

Métaux lourds dans les vesses de loup comestibles

Autor(en): **Stijve, Tjakko**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie**

Band (Jahr): **88 (2010)**

Heft 5

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-935929>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

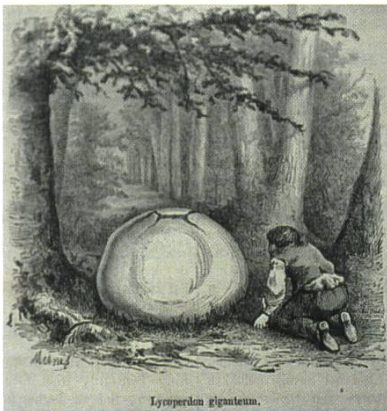
Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Métaux lourds dans les vesses de loup comestibles

TJAKKO STIJVE

Résumé



Les vesses de loup, notamment l'espèce géante (*Calvatia gigantea*) et, dans une moindre mesure, *Calvatia utriformis* (*Calvatie outre*) et la vesse de loup perlée (*Lycoperdon perlatum*) sont considérées

comme des bons comestibles. Recettes pour leur préparation culinaire furent déjà données dans des publications datant du 19^e siècle. Malheureusement, il a été démontré que ces vesses de loup sont capables de concentrer fortement des métaux lourds. Les trois espèces mentionnées ont des teneurs en mercure qui dépassent la limite légale suisse pour les champignons cultivés. En outre, *C. utriformis* accumule le plomb et le molybdène, tandis que la vesse de loup perlée concentre des quantités excessives de plomb et de cadmium. Ce phénomène ne s'explique pas toujours par une pollution, car des vesses de loup, surtout le *C. utriformis*, cueillies aux endroits loin de sites industriels ou minières, ont quand même des teneurs élevées en métaux lourds. Néanmoins, les activités humaines comme la circulation motorisée et l'incinération des déchets, contribuent de façon significative aux taux de mercure, de cadmium et de plomb de ces champignons. L'importance de cette pollution est discutée brièvement. Certaines

vesses de loup, comme la boviste plombée (*Bovista plumbea*) peuvent servir comme organismes indicateurs de la pollution de l'environnement, non seulement en ce qui concerne les métaux lourds, mais également celle causée par les résidus de pesticides.

Dans le numéro de l'hiver 2007 de la revue américaine MUSHROOM, Elissa Rubin-Mahon a présenté de nombreuses recettes qui mettent l'eau à la bouche pour les plats confectionnés avec des vesses de loup. Les vesses de loup géantes, en tant que nourriture doivent avoir été appréciées il y a longtemps, parce qu'elles sont mentionnées dans de nombreuses publications du 19^e Siècle. Mordecai Cubitt Cooke dans ses *British Fungi* (1866) écrit de façon enthousiaste:

Il est peu de résidents ou de promeneurs à la campagne qui n'aient vu la vesse de loup géante (*Lycoperdon giganteum* – maintenant appelé *Calvatia gigantea*), atteignant parfois la taille de la tête d'un enfant et, dans son jeune âge d'une couleur blanchâtre sale, devenant plus brune dans la vieillesse, condition dans laquelle elle émet, si on la brise, un nuage de poussière impalpable couleur de tabac à priser. Toutefois, très peu de personnes savent que, lorsqu'il est à son stade jeune et pulpeux, ce *Lycoperdon* est un excellent comestible, et n'a en vérité que peu de concurrents pour la place d'honneur à la table. Il est particulièrement apprécié en Italie et le serait aussi chez nous, non seulement à cause de l'impossibilité de le confondre avec d'autres espèces, en raison de quoi on peut jouir du festin sans aucune crainte, mais aussi pour sa valeur personnelle intrinsèque. Après avoir cité deux personnes lui ayant donné des recettes pour sa préparation culinaire, Cooke poursuit: A cela nous pouvons ajouter notre propre expérience acquise tandis que cette ouvrage passait à l'imprimerie. Un jardinier nous apporta une grosse vesse de loup qui était encore à son stade jeune et pulpeux d'une magnifique blancheur crémeuse à l'intérieur. Elle avait été trouvée en train de se développer dans un jardin à Highgate, et ses vertus étaient inconnues du découvreur. Nous avons fait couper ce spécimen en tranches d'un



Photos TJAKKO STIJVE

Bovista plumbea

demi pouce d'épaisseur, peler l'enveloppe extérieure, et tremper chaque tranche dans un œuf battu puis saupoudrer de chapelure, et frire dans le beurre avec du sel et du poivre. Le résultat fut excessivement satisfaisant; et considérant que cet immense champignon était plus que ce que notre famille pouvait consommer en bon état de fraîcheur, nous invitâmes des amis à partager. Ils furent aussi ravis que nous par cette nouvelle saveur du petit déjeuner, pour eux et pour nous la première, mais nous espérons, pas la dernière expérience de vesse de loup frite.

Les mycophages dans l'Europe entière ont dû trouver l'enthousiasme de Cooke pour ce nouveau plat amplement justifié, car au début du 20^e siècle sa recette avait fait son chemin dans les livres populaires de champignons en Angleterre, en France, en Allemagne, en Suisse et aux Pays-Bas. Il est intéressant à noter que la vesse de loup géante fut incluse dans une brochure publiée en 1940 par le Ministère Britannique de l'Agriculture pour encourager le public à ramasser des champignons sauvages pour introduire de la variété dans le régime de restriction en temps de guerre.

A la recherche de métaux lourds dans les vesses de loup

Il est bon de rappeler à nos lecteurs que de nombreux champignons, y compris les vesses de loup, concentrent certains métaux lourds, comme cela a été rapporté dans beaucoup de publications scientifiques. Le premier article à ce sujet est apparu en 1973 quand Stegnar et ses co-auteurs ont étudié la présence de mercure dans la végétation poussant près de Idrija en Yougoslavie, un des principaux producteurs européens de ce métal. Les auteurs slovènes inclurent dix espèces de champignons communs dans leur enquête et observèrent que la vesse de loup perlée (*Lycoperdon perlatum*) était un réel accumulateur de mercure. Ses spores contenaient dix fois plus de mercure que la concentration mesurée dans le sol. De plus, une partie de ce métal était présente sous la forme de méthyle mercure, un dérivé plus toxique qu'à l'époque. On l'avait seulement trouvé dans le Règne Animal. (Nos lecteurs se rappellent qu'alors, les gens s'inquiétaient de la présence de mercure dans le poisson!)

Quand les auteurs analysèrent certains champignons comestibles dans les zones éloignées de la mine, ils trouvèrent les taux de mercure étonnamment élevés. Même si *L. perlatum* en contenait

bien moins que les spécimens provenant du site de l'exploitation de la mine, on pouvait facilement démontrer sa faculté d'accumulation. Qui plus est, on trouva que *Boletus edulis* (Le Cèpe de Bordeaux) et l'Agaric des jachères (*Agaricus arvensis*) provenant de la même zone éloignée avaient des teneurs inquiétantes en mercure. Cette découverte était le point de départ des études sur la teneur en mercure des champignons dans l'Europe entière. Comme l'auteur de cet article travaillait à l'époque dans un laboratoire d'inspection des denrées alimentaires, il a eu, comme ses collègues allemands, autrichiens et suisses, l'occasion d'observer des concentrations élevées en mercure dans les champignons qui ont la faveur du public, tels les Cèpes, les Coulemelles et de nombreuses espèces du genre *Agaricus*. En revanche, les morilles, les chanterelles et les champignons lignicoles avaient peu de mercure. Heureusement, on trouva que les champignons de Paris (*Agaricus bisporus*), les pleurotes en forme de huître (*Pleurotus ostreatus*) et le Shiitake (*Lentinula edodes*) ne contenaient que des traces du métal toxique. Cela peut s'expliquer par le fait que la quantité de mercure dans les carpophores est proportionnelle à celle accumulée par le mycélium. Quand on cultive des champignons, le mycélium est rarement très vieux car il est renouvelé régulièrement pour assurer un bon rendement de la récolte. Les niveaux élevés de mercure rapportés par Stegnar et ses collaborateurs pour, entre autres, *Lycoperdon gemmatum*, furent largement confirmés ailleurs. Comme nous avons l'habitude d'aller régulièrement à la recherche de vesses de loup géantes sur la digue herbeuse du Johanna Polder près d'Utrecht, Pays-Bas, un spécimen de ce gastéromycète géant fut testé pour le mercure. Il contenait 19,7 mg/kg de poids sec, dont 3,5 mg/kg (16,6%) étaient présents sous forme de méthyle mercure! Des analyses de *Agaricus vaporarius* et *A. arvensis* qui se trouvaient au même endroit indiquaient qu'ils étaient également chargés en ce métal lourd. Comme la digue est coincée entre une autoroute et un polder dans lequel on avait cultivé des fleurs, on trouva qu'elle était plutôt polluée. Non seulement les voitures émettent du mercure dans leurs gaz d'échappement, mais les bulbes à fleurs avaient été, au moins dans les années 50, protégés contre les maladies par l'application d'un fongicide, l'acétate de phénylmercure!

Comme le mercure n'est pas le seul métal nocif pour la santé humaine, on étendit rapidement la recherche au cadmium, au plomb, au cuivre et au

zinc. Bientôt, les techniques d'analyse devinrent disponibles qui permettent de rechercher simultanément jusqu'à 60 éléments chimiques dans une seule prise. Maintenant, environ 35 ans plus tard, il y a suffisamment de données disponibles pour résumer les résultats pour ces métaux lourds chez les trois espèces de vesses de loup comestibles qui ont réussi à parvenir dans les livres de cuisine (Tableau I). En Europe on voit rarement les vesses de loup sur les marchés, bien que les marchands de champignons puissent parfois exposer un impressionnant *Calvatia gigantea* pour attirer des clients curieux. En ce qui concerne les analyses, nous avons inclus l'argent, puisque ce métal noble est absorbé par des vesses de loup aussi bien que par les champignons du genre *Agaricus*, que les études de séquençage d'ADN ont, en fait, placés à proximité les uns des autres. Il est intéressant

de noter que dans les années 1986/87 on trouva que les deux groupes contenaient de l'Ag 110 m radioactif, un isotope à vie courte dont l'origine remontait aux retombées de Tchernobyl.

Le tableau I montre que les concentrations en métaux lourds fluctuent souvent énormément. Pour le cuivre dans les vesses de loup géantes, il y a une différence du simple au centuple entre la valeur la plus faible et la valeur la plus élevée. Ceux avec les plus fortes concentrations en cuivre furent invariablement trouvés dans des endroits riches en fumier. En revanche les quantités de ce métal dans *C. utriformis* et *L. perlatum* varient seulement d'un facteur 2-5. Les concentrations en mercure, plomb et argent peuvent aussi varier largement, alors que ce phénomène est bien moins franc pour le cadmium et le zinc.

Tableau 1 Métaux lourds dans les vesses de loup comestibles. Valeurs en mg/kg de matière sèche

Espèce et localisation	Mercur	Plomb	Cadmium	Zinc	Cuivre	Argent	Références
<i>Calvatia gigantea</i>							
Pays-Bas	19,7	0,58	1,25	185	110	12,5	Stijve 1974, 1995
Allemagne	-	-	0,56	210	93	2,7-29,6 (15,9)	Meisch et al 1977, Schmitt et al. 1978
Angleterre	1,6	0,64	1,60	340	33	-	Weeks et al. 2006
Italie	0,39-10,8 (2,82)	0,05-1,40 (0,49)	0,37-1,63 (0,95)	95-333 (188)	23-2359 (470)	0,84-55,4	Cocchi 2007
<i>Calvatia utriformis</i>							
Italie	2,96-4,14 (3,55)	6,42-14,8 (10,6)	1,27-1,82 (1,54)	102-302 (215)	57-245 (151)	1,4-18,2 (7,0)	Cocchi & Vescovi 2006, 1997-2005
<i>Lycoperdon perlatum</i>							
Suède	-	7,3-25 (15)	0,5-2,4 (1,3)	140-320 (230)	110-250 (190)	-	Jorhem & Sundström 1995
Suisse (zone contaminée) ¹⁾	8,6-22,2 (15,6)	31-46 (36)	4,0-11,2 (7,5)	160-232 (188)	157-241 (216)	-	Quinche 1979
Suisse (hors zone contaminée)	2,3-5,8 (2,6)	2,8-6,5 (4,0)	1,6-2,4 (2,1)	139-157	62-84 (73)	-	Quinche 1979
Slovénie	2,1-2,3	-	4,6-5,6	152-227	95-230	3,3-10,2	Byrne et al. 1979

¹⁾ Parc de Sauvabelin, Lausanne | Valeurs moyennes entre parenthèses | - = pas analysé

Qu'est-ce que tout cela signifie pour le mangeur de champignons?

Nous avons déjà vu qu'on ne devait pas cueillir de champignons dans des zones polluées telles que les sites miniers et industriels; ceux qui poussent le long des routes doivent aussi être évités. Même les champignons qui poussent dans des parcs des villes sont suspects. Par exemple, on a trouvé que des espèces sauvages ramassées dans un parc

municipal à Amsterdam dépassaient de nombreuses fois les limites légales prescrites pour le mercure, le plomb et le cadmium dans les champignons cultivés!

Dans les années 1970, quand les responsables de la Santé Publique furent confrontés au problème, il s'avéra extrêmement difficile de fixer des limites que l'on puisse imposer quant aux métaux toxiques dans les champignons sauvages. En 1978

les Allemands publièrent des recommandations pour limiter la consommation de ces champignons, à pas plus de 250 g par semaine. De plus on disait au consommateur d'éviter ces savoureuses espèces d'*Agaricus* qui se tachent de jaune, par exemple l'agaric majestueux (*A. augustus*) et apparentés qui, même récoltés dans des zones non polluées, sont souvent chargés de cadmium. Avant la préparation culinaire du plat, on doit enlever les lames et les tubes parce que ces parties contiennent la plus grande partie des métaux toxiques. De façon bien compréhensible, très peu de pays, voire aucun n'ont publié des limites légales pour les métaux toxiques dans les champignons sauvages, car cela rendrait le commerce de ces denrées extrêmement difficile. Comme le commerce est devenu global, des importations sont parfois vérifiées, et les expéditions les plus contaminées sont éliminées. Il n'en demeure pas moins que des tonnes de champignons sauvages ramassés par les chercheurs pour leur propre consommation échappent à l'inspection. En Suisse on peut faire vérifier sa ré-

colte par un expert municipal pour rechercher les champignons vénéneux, mais ce service n'inclut pas encore une quelconque mesure des métaux lourds...

Métaux essentiels: Dose recommandée par l'OMS par jour pour un adulte: Cuivre 1,5–3 mg, Zinc 15 mg. Le Tableau 2 montre les recommandations légales les plus importantes pour le mercure, le cadmium et le plomb dans les champignons cultivés. De telles limites sont logiques, parce qu'une partie du soin nécessaire apporté par les cultivateurs de champignons est d'éviter la contamination de leurs cultures. Quand on compare ces limites aux résultats des analyses pour les vesses de loup, de nombreux résultats (ceux en caractères gras) apparaissent excessifs. L'union Européenne n'a pas encore fixé de limite pour le mercure, mais si l'on applique la limite Suisse de 0,5 mg/kg nous remarquons que presque aucun échantillon de vesse de loup ne s'y conformerait!

En ce qui concerne le plomb et le cadmium, tous les échantillons de vesses de loup géantes

Tableau 2 Limites légales pour les métaux toxiques dans les champignons cultivés. Exprimées en mg/kg de poids sec

	<i>Cadmium</i>	<i>Plomb</i>	<i>Mercure</i>
Union Européenne, Circulaire 466/2001	2,0	3,0	–
Suisse: Tous les champignons cultivés sauf le Champignon de Paris (<i>Agaricus bisporus</i>)	5,0	1,0	0,5
Suisse: Champignon de Paris	0,5	1,0	0,5

sont conformes aux limites européennes. Toutefois, *Calvatia utriformis*, la seconde vesse de loup européenne par la taille, également connue sous le nom de *C. caelata* ou *C. bovista*, a apparemment une exigence spéciale en ce qui concerne le plomb. Comme la plupart des 16 échantillons venait des pâturages de montagne, loin de la circulation automobile et des industries, cette espèce doit pouvoir mobiliser et concentrer les plus faibles quantités de plomb contenues dans le sol. Même l'échantillon avec le contenu le plus bas (6,42 mg/kg) dépasse de plus de deux fois la limite légale pour les champignons cultivés!

Les chercheurs italiens Cocchi et Vescovi ont voulu savoir quels autres métaux seraient concentrés par *C. utriformis*. En analysant plusieurs échantillons pour 34 éléments. Ils ont trouvé que cette vesse de loup n'accumule pas seulement le plomb, mais également le molybdène, le mercure, l'argent et dans un moindre mesure le soufre, le sélénium et le cuivre. *C. utriformis* est une des rares cham-

pignons qui soit capable de concentrer le molybdène*. On en trouve aussi des teneurs très élevées dans le clathre en réseau (*Clathrus ruber*) et dans d'autres représentants de l'Ordre des Phallales. Le métal fait partie des enzymes qui produisent les mauvaises odeurs pendant le développement de ces champignons.



Marché à Vevey

La concentration des métaux lourds dans *Lycoperdon perlatum* n'est pas moindre. Non seulement il pompe le plomb mais également le cadmium et le mercure. En fait on a trouvé des quantités ahurissantes de ces métaux dans cette vesse de loup commune ramassée dans le parc de Sauvabelin contaminée par les rejets de l'incinérateur municipal de Lausanne.

Comme le zinc et le cuivre sont des éléments essentiels, les fortes concentrations mesurées dans les vesses de loup seraient plutôt bénéfiques que dangereuses pour notre santé. La valeur moyenne pour *C. gigantea* étant de 47 mg/kg du poids frais, une consommation hebdomadaire de 250 g correspond à 11,8 mg de cuivre par semaine = 1,65 mg par jour, ce qui est à peu près la dose recommandée pour un adulte. Ces champignons sont aussi une bonne source pour le zinc. Il est probable que l'argent n'est pas dangereux. Chez les *Agaricus* comestibles y compris le champignon de Paris, la plus grande partie de ce métal se trouve sous forme d'un complexe protéine-argent inoffensif. Comme les vesses de loup sont des proches parents des *Agaricus*, elles partagent probablement avec eux ce mécanisme de détoxification.

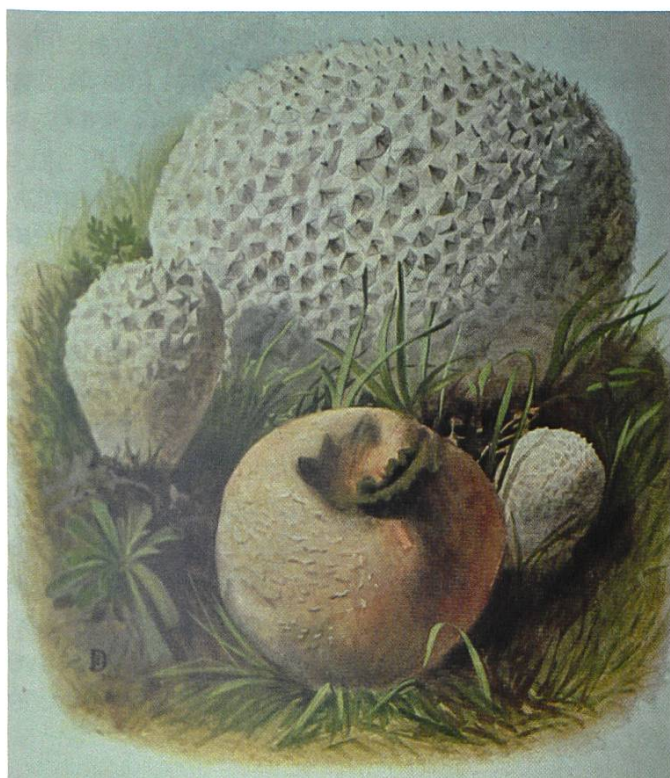
Discussion

Les teneurs élevées en mercure, en cadmium et en plomb de plusieurs espèces de champignons sont principalement dues à leur formidable faculté

de concentration et ne peuvent pas généralement être attribuées à la pollution. Il n'en demeure pas moins qu'il a été amplement démontré que les champignons provenant de zones urbaines et industrielles ont des niveaux de ces trois métaux plus élevés que ceux poussant loin des activités humaines. Il est improbable qu'une consommation modérée de champignons sauvages contribuera beaucoup à l'absorption de ces métaux par une personne moyenne. Une consommation quotidienne prolongée de la vesse de loup géante récoltée dans des sites pollués aboutirait probablement à un empoisonnement par le mercure, mais dans la pratique ceci est impossible, parce que ce champignon n'est disponible qu'à certaines périodes de l'année. En outre, les bolets et les chanterelles ont un attrait culinaire supérieur. Il faut remarquer que les vesses de loup sont également riches en sélénium. Chez *C. gigantea* et *C. utriformis* les concentrations moyennes de cet oligoélément sont respectivement de 10,1 et 4,6 mg/kg du poids sec. De nombreuses études impliquant des animaux de laboratoire indiquent que le sélénium a un effet protecteur, non seulement contre le mercure, mais également contre le cadmium et le plomb. Notons encore que le poisson, la denrée alimentaire qui contient le plus de mercure, est également riche en sélénium. Par conséquent, on peut continuer à manger des vesses de loup géantes, mais avec modération!

Les vesses de loup comme indicateurs de pollution par les métaux lourds et les pesticides

De nombreuses autres vesses de loup, *Calvatia*, *Lycoperdon*, *Bovista*, et même les *Geastrum* qui sont des parents éloignés, absorbent aussi les métaux lourds. En conséquence, on peut utiliser les membres de ce vaste groupe comme organismes indicateurs pour passer au crible la pollution par les métaux et certains pesticides. Il y a environ dix ans, nous avons prêté une attention particulière aux vignobles, mais à cause de l'utilisation intensive des fongicides sur le raisin presque aucun champignon n'y était visible. Cependant, un jour, on observa quelques petites vesses de loup blanchâtres émergeant d'une vigne près du lieu de résidence de l'auteur. Elles furent identifiées comme *Bovista plumbea*, et un jour plus tard on trouva la même espèce sur un terrain de football près de Lausanne. Les analyses comparatives s'avèrent des plus intéressantes, comme en témoignent les



Lycoperdon utriforme (Synonyme *L. caelatum*)

résultats du Tableau 3. Il n'y avait pas beaucoup de différence entre les concentrations de mercure, zinc et cadmium des deux échantillons, mais le *Bovista* ramassé dans le vignoble avait 8 fois plus de cuivre, 2,6 fois plus de plomb et, contrairement à l'échantillon provenant du terrain de football,

il contenait des quantités aisément détectables d'endosulfane et de ses produits de dégradation.

Tableau 3 Métaux lourds et résidus de pesticides chez *Bovista plumbea* de diverses origines. Récoltés pendant la période 1995–1997. Valeurs en mg/kg de matière sèche

Origine	Mercure	Plomb	Cuivre	Zinc	Cadmium	Pesticides organochlorés
Vignoble près de Vevey, VD	0,86	7,2	688!	150	0,77	Endosulfane 0,053
Terrain de football près de Lausanne	1,23	2,8	84	130	0,47	Aucun détecté
Pelouse à Astano, Tessin	1,10	4,6	78	144	0,91	Aucun détecté
Bord de route près d'un vignoble à Croglio, TE	4,60	24	165	248!	2,53	Endosulfane 0,02
Champ de potirons près de Morton, IL, USA	3,28	15	128	165	2,21	Dieldrine 0,06

Le cuivre est l'ingrédient essentiel de la bouillie bordelaise et de la bouillie bourguignonne utilisées pour lutter contre les maladies fongiques sur le raisin. L'endosulfane est un insecticide organochloré, dérivé de cyclodiène, qu'on utilisait sur le raisin et sur d'autres fruits à la fin des années 60 et le début des années 70. Environ 40 ans plus tard, le sol contenait encore suffisamment de ce composé pour le transférer aux vesses de loup. Une comparaison similaire des contaminants dans *Bovista plumbea* provenant d'une pelouse et d'un bord de route près d'un vignoble dans le Canton de Tessin, est également intéressante.

L'échantillon provenant de la pelouse avait une teneur en plomb quelque peu excessive mais celles des autres métaux sont inoffensives ou au moins tolérables. Le boviste ramassé près de la vigne contenait non seulement de l'insecticide endosulfane, mais aussi des concentrations impressionnantes de plomb, de cadmium et de zinc. L'origine de la forte teneur en ce dernier métal peut s'expliquer par l'utilisation de fongicides à base de zinc comme le zineb. Finalement, on a trouvé que les mêmes *Bovista* provenant d'un champ de potirons près de Morton, Illinois, Etats-Unis, étaient plutôt pollués par le plomb et l'insecticide dieldrine.

A un certain moment, les fabricants de potirons en boîtes ont dû avoir des difficultés à maintenir la teneur en dieldrine de leur produit en dessous de la limite légale!

Notes

*Le molybdène (Mo) est un métal de transition avec une masse atomique de 95,94 et une masse volumique de 10,22 g/cm³. Le métal pur est d'aspect blanc métallique. Son nom vient du grec «molybdos», signifiant «qui ressemble au plomb», puisque jusqu'au 18^e siècle, ses minerais ont été confondus avec des composés d'autres éléments que le plomb et le carbone. Vers la fin du 19^e siècle on a découvert que l'addition d'une petite quantité de molybdène durcit l'acier et le rend résistant à la corrosion. Par conséquent, ses alliages sont beaucoup utilisés dans des blindages et dans certaines parties d'avions et de missiles. Le sulfure de molybdène est un bon lubrifiant. Les qualités de ce métal en font une matière première stratégique en temps de guerre comme en temps de paix. Le molybdène est un oligoélément qu'on trouve dans beaucoup d'enzymes, comme le xanthine oxidase.

Remerciements

L'auteur est reconnaissant pour l'aide généreuse apportée par Dr. Luigi Cocchi de Reggio Emilia (Italie) qui a fourni la plupart des données analytiques rapportées dans cet article.

Il remercie également Daniel Remy pour ses travaux de traducteur.

BIBLIOGRAPHIE

- BYRNE, A.R., DERMEJ M. & T. VAKSELJ. 1979. Silver accumulation by fungi. *Chemosphere* 10: 815-821.
- COCCHI L. 2007. Communication privée, le 23 juin 2007.
- COCCHI L. & L. VESCOVI 1997-2005. Schede della rubrica Funghi - Metalli - Radioattiva. *Il Fungo*, Associazione Micologica G. Bresadola.
- COCCHI L., VESCOVI L., PETRINI L.A. & O. PETRINI 2006. Heavy metals in edible mushrooms in Italy. *Food Chemistry* 98: 277-284.
- COCCHI L., PETRINI O. & L. VESCOVI 2008. Gli elementi chimici nei funghi superiori. Présentation donnée pendant le Séminaire «I funghi come indicatori biologici nel monitoraggio della qualità del territorio». APAT, Rome.
- JORHEM L. & B. SUNDSTRÖM 1995. Levels of some trace elements in edible fungi. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -forschung* 201: 311-316.
- MEISCH H. U., SCHMITT J. A. & W. REINLE 1977. Schwermetalle in Höheren Pilzen. Cadmium, Zink und Kupfer. *Zeitschrift für Naturforschung* 32c: 172-181.
- QUINCHE J. P. 1979. Teneur en quelques éléments traces du *Lycoperdon perlatum*. *Bulletin romand de mycologie* 10: 13-14.
- RUBIN-MAHON E. 2007. Cooking with Puffballs. *Mushroom, The Journal of Wild Mushrooming* 25(1): 5-8.
- SCHMITT J.A., MEISCH H. U. & W. REINLE. 1978. Schwermetalle in höheren Pilzen, IV. Silber. *Zeitschrift für Naturforschung* 33c: 608-615.
- STEGNAR P., KOSTA L., BYRNE A. R. & V. RAVNIK. 1973. The accumulation of mercury by, and the occurrence of methyl mercury in, some fungi. *Chemosphere* 2: 57-63.
- STIJVE T. & R. ROSCHNIK 1974. Mercury and Methyl Mercury Content of Different Species of Fungi. *Travaux de Chimie élémentaire et d'Hygiène* 65: 209-220.
- STIJVE T. 1995. Unpublished work.
- WEEKS C.A. et al. 2006. Ministry of Agriculture, Fisheries and Foods, UK. Multi-element Survey of Wild edible Fungi and Blackberries. *Food Additives & Contaminants* 23(2): 140-147.

Molybdène – Wikipédia: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Molybdène> visité le 16 juillet 2010