

# Der Gehalt an Spurenelementen in Agaricus-Arten in Ungarn = Les teneurs en éléments-traces dans les espèces d'Agaricus en Hongrie

Autor(en): **Vetter, Janos**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **68 (1990)**

Heft 12

PDF erstellt am: **16.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-936429>

## **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.

## Der Gehalt an Spurenelementen in Agaricus-Arten in Ungarn

Die bisherigen Untersuchungen erstreckten sich nur auf eines oder einige der in höheren Pilzen enthaltenen Spurenelemente; hier dagegen handelt es sich um eine komplexe, vergleichende Untersuchung, die sich auf 23 Spurenelemente von Agaricus Arten (wildwachsenden und gezüchteten) erstreckt.

Im letzten Jahrzehnt wurde man auf die Zunahme des Gehaltes an Cadmium (Schmitt-Meisch, 1985; Enke et al., 1977), Blei (Seeger et al., 1976), Quecksilber (Seeger-Nützel, 1976; Laaksovirta-Lodenius, 1979; Kuusi et al., 1981; Enke et al., 1979) und Selen (Piepponen et al., 1983; Quinche 1983) einiger Pilzarten aufmerksam. Es ist eine wichtige und interessante Frage, ob der höhere Gehalt an einigen Elementen einem höheren Gehalt in der Umwelt (im Nährboden des Pilzes) zugeschrieben werden kann, oder ob eher eine Bioakkumulationsfähigkeit der Art im Spiele ist, die innere Ursachen hat.

Die vergleichende Untersuchung des Gehaltes an Spurenelementen in höheren (essbaren und giftigen) Pilzen erfolgt auf unserem Lehrstuhl auch im Rahmen einer grösseren Arbeit. In dieser Arbeit suchen wir unter anderem nach Zusammenhängen zwischen Substrat, Ernährungstyp und Spurenelementgehalt des Pilzes.

### Material und Methode

Die Proben der in den Tabellen auf Seiten 228 und 229 aufgeführten, wildwachsenden Arten wurden in den Jahren 1984–1986 in verschiedenen Gebieten Ungarns gesammelt, die Proben der gezüchteten Champignons nahmen wir aus Kulturen, die im Jahre 1987 nach der herkömmlichen oder einer neueren Methode angelegt wurden. Die Fruchtkörper oder ihre Teile wurden nach Trocknung staubfein gemahlen, darauf folgend wurden die Proben in einem Teflongefäss unter Druck mit Säure aufgeschlossen (200 mg Pilzpulver + 2 ml HNO<sub>3</sub> + 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Das aufgeschlossene Material wurde nach Filtrierung auf 10 ml verdünnt, danach erfolgte die quantitative Bestimmung der Spurenelemente durch plasmainduzierende Spektroskopie. In den Tabellen sind die arithmetischen Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) in ppm\*, bezogen auf Trockensubstanz, und die Streuung der Befunde(s) angegeben.

### Resultate und Diskussion

Die Gehalte an Spurenelementen von Agaricus-Arten sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt; diese Tabellen enthalten zugleich auch die Mittelwerte der Befunde aller untersuchten Arten (letzte Reihe). **Aluminium:** Die Streuung der Resultate ist ziemlich gross. Ein wichtiger Unterschied zeigt sich im **Arsengehalt:** wir haben bei den Agaricus-Arten einen bedeutenden Arsengehalt von 3 bis 14 ppm messen können. Den grössten Arsengehalt wies die Probe von *A. purpurellus* auf (gesammelt im Bükkgebirge). Der Pilz *A. bisporus* (gezüchtet auf Stroh und Kompost) bedeutete dagegen eine Ausnahme, da er kein Arsen in nachweisbarer Menge enthielt, weder im Hut, noch im Stiel.

Der **Calciumgehalt** der Arten ist allgemein ziemlich niedrig (Mittelwert 1381 ppm); auffallend sind aber die relativ hohen Werte in Hut und Stiel des gezüchteten Champignons (Hut 2300–2800 ppm; Stiel 1200–2300 ppm). Die Akkumulationsfähigkeit für Cadmium der Gattung Agaricus ist aus der Fachliteratur schon bekannt. Dies wurde aufgrund unserer Proben eindeutig bestätigt: der **Cadmiumgehalt** der wildwachsenden Arten (mit Ausnahme von *A. xanthoderma*) ist bedeutend und erreicht einen Maximalwert von 86 ppm. Der letztere Wert, umgerechnet auf frisches Material, entspricht einem Gehalt von etwa 8,6 ppm. Es scheint aber, dass *A. bisporus* und *A. xanthoderma* unter den untersuchten Arten eine Gruppe bilden, für die eine Cadmiumakkumulationsfähigkeit nicht charakteristisch ist. Dies ist aus dem Gesichtspunkt der Pilzproduktion eine sehr wichtige und glückliche Tatsache.

Im gezüchteten Champignon wurde ein kleinerer **Kobaltgehalt** gemessen als in den wildwachsenden Arten. Im **Chromgehalt** ist der Wert von über 1 ppm des gezüchteten Champignons etwas höher als z. B. der Wert des gezüchteten Stammes von *Pleurotus ostreatus* (Vetter 1988). Die Befunde für den **Kupfergehalt** in der Gattung Agaricus liegen zwischen 25 und 260 (!) ppm, Mittelwert 146 ppm. Die Kupferakkumulation ist am geringsten bei *A. bisporus* (25–61 ppm). Ein beträchtlicher Unterschied wurde im **Kaliumgehalt** gefunden. Aufgrund meiner anderswo erschienenen Untersuchungsergebnisse möchte

ich darauf aufmerksam machen, dass das Kalium in den verschiedenen Taxa eine ziemlich konstante Komponente mit relativ kleinen Schwankungen ist (Vetter 1987, 1988). Im Kaliumgehalt zeigten die Agaricus-Arten einen relativ hohen Mittelwert von 42 886 ppm, die Austernseitlinge dagegen nur einen solchen von 26 999 ppm (Vetter, 1988). Im K-Gehalt zeigte sich kein Unterschied zwischen den gezüchteten und wildwachsenden Champignons. Der **Magnesium**- und besonders der **Mangan**gehalt der Proben ist im gezüchteten *A. bisporus* etwas niedriger als in anderen, wildwachsenden Arten.

Der gezüchtete Champignon unterschied sich durch einen niedrigeren **Nickel**gehalt von den anderen Agaricus-Proben. Eine ernährungsphysiologisch wichtige Tatsache ist der hohe **Phosphor**gehalt der Agaricus-Arten (Mittelwert 13 127 ppm). Was den **Selen**gehalt anbelangt, so haben die Fachliteratur bzw. meine früheren Untersuchungen vor allem eine Akkumulationsfähigkeit für Selen der Gattung *Boletus* nachgewiesen (Vetter, 1987). Der Selengehalt erreicht hier in der überwiegenden Mehrheit der Proben die Grenze der Nachweisbarkeit nicht, aber in einigen Fällen (*A. xanthoderma*, *A. augustus*) konnten wir auch Werte von 0,7 bis 4,6 ppm messen. Ein **Vanadium**gehalt konnte in einigen Proben nicht nachgewiesen werden, in anderen betrug er 0,03–0,50 ppm. Da die Fachliteratur derzeit nur eine einzige Art (*Amanita muscaria*) kennt, die Vanadium anreichert, konnte eine davon abweichende Tendenz auch gar nicht erwartet werden. Der **Zink**gehalt schwankt beträchtlich, nämlich von 50 bis 194 ppm (im Mittel 141 ppm); die kleinsten Werte wurden eindeutig im Hut bzw. Stiel zweier Proben des gezüchteten Champignons gefunden.

### Zusammenfassung

Die Untersuchung der chemischen Zusammensetzung von Agaricus-Arten bzw. von ihren gezüchteten Sorten erfolgte in bezug auf 23 Spurenelemente. Auf Grund der erzielten Ergebnisse können die folgenden Feststellungen gemacht werden:

1. Die Agaricus-Arten sind (mit Ausnahme des gezüchteten Champignons) bedeutende **Arsen**akkumulatoren.
2. Eine wesentliche Bioakkumulation zeigte die Gattung Agaricus in bezug auf das **Cadmium**, mit Ausnahme der Arten *A. xanthoderma* und *A. bisporus*.
3. Eine beachtliche **Kupfer**akkumulationsfähigkeit konnte ich bei Agaricus-Arten feststellen (25–260 ppm).
4. Die Champignons sind durch einen relativ hohen **Kalium**- und **Phosphor**gehalt gekennzeichnet, was aus ernährungsphysiologischer Sicht vorteilhaft ist.

In den Agaricus-Arten wurde also eine bedeutende Bioakkumulation von Arsen, Cadmium, Phosphor, Kupfer und in einem geringeren Masse von Kalium und Zink festgestellt. Dieses Bild ist aber — vom praktischen Gesichtspunkt aus glücklicherweise — nicht schwerwiegend, da der am weitesten verbreitete Stamm des gezüchteten Champignons in Ungarn, der D-13, überhaupt kein Arsen sowie nur sehr wenig Cadmium enthielt und auch nur etwa ein Drittel des Kupfergehaltes von wildwachsenden Arten zeigte.

Dr. Janos Vetter, 1400 Budapest, Pf. 2. Ungarn

\* ppm = parts per million = Teile pro Million (Teile), z.B. mg pro kg

### Literatur

- Enke, M. — Matschiner, H. — Achtzehn, M.K. (1977): Schwermetallanreicherungen in Pilzen. Die Nahrung, 21.4. 331–334.
- Enke, M. — Roschig, M. — Matschiner, H. — Achtzehn, M.K. (1979): Zur Blei-, Kadmium- und Quecksilber-Aufnahme in Kulturchampignons. Die Nahrung, 23.7. 731–737.
- Kuusi, T. — Laaksovirta, K. — Liukkonen-Lilja, H. — Lodenius, M. — Piepponen, S. (1981): Lead, Cadmium and Mercury Contents of Fungi in the Helsinki Area and in Unpolluted Control Areas. Z. Lebensm. Untersuchung Forschung 173. 261–267.

- Laaksovirta, K. — Lodenius M. (1979): Mercury content of fungi in Helsinki. *Ann. Bot Fennici*, 16. 208—212.
- Quinche, J. P. (1980): *Agaricus silvicola*, un champignon accumulateur de métaux lourds. *Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde*, 58. 138—140.
- Quinche, J. P. (1983): Les teneurs en sélénium de 95 espèces de champignons supérieurs et de quelques terres. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung*, 22. 137—144.
- Schmitt, J. A. — Meisch, H. U. (1985): Cadmium in mushroom-distribution, growth effect and binding. *Trace elements in medicine*, 2.4. 163—166.
- Seeger, R. — Meyer, E. — Schönhut, S. (1976): Blei in Pilzen. *Z. Lebensm. Untersuchung Forschung* 162. 7—10.
- Seeger, R. — Nützel, R. (1976): Quecksilbergehalt der Pilze. *Z. Lebensm. Untersuchung Forschung*, 160. 303—312.
- Vetter J. (1987): Magasabbrendü gombák ásványianyag tartalmának vizsgálatá (Mineral elements in higher fungi). *Clusiana (Mikológiai Közlemények)* 25. 2—3., 125—150.
- Vetter J. (1988): *Agaricus* és *Pleurotus* fajok ásványelem tartalma (Mineral elements of *Agaricus* and *Pleurotus* species). *Clusiana* 26, in press.

## Les teneurs en éléments-traces dans les espèces d'*Agaricus* en Hongrie

Les recherches antérieures n'ont porté que sur un ou sur quelques éléments-traces contenus dans des champignons supérieurs; en revanche, la présente recherche est complexe et comparative: elle porte sur 23 éléments-traces contenus dans plusieurs espèces du genre *Agaricus* (sauvages et cultivées).

Ces dix dernières années, l'attention s'est portée sur l'augmentation de la teneur de quelques espèces en Cadmium (Schmitt-Meisch, 1985; Enke et al., 1977), en Plomb (Seeger et al., 1976), en Mercure (Seeger-Nützel, 1976; Kuusi et al., 1981; Enke et al., 1979; Laaksovirta-Lodenius, 1979) et en Sélénium (Pieponnen et al., 1983; Quinche, 1983). Une question importante et intéressante est de savoir si cette augmentation est à attribuer à l'environnement (dans le substrat nutritif du champignon) ou bien si la cause première en est plutôt une capacité bio-accumulative de l'espèce considérée.

Dans nos laboratoires, la recherche comparative des teneurs en éléments-traces dans les champignons supérieurs — comestibles et toxiques — s'inscrit dans le cadre d'un travail plus vaste dans lequel, entre autres, nous cherchons les relations existant entre le substrat, le type de nutrition et la teneur du champignon en éléments-traces.

### Matériel et méthode

Les échantillons des espèces sauvages consignées dans nos tableaux ont été récoltés dans les années 1984—1986 en différentes régions de la Hongrie; les échantillons de champignons cultivés ont été prélevés dans des cultures en 1987; ces cultures étaient soit traditionnelles, soit basées sur une technique nouvelle. Les carpophores ou leurs parties ont été séchés puis très finement moulus; la poudre était ensuite enfermée avec de l'acide, sous pression, dans un récipient en téflon (200 mg de poudre + 2 ml  $\text{HNO}_3$  + 2 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Ce matériel était ensuite, après filtration, éclairci à 10 ml; enfin, la mesure quantitative des éléments-traces était effectuée par spectroscopie plasmatique. Les tables ci-contre donnent les moyennes arithmétiques ( $\bar{x}$ ) en ppm (partie par million, p. ex. mg par kg) ainsi que les écarts-types (s) résultant des analyses.

### Résultats et discussion

Les tableaux 1 et 2 rapportent les teneurs en éléments-traces des espèces d'*Agaricus* et aussi les valeurs moyennes pour l'ensemble des espèces considérées (dernière ligne).

**Aluminium (Al):** L'écart-type des résultats est assez élevé. On constate une importante différence pour

**Tabelle 1. Spurenelemente in Agaricus-Arten (in ppm des Trockenmaterials)**  
**Tableau 1. Éléments-traces dans des espèces d'Agaricus (en ppm de matière sèche)**

	Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	K	Li	Mg
Agaricus haemorrhoidarius Kalchbr. et Schulz 1985. 7.7. Csillebérc	$\bar{x}$ 61,9 s 3,8	4,60 0,29	4,35 0,43	4,37 0,55	591 66	49,4 1,7	0,63 0,08	0	260 11	143 12	0	51075 1977	0	1693 62
A. augustus Fr. 1985. 16.7. Csillebérc	$\bar{x}$ 54,5 s 8,0	11,9 1,9	0,93 0,44	3,14 0,57	329 75	15,0 2,3	3,60 0,64	0	61 9	107 12	0	27401 4160	0	906 132
A. xanthoderma Gen. 1985. 6.10. Bükk-Gebirge	$\bar{x}$ 191,5 s 10,6	3,5 1,6	0,88 0,46	6,09 0,23	1537 279	0,6 0,03	0	0	147 5	301 15	0	43119 1560	0	1299 52
A. arvensis Schiff. ex Fr. 1985. 6.10. Bükk-Gebirge	$\bar{x}$ 159,7 s 4,0	8,3 1,4	4,12 0,20	3,56 0,26	1142 111	17,3 0,2	0,82 0,10	1,27 0,32	153 2	258 4	0	52126 298	0,30 0,08	1672 14
A. abruptibulbus Peck 1984. 19.10. Hívösvölgy	$\bar{x}$ 100,0 s 10,5	4,6 1,8	6,35 0,74	3,34 0,93	814 498	45,0 3,9	0,49 0,04	0	88 6	148 15	0	38464 2437	0	1518 141
A. purpurellus (Moell.) Moell. 1984. 27.10. Bükk-Gebirge	$\bar{x}$ 82,8 s 3,9	14,9 2,2	6,34 0,31	2,33 0,02	597 49	86,2 3,6	1,12 0,06	0,8 0,04	98 4	127 3	0	46360 1678	0	1380 48
A. bisporus «D-13» Hut — auf Stroh Chp. — sur paille	$\bar{x}$ 74,0 s 1,1	0 0	2,47 0,15	2,67 0,22	2377 30	0,22 0,05	0 0,0	1,4 0,1	37 0,3	128 4	0	47370 654	0,2 0,2	1446 37
A. bisporus «D-13» Hut — auf Kompost Chp. — sur compost	$\bar{x}$ 70,2 s 4,0	0 0	25,2 1,2	2,32 0,33	2829 702	0,18 0,01	0	1,2 0,1	61 5	78 5	0	41132 2276	0,1 0,1	1236 53
A. bisporus «D-13» Stiel — auf Stroh Pied — sur paille	$\bar{x}$ 46,6 s 3,7	0 0	2,65 0,31	1,89 0,27	1228 231	0,27 0,12	0	1,1 0,1	26 0,2	100 8	0	45657 252	0,2 0,02	1064 61
A. bisporus «D-13» Stiel — auf Kompost Pied — sur compost	$\bar{x}$ 40,3 s 2,0	0 0	17,82 0,34	2,39 0,19	2371 230	0,24 0,04	0,09 0,06	1,0 0,1	41 0,6	76 3	0	35534 274	0,2 0,03	907 10
A. bisporus «D-13» Stiel — auf Kompost Pied — sur compost	$\bar{x}$ 88,1 s 49,8	7,9 4,6	7,11 8,0	3,21 1,24	1381 871	35,6 30,0	1,33 1,28	1,2 0,1	134 70	146 78	0	42886 7597	0,18 0,02	1312 286

**Table 2. Spurenelemente in Agaricus-Arten (in ppm des Trockenmaterials)**  
**Tableau 2. Eléments-traces dans des espèces d'Agaricus (en ppm de matière sèche)**

	Mn	Mo	Ni	P	Se	Sr	Ti	V	Zn
Agaricus haemorrhoidarius Kalchbr. et Schulz 1985. 7. 7. Csillebérc	$\bar{x}$ 29,3	0	2,10	15247	0	1,66	1,53	0,50	194,3
	s 1,2		0,39	536		0,19	0,02	0,11	6,8
A. augustus Fr. 1985. 16. 7. Csillebérc	$\bar{x}$ 9,1	0	4,33	7719	0	1,09	1,25	0	70,6
	s 1,4		1,17	1182		0,23	0,01		10,6
A. xanthoderma Gen. 1985. 6. 10. Bükk-Gebirge	$\bar{x}$ 25,6	0	1,66	11258	2,26	3,57	3,00	0	103,6
	s 0,60		0,30	522	1,51	0,42	0,29		4,9
A. arvensis Schff. ex Fr. 1985. 6. 10. Bükk-Gebirge	$\bar{x}$ 25,9	0	4,60	13956	4,60	7,19	2,24	0,32	130,5
	s 1,2		0,21	120	0,85	1,19	0,09	0,08	1,0
A. abruptibulbus Peck 1984. 19. 10. Hűvösvölgy	$\bar{x}$ 48,3	0	2,13	14057	0	4,02	2,03	0	174,0
	s 4,4		0,79	1203		4,70	0,15		15,0
A. purpurellus (Moell.) Moell. 1984. 27. 10. Bükk-Gebirge	$\bar{x}$ 16,9	0	1,68	13437	0	1,48	1,76	0	173,0
	s 0,8		0,77	583		0,32	0,28		6,2
A. bisporus «D-13»	Hut — auf Stroh	$\bar{x}$ 8,5	0,47	1,70	18810	0,71	0,69	0,11	70,0
	Chp. — sur paille	s 0,2	0,05	0,07	585	0,42	0,03	0,03	9,1
	Hut — auf Kompost	$\bar{x}$ 8,3	0,34	1,42	14311	0	9,82	0,35	93,4
	Chp. — sur compost	s 0,6	0,11	0,29	949		0,82	0,03	21,7
A. bisporus «D-13»	Stiel — auf Stroh	$\bar{x}$ 6,1	0,53	1,34	12782	0	0,46	0,03	50,1
	Pied — sur paille	s 0,5	0,17	0,18	210		1,29	0,06	11,0
	Stiel — auf Kompost	$\bar{x}$ 6,3	0,05	1,35	9694	0	9,37	0,22	81,4
	Pied — sur compost	s 0,2	0,03	0,20	296		1,37	0,01	4,8
	$\bar{x}$ 18,4	0,34	2,23	13127		5,57	1,35		141,1
	s 13,7	0,21	1,21	3063		3,58	0,92		47,0

la teneur en **Arsenic** (As): nous avons pu mesurer chez les *Agaricus* une teneur non négligeable de 3 à 14 ppm, avec un maximum de 14,9 ppm chez *A. purpurellus* (récolté au Bükk-Gebirge). Par contre, *A. bisporus* (cultivé sur paille et compost) fait exception, car il ne contenait pas d'Arsenic en quantité mesurable, ni dans la chair du chapeau ni dans celle du pied.

Le **Calcium** (Ca) ne se révèle généralement qu'en faible quantité (moyenne 1381 ppm); il est pourtant remarquable que le champignon de Paris contient du Calcium en relativement grande quantité (2300 à 2800 ppm dans le chapeau et 1200 à 2300 ppm dans le pied). La littérature spécialisée a déjà mentionné la capacité d'accumulation du genre *Agaricus* pour le **Cadmium** (Cd). Nos échantillons ont confirmé clairement cet avis: En ce qui concerne les espèces sauvages (à l'exception de *A. xanthoderma*), la teneur en Cadmium est significative et atteint un maximum de 86 ppm ce qui, ramené au poids frais, représente une teneur d'environ 8,6 ppm. Il semble pourtant que les espèces *A. bisporus* et *A. xanthoderma* constituent, au sein des espèces étudiées, un groupe non caractéristique pour l'accumulation du Cadmium. Du point de vue de la culture des champignons, cette constatation est un fait important et bienvenu.

Chez les *Agaricus* de culture, on a mesuré une moindre teneur en **Cobalt** (Co) que chez les espèces sauvages. En ce qui concerne le **Chrome** (Cr), la teneur constatée chez les champignons de Paris (plus d'une ppm) est un peu plus élevée que, par exemple, celle de la souche de *Pleurotus ostreatus* cultivée (Vetter 1988). Les échantillons étudiés ont montré une teneur en **Cuivre** (Cu) située entre 25 et 260 (!) ppm, avec une valeur moyenne de 146 ppm. C'est chez *A. bisporus* (25 à 61 ppm) que l'accumulation de cuivre est la plus faible.

En ce qui concerne la teneur en **Potassium** (K) nous avons pu constater une différence remarquable. Sur la base de résultats que nous avons publiés ailleurs, nous voudrions attirer l'attention sur le fait que la teneur en Potassium est une composante assez constante dans les divers taxa, avec des variations relativement étroites (Vetter, 1987, 1988). Les espèces du genre *Agaricus* ont montré une teneur moyenne en Potassium relativement élevée de 42 886 ppm, alors que les Pleurotes en coquilles d'huîtres n'accumulaient que 26 999 ppm (Vetter, 1988). Pas de différence, dans la teneur en Potassium, entre l'*Agaricus* de culture et les *Agaricus* sauvages. Les teneurs en **Magnésium** (Mg) et surtout en **Manganèse** (Mn) se sont révélées un peu plus faibles chez *A. bisporus* cultivé que chez les autres espèces sauvages.

Le Champignon de couche se différencie des autres échantillons d'*Agaricus* par une plus faible teneur en **Nickel** (Ni). Une constatation importante sur le plan physiologico-nutritif est une teneur élevée en **Phosphore** (P) chez les espèces d'*Agaricus*. En ce qui concerne le **Sélénium** (Se), la littérature et nos recherches antérieures ont démontré une capacité bio-accumulative du genre *Boletus* (Vetter, 1987). Dans nos échantillons d'*Agaricus*, la teneur en Sélénium n'atteint pas, dans la grande majorité des cas, la limite du mesurable; mais dans quelques cas (*A. xanthoderma*, *A. augustus*) nous avons pu mesurer des valeurs de 0,7 à 4,6 ppm. La teneur en **Vanadium** (V) n'a pu être mesurée dans certains échantillons; chez d'autres, elle a atteint de 0,03 à 0,50 ppm. Comme la littérature ne connaît jusqu'ici qu'une seule espèce (*Amanita muscaria*) qui concentre le Vanadium, nous ne pouvions guère nous attendre à observer une tendance divergente. La teneur en **Zinc** (Zn) est très variable, de 50 à 194 ppm (moyenne: 141 ppm); les concentrations les plus faibles sont nettement celles des chapeaux et des pieds de deux échantillons de champignons de Paris.

## Résumé

L'étude de la composition chimique d'espèces du genre *Agaricus*, respectivement des espèces cultivées, portait sur 23 éléments-traces. Les résultats obtenus conduisent aux affirmations suivantes:

1. Les espèces du genre *Agaricus* — à l'exception du champignon de Paris cultivé — accumulent l'Arsenic de façon significative.
2. Excepté *A. xanthoderma* et *A. bisporus*, les espèces du genre *Agaricus* sont des bio-accumulateurs de Cadmium.
3. Nous avons pu mettre en évidence chez les espèces du genre *Agaricus* une capacité bio-accumulative pour le Cuivre (25 à 260 ppm).

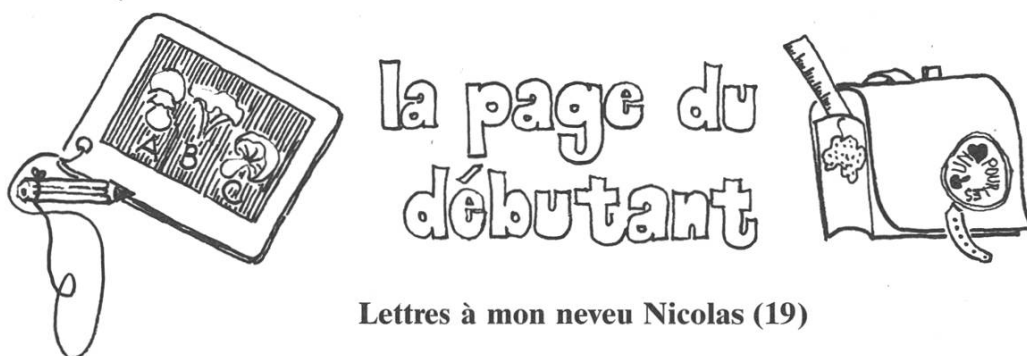
4. Les espèces du genre *Agaricus* sont caractérisées par une teneur relativement élevée en Potassium et en Phosphore, ce qui se révèle avantageux du point de vue physiologico-nutritif.

Chez les Agarics, on a donc mis en évidence une notable bio-accumulation d'Arsenic, de Cadmium, de Phosphore, de Cuivre et, dans une moindre mesure, de Potassium et de Zinc. Mais par bonheur ce tableau ne présente pas un caractère de gravité au point de vue pratique: en effet, la souche la plus largement répandue en Hongrie du champignon de Paris, la D-13, ne contient pas d'Arsenic, très peu de Cadmium et seulement un tiers environ du Cuivre contenu dans les espèces sauvages.

Dr Janos Vetter, 1400 Budapest, Pf. 2. Ungarn

(Traduction: F. Brunelli)

**Littérature:** cf. texte original en allemand



Lettres à mon neveu Nicolas (19)

## Le casse-tête des Russules (deuxième partie) — Espèces jaunes et espèces rouges

Mon cher neveu,

Voici donc, comme promis, les descriptions — macroscopiques seulement — de quelques Russules qui se ressemblent et qui, par conséquent, peuvent prêter à confusion. Tu pourras ainsi toucher du doigt les problèmes que posent les espèces de ce genre.

Les Russules sont de beaux champignons, beaucoup d'entre elles présentant des couleurs vives: jaunes, rouges, vertes, brunes. D'autres sont polychromes et ce mélange de couleurs augmente encore les difficultés de détermination.

Plus d'une douzaine d'espèces de chez nous sont de tonalités jaunâtres. Je te présente ici la carte de visite de 4 espèces courantes:

Une espèce fréquente et sans prétention est la **Russule jaune ocre** (*Russula ochroleuca* Pers.), qui vient en masse dans les bois de résineux à humus acidifié par les aiguilles, mais aussi en terrain acide sous feuillus. Elle est toujours jaune d'une certaine façon, mais ce peut être jaune citron, jaune ocre, jaune d'or, jaune clair, mais aussi jaune verdâtre olivâtre. Les lames sont de couleur blanc pur immuable, contrastant avec la couleur du chapeau. La sporée est aussi blanche, ce qui fait de notre Russule un leucosporé. N'oublie pas de goûter le champignon: la chair présente une âcreté moyenne à prononcée, mais son odeur est quasi nulle.

La **Russule fiel** (*Russula fellea* [Fr.] Fr.), dont le chapeau est assez uniformément jaune ocre brunâtre, peut ressembler à l'espèce précédente. Caractère important: la marge du chapeau est grossièrement striée cannelée. Lames et pied sont quasi concolores au chapeau. La sporée est ocre clair. L'habitat de cette Russule est la hêtraie. Goûte-la: sa chair est à la fois âcre et amère, mais elle est parfumée, rappelant l'odeur de feuilles de géranium.