunitaria 98/83/CE in cui il contenuto di arsenico nelle acque potabili passa a 10 µg per litro. Di fatto, poiché in numerose aree del territorio italiano, l'arsenico è molto diffuso, (Riganti, Butera) e poiché gli enti gestori non si sono adoperati per mettere in atto impianti di rimozione di questo contaminante, si fa riferimento ad una deroga temporanea, per l'acqua erogata dai pubblici acquedotti, con valori limite da 20 a 50 µg per litro (Riganti).

Numerosi studi hanno collegato gli effetti patologici sulla salute umana all'assunzione cronica di arsenico attraverso le acque potabili dove è presente, in forma inorganica, tanto come arsenico trivalente che pentavalente; il trivalente è il più tossico. Le prime manifestazioni di tossicità si manifestano, anche dopo molti anni, a livello cutaneo dove appaiono aree di iperpigmentazione e cheratosi e alle estremità con la cosiddetta "malattia del piede nero". Effetti più gravi riguardano l'insorgenza di tumori della vescica, dei polmoni, della cute e dei reni. Altri effetti patologici non cancerogeni, riguardano il sistema endocrino, cardiovascolare e neurologico (Butera).

Molti studiosi e molte aziende industriali si stanno occupando di questo grave problema, per mettere a punto sistemi di rimozione dalle acque. I metodi attuali più utilizzati sono legati a processi di precipitazione, di adsorbimento, di scambio ionico e a membrane; a questi sono da aggiungere quelli che sfruttano l'attività di alcuni microrganismi e batteri che appaiono molto promettenti per l'avvenire (Berbenni e Altri). Un gruppo di ricercatori dell'Università Le Trobe di Melbourne, coordinati dalla microbiologa Joanne Santini, ha scoperto che un particolare tipo di batteri riesce a trasformare l'arsenito tossico e letale in arseniato, innocuo per la salute umana e degli animali. La ricerca, sponsorizzata dal British Council e condotta in Australia, Bangladesh e Bengala occidentale ha studiato 13 tipi di batteri e uno di questi, l'Nt26 è in grado di mangiare arsenico ed espellere arsenicato (Newton).

Per la prima volta, dall'University of Georgia, è stato messo a punto un sistema per rimuovere l'arsenico dai terreni mediante piante geneticamente modificate. Il nuovo metodo,



secondo quanto è riportato nella Rivista Nature Biotechnology, consiste nell'inserimento di due geni, prelevati dal batterio Escherichia coli, nella pianta dell'Arabidopsis: la pianta, così modificata, è in grado non solo di tollerare l'arsenico, solitamente letale per questo vegetale, ma anche di assorbirlo dal terreno (Newton).

## Conclusioni

L'arsenico resta un'importante materia prima per molti settori industriali, compreso quello farmaceutico.

Le sue proprietà, particolarmente tossiche, contribuiscono nel mondo di oggi, a rendere l'ambiente, già pesantemente inquinato da altre sostanze chimiche, a volte del tutto invivibile. Quando il veleno riesce a contaminare l'acqua potabile e i terreni destinati all'agricoltura esso entra nella catena alimentare e raggiunge ogni essere vivente con effetti devastanti sulla loro salute. Come si è detto, alcuni popoli sono particolarmente a rischio e molti milioni di persone presentano sintomi di grave intossicazione.

Gli effetti nocivi non risparmiano nessuno dei paesi industrializzati perché troppo vasto è il campo d'impiego di questa sostanza. La stessa Italia, come si è detto, si trova in difficoltà specialmente in alcune zone (Campania, Lombardia e Veneto) dove la concentrazione nelle acque è molto più alta di quella del valore limite di 10 µg/L. Altri casi riguardano l'avvelenamento del fiume Merse, dovuto alle acque provenienti dall'ex miniera di Campiano (Grosseto), e delle acque delle Piane di Scarlino e Follonica dove sono stoccati rifiuti speciali contenenti arsenico (Nebbia). La rimozione è abbastanza difficile e costosa nonostante i vari processi sperimentati e presenti sul mercato del mondo industrializzato. Nei paesi poveri (bacino del Bengala e Bangladesh) la popolazione è costretta a ricorrere a metodi cosiddetti "casalinghi" basati, ad esempio, sulla flocculazione, la coagulazione e l'adsorbimento, prima dell'uso (trattamento al punto d'uso).

In conclusione l'arsenico può ancora considerarsi "il re dei veleni" ma non più " il veleno dei re" esso colpisce tutti: gli abitanti dei paesi ricchi e quelli dei paesi poveri. Di esso, comunque, è difficile fare a meno.

## Bibliografia

M.P.A. Mattioli "I discorsi di M. Pietro Andrea Mattioli nei Sei Libri di Pedacio Dioscoride Anazarbeo della materia Medicinale". In Venetia appresso Vincenzo Valgrisi. 1568, libri V e VI

J. R. Partington, "A History of chemistry", London MacMillan & Co Ltd, New York – St Martin's Press, 1970, Vol. I, Part 1

G. Plinio Secondo "Storia naturale" Vol. I 1982, Vol. II 1983, Vol. III 1985, Vol. III Part. 2 1985, Vol. IV 1986, Vol. V 1988, Einaudi editore, Torino

L. Leclerc, "Traité des simples par Ibn el Beithar" *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale, Paris*, 23 (1), 1877 ; 25 (1) 1881 ; 26 (1) 1883

M. Brusatin, "Il giallo di Giorgione" <http://www.aidanews.it/articoli.asp?IDArticolo.....> (10/04/2007)

I. Ricordel "Les Métaux, Traces de l'Histoire de France" *Revue Francophone des Laboratoires*, n. 390, 27-30, (mars 2007)

X. Lin, R. Henkelmann, Contents of arsenic, mercury and other trace elements in Napoleon's hair determined by INAA using  $k_0$ -method", *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, 257,(3), 615-620, (september 2003).

M. Marmo e Guido Sacerdoti, “Colorando particelle elementari”, *Bollettino Ordine dei Medici di Napoli*, 75, N. S. (9) 4-5, (ottobre-novembre 2005).

L. Kiss “Verso una svolta contro la leucemia più acuta”, *Affari & Finanza*, 10 ottobre 2005, p.15, [http://www.aimac.it/notizie/visualizza.php?id\\_articolo=6223](http://www.aimac.it/notizie/visualizza.php?id_articolo=6223) (06/09/07)

M. Rizzi, “Sindrome da Fatica Cronica” [www.guide.dada.net/cane/interventi/2004/06/09/07](http://www.guide.dada.net/cane/interventi/2004/06/09/07)

Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea n. L 262 del 27/09/1976 pag. 0169 – 0200, Direttiva 76/768/CEE (1976) “Direttiva del Consiglio del 27-7-76 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative ai prodotti cosmetici; e successive modifiche e integrazioni”

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n.253 del 30 ottobre 1986, Legge n. 713 (11-10-1986) “Norme per l’attuazione delle direttive della Comunità Economica Europea sulla produzione e la vendita di cosmetici”.

G.Nebbia, “Cose” *Altrionovecento*, (6) (febbraio 2003), <http://www.altrionovecento.quipo.it/numero6/numero6cose2.htm>

R.Montagnani, M. Campagna, S. Gasparello, A. Hreiglich, P. Apostoli, “L’esposizione ad arsenico nella produzione artigianale della bacchetta di vetro. Risultati del monitoraggio biologico e indicazioni preventive”, *Ital Med Lav Erg.*, 28 (2), 158-162, 2006,

EPA (US Environmental Protection Agency), “Locating and estimating air emission from sources of arsenic and arsenic compounds” United States Office of Air Quality, EPA – 454/R-98-013

Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea L 384 del 29/12/2006, Direttiva 2006/139/CE della Commissione del 20 dicembre 2006 che modifica la direttiva 76/769/CEE del Consiglio per quanto riguarda le restrizioni in materia di commercializzazione e uso dei composti dell’arsenico, al fine di adattare il suo allegato I al progresso tecnico”

V. Riganti, R. Butera, “Panoramica sulla presenza di arsenico nelle acque italiane”, *Atti 33° giornata di studio Ingegneria Sanitaria su “L’arsenico nelle acque destinate al consumo umano. Nuove tecnologie di rimozione: esperienze ed applicazioni”*, Brescia 6 luglio 2007.

V. Riganti, F. Mantelli, “La normativa sull’arsenico nelle acque destinate al consumo umano”, *Atti 33° giornata di studio Ingegneria Sanitaria su “L’arsenico nelle acque destinate al consumo umano. Nuove tecnologie di rimozione: esperienze ed applicazioni”*, Brescia 6 luglio 2007.

R. Butera, R. Porro, “L’arsenico nelle acque: effetti sulla salute umana”, *Atti 33° giornata di studio Ingegneria Sanitaria su “L’arsenico nelle acque destinate al consumo umano. Nuove tecnologie di rimozione: esperienze ed applicazioni”*, Brescia 6 luglio 2007.

P. Berbenni, S. Sorlini, F. Grandini, F. Gialdini, “Processi per la rimozione dell’Arsenico”, *Atti 33° giornata di studio Ingegneria Sanitaria su “L’arsenico nelle acque destinate al consumo umano. Nuove tecnologie di rimozione: esperienze ed applicazioni”*, Brescia 6 luglio 2007.

Newton- “Batteri mangia-arsenico per depurare acque inquinate” - [http://newton.corriere.it/Primo Piano/News/2003/09\\_Settembre/29/Arsenico.shtml](http://newton.corriere.it/Primo Piano/News/2003/09_Settembre/29/Arsenico.shtml) (10/09/07)

Newton- “Piante transgeniche per bonificare i terreni dall’arsenico” - [http://newton.corriere.it/Primo Piano/News/2003/10\\_Ottobre/21/arsenico.shtml](http://newton.corriere.it/Primo Piano/News/2003/10_Ottobre/21/arsenico.shtml) (10/09/07)