

## DE KROONBEKERZWAM, *SARCOSPHAERA CORONARIA*, EEN GIFTIGE, STERK ARSENICUM-HOUDENDE PADDENSTOEL

TJAKKO STIJVE

Sentier de Clies N° 12, CH-1806 St.-Légier

**Abstract:** (The Crown Fungus, *Sarcosphaera coronaria*, a hyperaccumulator of arsenic, stores the poison as methylarsonic acid) – The Crown Fungus, *Sarcosphaera coronaria*, is a rare species in Northern Europe, but rather common in the Alps. Older books present the mushroom as a good edible, whereas more recent guides label it as toxic, especially when eaten raw. In May 1920, a number of poisoning cases, including a fatality, occurred in Courtételle, a village in the Swiss Jura. An investigation prompted the warning that the Crown Fungus should not be eaten raw or in salad. It is still rather common opinion that *S. coronaria* contains heat labile toxic methylhydrazine derivatives, just as *Gyromitra esculenta*, but chemical analysis has disproved this long ago. The Crown Fungus is a hyperaccumulator of arsenic, and its concentrations are roughly proportional to the amount present in the soil. Collections from a Czech mining area contained as much as 0,71 % on dry matter. Most of the arsenic is present as methylarsonic acid (MAA), a less toxic, but still dangerous form of the element. The variable MAA content is responsible for the controversial reputation of the mushroom. It could be demonstrated that the soil at the site of Courtételle in the Jura is rich in arsenic, presumably due to mining activities and iron production in the late Middle Ages. Consequently, the poisonings reported from there in the 1920ies can be explained by the exceptionally high MAA content of the locally gathered Crown Fungus.

### Inleiding

De Kroonbekerzwam is bekend onder de namen *Sarcosphaera eximia* (Dur. & Lév.) R. Maire, *S. crassa* (Santi ex Steudel) Pouz. en als *S. coronaria* (Jacq.) J. Schröter, waarvan de laatste naam voorrang heeft, want deze fraaie ascomyceet werd in 1778 voor het eerst door Jacquin, de directeur van de Botanische tuin te Schönbrunn, benoemd en beschreven. De paddenstoel ontwikkelt zich aanvankelijk onder de

grond en vormt dan een bol van 5-10 cm middellijn met een kleine opening van boven. Daarna opent hij zich tot een beker met een gekartelde rand om zich vervolgens stervormig (met 7 à 10 slippen) te ontvouwen. Zowel de binnen als de buitenkant zijn eerst wit, maar het hymenium aan de binnenkant wordt bij rijping paarsig lila tot donker violet.



*Sarcosphaera coronaria* (Foto: Jan Borovicka).

De zwam groeit op kalkhoudende bodem, bij voorkeur in niet te dichte naaldbossen op hoogten van 600 tot 1600 m. Er zijn aanwijzingen dat de beuk (*Fagus*) ook als waardboom optreden kan, maar in dat geval wordt het hymenium hoogstens lichtpaars. *S. coronaria* komt in Nederland niet voor en is in België zeldzaam (Fraiture *et al.* 1995). In de Alpen daarentegen is de soort vrij algemeen, maar daar zij eerst begin mei tot midden juni verschijnt, wordt zij vaak niet opgemerkt. Lange tijd bleef het dan ook stil rondom deze bekerzwam. In de meeste Franse en Duitse veldgidsen voor het grote publiek, die omstreeks 1900 begonnen te verschijnen, wordt zij niet genoemd. In de Zwitserse Jura echter werd deze vlezige paddenstoel al van oudsher gegeten, vooral omdat hij in de vastentijd vaak massaal optrad. In het standaardwerk van Fritz Leuba (1890) wordt de soort zowel beschreven als afgebeeld en als goed eetbaar aangeprezen. Jaccottet (1922) vermeldt dat *S. coronaria* in de jaren '20 op de markten in Genève vaak te koop werd aangeboden. In het bekende Franse zakboek van Paul Dumée (1905), dat herhaaldelijk werd herdrukt, komt de Kroonbekerzwam niet voor, maar Laval (1912) geeft in zijn fraaie, nog maar zelden antiquarisch te vinden boek, een uitstekende beschrijving en goede zwart/wit foto's van de soort, alsmede een kleurenplaat.

De auteur vermeldt dat de violette kleur zich vormt bij de sporenrijping: "*cette couleur résulte des amas de spores: le meilleur moyen de mettre en évidence ces dernières est de prendre une pézize mûre et de l'écraser entre les doigts. Immédiatement une fumée brunâtre ou violette s'échappe de son intérieur. Ce sont les spores qui s'enfuient*". Door de karakteristieke vorm en kleur lijkt verwarring met andere soorten vrijwel uitgesloten. Toch vermeldt Leuba (1890) dat de zwam, behalve in naaldbossen, ook kringsgewijs zou optreden "*dans des gazons gramineux...*" Deze bewering zou kunnen wijzen op verwarring met de in gazons (bij *Cedrus*) groeiende Cedergrondbekerzwam (*Geopora sumneriana*), die weliswaar dezelfde vorm heeft, maar geheel verschillend is van kleur en consistentie. Nog bonter maakt Rothmayr (1920) het, die de zwam wil laten voorkomen in aardappelvelden, wat doet vermoeden dat deze bekende mycoloog *Peziza vesiculosa* (Vroege bekerzwam) voor de Kroonbekerzwam aanzag.

### **De vergiftigingsgevallen in de Jura**

In 1920 raakt *S. coronaria* in opspraak door een aantal vergiftigingsgevallen in de Zwitserse Jura, waarvan één met dodelijke afloop. De zaak is toen grondig uitgezocht door Butignot uit Delémont, wiens rapport niet alleen verscheen in het *Bull. Soc. Myc. France* (1921), maar ook in een standaardwerk over paddenstoelenvergiftigingen (Sartory & Maire

1921). Butignot beschreef eerst de lotgevallen van de Familie B. te Courtételle, die de gekookte Bekerzwammen eenvoudig als salade bij het middagmaal hadden gegeten. Ieder familielid nam een ongeveer gelijke portie, behalve de jongste zoon (7), die er geen trek in had. De familie was al vertrouwd met de Kroonbekerzwammen, die zij in voorgaande jaren zonder bezwaren hadden genuttigd. De twee dochters, Alice en Jeanne, 12 en 15 jaar oud, klaagden spoedig na de maaltijd over buikpijn en moesten al gauw braken, waarna zij zich beter voelden. Vader B. (37), die zijn kinderen zag overgeven, voelde zelf aanvankelijk niets, maar nam uit voorzorg een glaasje gentiaan (kennelijk een huismiddel), waarna hij een middagslaapje wilde doen. Hij braakte driemaal tussen 2 en 4 uur, sliep een poosje, waarna hij zich beter voelde. Zijn vrouw Judith, van gelijke leeftijd, voelde zich na de maaltijd misselijk, maar slaagde er niet in om over te geven, ook niet na inname van een glaasje gentiaan. In tegenstelling tot haar huisgenoten kreeg zij een flinke diarree, maar zonder buikkrimp. Haar armen en benen zagen blauw en voelden koud aan. Zij stierf om 7 uur 's avonds, kort voor de gewaarschuwde huisdokter kwam. Die merkte haar blauwige lippen en verwijde pupillen op, maar kon slechts de dood constateren. Dit tragische einde had misschien door het opwekken van braken kunnen worden voorkomen. In dezelfde gemeente werden er in die meidagen nog meer *S. coronaria* gegeten. Ene mevrouw H. had er zoveel geplukt, dat zij ze met haar burens deelde. Zij zelf at de bekerzwammen zowel rauw als (na koken) in saus en salade, zonder kwalijke gevolgen. Een zekere Ernest B., die de van haar gekregen paddenstoelen kookte en kruidde met knoflook, uien en peper, moest na de maaltijd herhaalde malen braken, maar voelde zich daarna goed genoeg om aan het werk te gaan. Een gezin Emile B., die van dezelfde, op eendere wijze bereide paddenstoelen at, bleef in goede gezondheid.

Tijdens zijn enquête kwam Butignot natuurlijk allerlei personen tegen, die beweerden de Kroonbekerzwam al honderden malen ongestraft te hebben gegeten. Er waren zelfs lieden, die hem volkomen rauw nuttigden. Literatuuronderzoek leverde toen enkel een artikel van Maurice Thurin (1912) op, die enkele analoge vergiftigingsgevallen had beschreven. Het feit echter dat *S. coronaria* zonder bezwaar door vele mensen werd verdragen, liet niet toe om de soort op de zwarte lijst te plaatsen. Wel werd voortaan aanbevolen om de paddenstoel niet rauw en niet in salade te eten. Desondanks zijn later nog lichte vergiftigingsgevallen gerapporteerd in Zwitserland (Alder 1954) en Duitsland (Pieschel 1964).

## Op zoek naar het giftige principe

Lange tijd ontbraken rapporten over chemisch onderzoek naar mogelijk giftige stoffen in de Kroonbekerzwam. Romagnesi (1970) wees er op dat vele *Gyromitra*- en *Helvella*-soorten in rauwe toestand gegeten meer of minder giftig zijn. Hij veronderstelde dat *Sarcosphaera coronaria* hetzelfde giftige principe zou kunnen bevatten als de Voorjaarskluiszwam (*Gyromitra esculenta*), een misvatting, die nog steeds zeer verspreid is. Stijve (1978), die een studie wijdde aan methylhydrazine derivaten in de laatstgenoemde soort, betrok ook de Kroonbekerzwam in zijn onderzoek, maar kon deze giftige stoffen er niet in aantonen. Gebruik makende van nieuwe analysemethoden (Stijve 1981), breidde hij dit onderzoek uit naar amatoxinen, orellanine, muscarine en muscimol, maar met negatieve resultaten.

Het is al lange tijd bekend dat vele paddenstoelen in staat zijn om giftige metalen, zoals kwik, lood en cadmium uit de bodem te concentreren (zie voor overzichtartikels: Stijve 1980 en Seeger 1982). Toen de Kroonbekerzwam aan een chemische analyse werd

onderworpen, waarbij tegelijkertijd 46 chemische elementen werden bepaald, bleken de gehalten aan de genoemde zware metalen nagenoeg verwaarloosbaar (Tabel 1). Wel bevatte de zwam veel aluminium, ijzer en calcium, hoofdbestanddelen van de bodem, wat doet vermoeden dat het paddenstoelenmonster, ondanks schoonmaken, toch nog met gronddeeltjes was besmet (Stijve *et al.* 2004). Belangrijker is dat de Kroonbekerzwam zich kenmerkt door een zeer hoog arsenicumgehalte. De meeste eetbare paddenstoelen bevatten ten hoogste enkele mg/kg op de droge stof, behalve de Rodekoolzwam (*Laccaria amethystina*), waarin een gehalte van meer dan 100 mg/kg arseen geen uitzondering is (Byrne & Tusek-Znidaric 1983, Stijve *et al.* 1990).

Onderzoek van Kroonbekerzwammen uit verschillende Zwitserse kantons, Duitsland en Californië bewees onomstotelijk dat deze paddenstoel arseen uit de bodem ophoopt (Stijve 2001). Bodemonsters van de plaats waar de collectie met 2030 mg/kg was gevonden, bleken gemiddeld 10 mg/kg te bevatten, wat wijst op een concentratiefactor van ruim 200!

Element	gehalte	Element	gehalte
Kalium	2,09 %	Cadmium	0,18
Fosfor	0,86 %	Strontium	5,1
Magnesium	2190	Seleen	0,36
Aluminium	3830	Kwik	0,052
IJzer	3580	<b>Arsenicum</b>	<b>2030 !</b>
Calcium	2020	Antimoon	0,051
Koper	25	Bismuth	0,027
Zink	140	Thallium	0,056
Natrium	190	Yttrium	0,53
Mangaan	106	Gadolinium	0,31
Rubidium	12,3	Samarium	0,23
Cesium	1,9	Gallium	0,026
Lithium	4,3	Scandium	0,046
Tin	0,18	Beryllium	0,045
Titaan	38	Thorium	0,38
Barium	21,1	Uranium	0,07
Vanadium	10,4	Wolfraam	0,069
Lood	2,7	Tantalium	< 0,005
Zilver	0,34	Zirkoon	0,049
Nikkel	8,1	Hafnium	< 0,005
Cobalt	2,8	Platina	< 0,005
Cerium	3,4		
Lanthaan	1,1		
Neodymium	1,4		
Praseodymium	0,35		

Tabel 1. Minerale samenstelling van de Kroonbekerzwam. Alle gehalten in mg/kg op droge stof, behalve die voor de kwantitatief belangrijkste elementen kalium en fosfor.

Stijve <i>et al.</i> 1990	Stijve 2001	Cocchi & Vescovi 1997, 2003, 2006	Borovicka 2004
N = 4 360 - 2130 ( 872 )	N = 15 248 - 2410 ( 647 )	N = 17 153 - 3160 ( > 1000 )	N = 1 7090 !! ---

Tabel 2. Arsenicumgehalten in mg/kg op droge stof als gerapporteerd in de Kroonbekerzwam door diverse auteurs. Gemiddelde waarden tussen haakjes.

In de daarop volgende jaren werd *S. coronaria* ook elders als een geduchte arsenicumophoper ontmaskerd. Een overzicht van de resultaten is gegeven in Tabel 2. Het Italiaanse duo Cocchi & Vescovi vond in 17 monsters 153-3160 mg/kg arseen, met een gemiddelde van meer dan 1000 mg/kg op de droge stof. Het is interessant te vermelden dat deze auteurs, bij systematisch onderzoek naar chemische elementen in meer dan 3000 monsters, nog enkele arsenofiele zwammen konden noteren, als bijvoorbeeld *Albatrellus cristatus*, *Boletus pulverulentus*, *Entoloma sinuatum* en *Hebeloma sinazipans*. In deze soorten bleef het ophopend vermogen echter duidelijk onder dat van de Kroonbekerzwam, waarin Jan Borovicka (2004) maar liefst 7090 mg/kg = 0,71 % vond. Het betrof dan ook een monster uit een Tsjechisch mijngebied.

Uit het voorkomen van hoge concentraties arseen in paddenstoelen mogen echter niet zonder meer conclusies omtrent de giftigheid worden getrokken. Hoewel anorganische vormen van het element, zoals arseniet ( $As_2O_3$ ) zowel giftig als kankerverwekkend zijn, is dit met organisch gebonden arseen veel minder of zelfs helemaal niet het geval. Zo bevatten zeevieren, zeevissen, kreeft en garnalen veel meer arseen dan aardappelen, groenten en meelstrijzen. Een al wat ouder onderzoek (Luten *et al.* 1982) naar de hoge bijdrage die het eten van schol leverde aan de arseenopname van de Nederlandse consument, wees uit dat het element in deze en andere zeevissen aanwezig was als niet giftig arsenobetaine, dat door de mens onveranderd wordt uitgescheiden.

In 1991 ontdekten Byrne *et al.* dat in bovengenoemde *Laccaria amethystina* (Rodekoolzwam), een in

Frankrijk en Zwitserland op de markt toegelaten paddenstoel, het arseen voorkomt als het stabiele, niet vluchtige dimethylarsinezuur (DMA). Deze stof was al lange tijd bekend als arseenmetaboliet in zoogdieren. Het is 70x minder giftig dan het beruchte arseniet en werd vroeger als geneesmiddel tegen malaria gebruikt (Pinkhof & Van der Wielen 1934). Tegenwoordig wordt het, vooral in de VS, als onkruidverdelger ingezet. Verder onderzoek werd mogelijk gemaakt door samenwerking met Byrne's groep van het Jozef Stefan instituut te Ljubljana (Slovenië) en met het Institut für Analytische Chemie van de Karl Franzens Universiteit te Graz in Oostenrijk, waar Kurt Irgolic en zijn medewerkers ook al veel ervaring met arseenanalyse hadden opgedaan. Vloeistofchromatografie met arseenspecifieke detectie (HPLC - ICP - MS) van de in water-methanol oplosbare fractie bewees dat in vier monsters van verschillende herkomst het arseen voornamelijk aanwezig was als methylarsonzuur (MAA, zie Tabel 3).

Het is duidelijk dat de Kroonbekerzwam, onafhankelijk van bodemgesteldheid en herkomst het MAA met een opbrengst van 89 tot 99,5 % synthetiseert. Slechts een klein deel van het beschikbare arseen wordt in de dimethylverbinding (DMA) omgezet, terwijl er ook nog een beetje van het niet giftige arsenobetaine wordt gevormd. In andere paddenstoelen, zoals *Agaricus*- en *Lycoperdon*-soorten, is die laatste stof eigenlijk het voornaamste arseenmetaboliet en wordt er weinig of niets van de monomethylverbinding gevormd.

Herkomst	Totaal As	Anorganisch As	MAA	DMA	arsenobetaine
Puidoux, VD, CH, 1989	350	< 1	335	2,1	0,6
St.-Luc, VS, CH, 1977	2100	1,6	2090	6,2	0,4
Pokljuka, Slovenië, 1992	161	1,1	130	1,4	0,7
Stanislaus National Forest Californië, VS, 1991	610	0,9	605	3,2	0,2

Tabel 3. Arseenverbindingen in *Sarcosphaera coronaria* in mg/kg arseen op droge stof. Anorganisch arseen = As (III) + As (V), MAA = methylarsonzuur, DMA = dimethyl-arsinezuur.

### Nader onderzoek in de Jura

Het MAA, dat in de bekerzwam waarschijnlijk aanwezig is als het kaliumzout, is een stabiele verbinding, zoals blijkt uit de ouderdom van sommige door ons onderzochte collecties. De Kroonbekerzwam werd en wordt nog steeds gegeten door Zwitserse en Franse liefhebbers, maar men moet aannemen dat deze lieden fourageren in bossen, waar het arseengehalte van de bodem laag is. Om dit nader te onderzoeken zijn wij in het voorjaar van 2003 op zoek gegaan naar *S. coronaria* in de omgeving van Courtételle, de gemeente in het Canton du Jura, waar de vergiftigingen zich in 1920 hadden voorgedaan. In

het door Butignot (1921) aangeduide Bois-des-Chaux op ongeveer 620 m hoogte, zochten wij echter vergeefs. Enkele bodemonsters (genomen tot 10 cm diepte) bleken bij analyse 55 – 320 mg/kg arseen te bevatten, wat heel wat meer is dan het gemiddelde gehalte van 10 mg/kg! In de herfst van dat jaar verzamelden wij in hetzelfde bos enige Vliegenschwammen (*Amanita muscaria*). Deze paddenstoel is weliswaar geen arsenicumophoper, maar Kuehnelt *et al.* (1997) vonden toch betrekkelijk hoge concentraties in Vliegenschwammen uit oude mijngebieden, waar de bodem rijk is aan dit element.

Een vergelijkende analyse van het monster uit Courtételle met elders verzamelde *A. muscaria* gaf interessante resultaten (Tabel 4). Bij de bepaling hadden wij, naast arseen, ook vanadium, zirkoon, cadmium en selenium meegenomen, omdat de Vliegenschwam in normale omstandigheden deze elementen concentreert (Cocchi *et al.* 2006). Antimoon is een op arseen lijkend element dat veel zeldzamer is, en daarom in de meeste paddenstoelen

slechts in sporen wordt aangetroffen. Zoals te verwachten was, bevatten alle vier monsters veel vanadium, zirkoon en selenium. De Vliegenschwammen uit Courtételle springen er echter duidelijk uit, niet alleen door een vergelijkend hoog arseegehalte, maar ook door forse hoeveelheden cadmium, antimoon en, hoewel in mindere mate, selenium.

<b>Herkomst</b>	<b>Vanadium</b>	<b>Zirkoon</b>	<b>Cadmium</b>	<b>Arsenicum</b>	<b>Selenium</b>	<b>Antimoon</b>
Californië, VS	107	7,76	1,75	0,14	1,74	< 0,05
Paraná, Brazilië	72	38,2	0,83	0,49	2,90	< 0,05
Courtételle, Jura Zwitserland	115 - 140	32,1 - 80	9,5-12,1	<b>2,21 -4,95</b>	3,50 -4,2	0,54
Puidoux, VD, CH	120 - 187	62,0 - 72	2,50- 4,0	0,20-0,36	1,93- 2,5	0,05 -0,10

Tabel 4. Concentraties van enkele elementen in *Amanita muscaria*, in mg/kg droge stof

Dat de bodem van de streek Develier - Courtételle rijk is aan ijzer (en dus aan begeleidende mineralen als arseen) werd onlangs bevestigd door een studie van Senn (2002), die ontdekte dat er in de late Middeleeuwen door de plaatselijke smeden grote hoeveelheden spijkers, messen, bijlen en riemgespen werden geproduceerd. Het arseenhoudende afval van deze activiteiten heeft ongetwijfeld de bodem verontreinigd. De door ons gesignaleerde concentraties in bodem en Vliegenschwammen zouden bij nader onderzoek nog wel hoger kunnen uitvallen.

## Conclusies

Het hier gerapporteerde onderzoek bevestigt het vroeger uitgesproken vermoeden (Stijve 1995, 2001) dat het variabele gehalte aan methylarsonzuur verantwoordelijk is voor de tegenstrijdige reputatie van *S. coronaria* als giftige paddenstoel. MAA is weliswaar niet zo giftig als arseniet, maar het is toch verre van onschuldig. Waarschijnlijk worden Kroonbekerzwammen met een gehalte van minder dan 1000 mg/kg op de droge stof door de meeste mensen nog wel verdragen, wat blijkt uit het geringe aantal gerapporteerde vergiftigingen met deze paddenstoel. Hogere concentraties echter, zoals die gemeten in collecties uit mijngebieden, waaronder nu ook Courtételle mag worden gerekend, moeten als levensgevaarlijk worden beschouwd. Het is dan ook noodzakelijk om de giftigheid van *S. coronaria* in veldgidsen en andere populair mycologische boeken nadrukkelijk te vermelden.

Tenslotte is het vermeldenswaard dat MAA sinds lang onder de namen Ansar en Deconate als herbicide wordt gebruikt, o.a. om golfterreinen vrij van onkruid te houden. In de VS en in Brazilië wordt het ingezet op katoenvelden, Bermuda gras (veevoer) en citrusfruit plantages. Een toxicologisch rapport vermeldt weliswaar de lage acute giftigheid van de stof (Palazzolo 1978), maar in proefdieren veroorzaakte het koliek en diarree, wat ook de

symptomen zijn van een Kroonbekerzwamvergiftiging (Bresinsky & Besl 1985). Residu limieten voor arseenhoudende bestrijdingsmiddelen in voedsel variëren van 0,2 tot 0,7 mg/kg, maar daar MAA, net als de dimethylverbinding (DMA), in dierproeven kankerverwekkend bleek, wordt aangeraden waar mogelijk deze chemicaliën door minder gevaarlijke onkruidverdelgers te vervangen (ICPS, Health and Safety Guide, Geneva 1992).

## Referenties

- ALDER A.E. (1960) – Die Pilzvergiftungen in der Schweiz während 40 Jahren. *Schweiz. Z. Pilzkunde* **38**: 65-73.
- BOROVICKA J. (2004) – Nová lokalita banky velkokalísne (Een nieuwe vindplaats voor *Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt). *Mykologický Sborník*, LXXXI, **3**: 97-99.
- BRESINSKY A. & BESL H. (1985) – Giftpilze. Ein Handbuch für Apotheker, Ärzte und Biologen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart. p. 69-70.
- BUTIGNOT (Ed). (1921) – Méfaits causés par le *Sarcosphaera coronaria* Jacq. Boudier. *Bull. Soc. Myc. France* **XXX** (1° fasc.): 71-76.
- BYRNE A.R. & TUSEK-ZNIDARIC M. (1983) – Arsenic accumulation in the mushroom *Laccaria amethystina*. *Chemosphere* **12** (7/8): 1113-1117.
- BYRNE A.R., TUSEK-ZNIDARIC M., PURI B.K. & IRGOLIC K.J. (1991) – Studies on the uptake and binding of trace metals in fungi. Part II: Arsenic compounds in *Laccaria amethystina*. *Applied Organometallic Chemistry* **5**: 25-32.
- BYRNE A.R., SLEJKOVEC Z., STIJVE T., FAY L., GOESSLER W. & IRGOLIC K.J. (1995) – Arsenobetaine and other arsenic species in mushrooms. *Applied Organometallic Chemistry* **9**: 305-313.
- COCCHI L. & VESCOVI L. (1997) – Considerazione sul contenuto di elementi chimici nei funghi. Argento, cadmio, mercurio e piombo nel genere *Agaricus*. *Rivista di Micologia* **I**: 53-72.
- COCCHI L. (2003) – Persoonlijke mededeling (Lijst analysesresultaten voor arsenicum), juni 2003.

- COCCHI L., VESCOVI L. & PETRINI O. (2006) – Il « fungo di riferimento »: un nuovo strumento nella ricerca micologica. *Pagine di Micologica*. Novembre 26, **25**: 51-66.
- COCCHI L., VESCOVI L., PETRINI L.E. & PETRINI O. (2006) – Heavy metals in edible mushrooms in Italy. *Food Chemistry* **98**: 277-284.
- DUMÉE P. (1905) – *Nouvel Atlas de Poche des Champignons Comestibles et Vénéneux*. Librairie des Sciences Naturelles Paul Klincksieck. Léon Lhomme, successeur. Paris. XIV, 145p.
- FRAITURE A., HEINEMANN P., MONNENS J. & THOEN D. (1995) – Distributions fungorum Belgii et Luxemburgi II. *Scripta Bot. Belgica* **12**: 1 – 136.
- ICPS (1992) – International Programme on Chemical Safety. Dimethylarsinic acid, Methanearsonic acid, and Salts. Health and Safety Guide N° 69, World Health Organisation, Geneva.
- KUEHNELT D., GOESSLER W. & IRGOLIC K.J. (1997) – Arsenic Compounds in Terrestrial Organisms: *Collybia maculata*, *Collybia butyracea* and *Amanita muscaria* from Arsenic Smelter Sites in Austria. *Applied Organometallic Chemistry* **11**: 289-296.
- LAVAL ED. (1912) – *Les Champignons d'après Nature – Mœurs, descriptions, usages*. Librairie C.H. Delagrave, Paris, p. 89-90.
- LEUBA F. (1890) – *Les Champignons comestibles et les espèces vénéneuses avec lesquelles ils pourraient être confondus*. Ed. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, p. 96.
- LUTEN J.B., RIEKWEL-BOUY G. & RAUCHBAR A. (1982) – Occurrence of Arsenic in Plaice (*Pleuronectus platessa*), Nature of Organo-Arsenic Compound Present and Its Excretion by Man. *Environmental Health Perspectives* **45**: 165-170.
- PIESCHEL E. (1964) – Die Rohgiftigkeit einiger Lebensmittel und Pilze. *Mykol. Mitt. bl.* **8**(3): 69-77.
- PALAZZOLO R.J. (1978) – Reports cited by E.A. Dietz, Jr. and L. O. Moore in “Monomethylarsonic Acid, Cacodylic Acid, and their Sodium Salts” in *Analytical Methods for Pesticides and Plant Growth Regulators*, Vol. X: 385-401. G. Zweig and J. Sherma, New York.
- PINKHOF H. & VAN DER WIELEN P. (1934) – *Pharmacotheapeutisch Vademecum*: 109. Amsterdam.
- ROMAGNESI H. (1970) – *Nouvel atlas des champignons*. Ed. Bordas, Paris. Tome I, p. 46-47.
- ROTHMAYR J. (1920) – *Die Pilze des Waldes*. Mit 88 Pilzgruppen nach der Natur gemalt von Kunstmaler Georg Troxler. Verlag von E. Haag, Luzern. Abbildung mit Beschreibung N° 6.
- SARTORY A. & MAIRE L. (1921) – *Les Champignons Vénéneux*. *Collection Scientifique de Strasbourg*. Librairie le François, Paris, p. 129-132.
- SENN M. (2002) – Wurden diese Nägel in Develier-Courtételle JU geschmiedet? *Helvetia archeologica* **33**(131/32): 120-125.
- SEEGER R. (1982) – Toxische Schwermetalle in Pilzen. *Dtsch. Apoth. Ztg.* **122**: 1835-1844.
- STIJVE T. (1978) – Ethylidene Gyromitrine and N - Methyl - N - formylhydrazine in Commercially Available Dried False Morels, *Gyromitra esculenta* Fr. ex Pers. *Trav. chim. Aliment. Hyg.* **69**: 492-504.
- STIJVE T. (1980) – Enige potentieel giftige elementen in paddestoelen. *Coolia* **23**(4): 92-108.
- STIJVE T. (1981) – High-performance thin-layer chromatographic determination of the toxic principles of some poisonous mushrooms. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.* **72**: 44-54.
- STIJVE T., VELLINGA E.C. & HERMANN A. (1990) – Arsenic accumulation in some higher fungi. *Persoonia* **14** (2): 161-166.
- STIJVE T. (1995) – Arsenicum in paddestoelen. *Coolia* **38**(4): 181-190.
- STIJVE T. (2001) – La Pollution des champignons: le point sur l'arsenic. *Bull. Féd. Mycol. Dauphiné-Savoie* **160**: 39-47.
- STIJVE T., GOESSLER W. & DUPUY G. (2004) – Influence of Soil particles on Concentrations of Aluminium, Iron, Calcium and other Metals in Mushrooms. *Deutsche Lebensm. Rundsch.* **100**(1): 10-13.
- THURIN M. (1912) – Troubles digestifs ayant succédé à l'ingestion de *Peziza coronaria* consommé en salade. *Bull. Soc. Myc. France* **XIX**: 159-162.