

Биология

УДК 528.28

Տ. Գ. ՆԱՆԱԴՅՈՒԼՅԱՆ, Ա. Ա. ԳԱՏՔԱՐՅԱՆ, Լ. Վ. ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ, Ա. Մ. ԿԱՐԱՔԵՏՅԱՆ

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛОДОВЫХ ТЕЛАХ  
ДИКОРАСТУЩИХ ГРИБОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА “ДИЛИЖАН”

Исследовано содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, Fe, Mn) в плодовых телах 7 видов грибов (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.: Fr.) O.K. Mill., *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) P. Kumm., *H. sublateritium* (Fr.) Quél., *Phallus impudicus* L.: Pers., *Pleurotus pulmonaris* (Fr.: Fr.) Quél.), обнаруженных на территории национального парка “Дилижан”. С токсикологической точки зрения отмечена высокая концентрация Cd и Pb (в среднем 15,1 и 23,6 мкг/г соответственно). Регулярное употребление отдельных видов съедобных грибов в пищу может стать причиной интоксикаций.

**Введение.** Национальный парк “Дилижан” основан в 2002 г. на базе одноименного государственного заповедника [1]. Известно, что сбор дикорастущих грибов является неотъемлемой частью экотуров и весьма популярен среди местного населения. Уникальная флора растений и биота грибов национального парка открывают возможности для развития экотуризма в этом регионе.

Многие макроскопические грибы способны адсорбировать и накапливать тяжелые металлы (ТМ) в плодовых телах [2]. Аккумуляция больших концентраций ТМ многими съедобными грибами делает их небезопасными для употребления в пищу и может стать причиной отравлений. Кроме того, грибы, особенно микоризообразующие, играют значительную роль в поддержании устойчивости лесных фитоценозов, т.к. защищают растения от загрязнения тяжелыми металлами [3–6].

Целью нашего исследования было определение концентрации ТМ в плодовых телах некоторых базидиальных макроскопических грибов, распространенных на территории национального парка “Дилижан”.

**Материалы и методы.** Сбор дикорастущих грибов проводился в период с 2007 по 2008 гг. на территории национального парка “Дилижан”, вблизи Дома отдыха композиторов. Для анализа были отобраны плодовые тела следующих макромицетов: *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.: Fr.) O.K. Mill.,

*Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) P. Kumm., *H. sublateritium* (Fr.) Quél., *Phallus impudicus* L.: Pers., *Pleurotus pulmonaris* (Fr.: Fr.) Quél. Собранные образцы очищались, измельчались и сушились при температуре 105<sup>0</sup>С в течение 24 ч. 1 г каждого образца сжигался при температуре 480<sup>0</sup>С в течение 18–24 часов, затем зола растворялась в 2 мл HNO<sub>3</sub> и снова нагревалась до 480<sup>0</sup>С в течение 4 ч, растворялась в смеси конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (по 1 мл) и разбавлялась в деионизированной воде до 25 мл. Анализ металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, Fe, Mn) проводился при помощи атомно-адсорбционного спектрофотометра ААС–1 (Германия). Исследования образцов проводились с трехкратной повторностью по общепринятой методике [7].

**Результаты и обсуждение.** Общеизвестно, что многие виды макрогрибов накапливают определенные ТМ в концентрациях часто на один-два порядка выше, чем большинство других растений, даже при росте на почвах с довольно низкими концентрациями ТМ. Некоторыми авторами отмечена зависимость накопительного потенциала от вида гриба, состава субстрата и интервала между плодоношением [8]. Изученные виды грибов принадлежат к 7 порядкам, 7 семействам, 6 родам, 7 видам (табл. 1). По отношению к питающему субстрату и по той функции, которую они выполняют в фитоценозах, они относятся к 4 трофическим группам: ксилотрофы (4 вида), микоризообразователи (2 вида), гумусовые сапротрофы (по одному виду). Из исследованных грибов 4 вида являются съедобными, 1 вид съедобен в молодом возрасте, 1 вид считается ядовитым и 1 вид несъедобен [9].

Таблица 1

Таксономические и трофические группы и пищевая ценность исследованных грибов

| Порядок                 | Семейство                | Вид                          | Трофическая группа                        | Пищевая ценность            |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------|---|-----------------------------|
| <i>Boletales</i>        | <i>Gomphidiaceae</i>     | <i>Chroogomphus rutilus</i>  | микоризообразователь                      | съедобен                    |
| <i>Agaricales</i>       | <i>Agaricaceae</i>       | <i>Agaricus bisporus</i>     | гумусовый сапротроф                       | съедобен                    |
|                         | <i>Pleurotaceae</i>      | <i>Pleurotus pulmonaris</i>  | ксилотроф                                 | съедобен                    |
|                         | <i>Strophariaceae</i>    | <i>Hypholoma fasciculare</i> | ксилотроф                                 | ядовит                      |
|                         |                          | <i>H. sublateritium</i>      | ксилотроф                                 | несъедобен                  |
| <i>Tricholomataceae</i> | <i>Armillaria mellea</i> | ксилотроф                    | съедобен                                  |                             |
| <i>Phallales</i>        | <i>Phallaceae</i>        | <i>Phallus impudicus</i>     | гумусовый сапротроф, микоризообразователь | съедобен в молодом возрасте |

Исследования показали, что способность аккумулировать ТМ широко варьирует в зависимости от вида гриба (табл. 2). Для растений отмечены симптомы железистой токсичности уже при концентрации Fe 10000 мкг/г [10]. У грибов *Agaricus bisporus*, *Armillaria mellea*, а также у вида *Phallus impudicus* выявлено существенное количество Fe и Mn. Максимальная концентрация Fe отмечена у *A. bisporus* (19200 мкг/г сухого веса), а Mn – у *P. impudicus* (7800 мкг/г). Концентрация этих элементов резко варьировала у остальных исследуемых видов грибов. Минимальные концентрации Fe и Mn отмечены у грибов *Hypholoma fasciculare* и *Chroogomphus rutilus* – 70 и 250 мкг/г сухого веса соответственно. Содержание Pb в плодовых телах

изученных грибов в среднем составляло 23,6 мкг/г. Максимальная концентрация Pb отмечена у вида *Hypholoma sublateritium* – 50 мкг/г. Проведенные исследования выявили высокое содержание Co и Cd – в среднем 31,3 и 15,1 мкг/г сухого веса соответственно. Максимальная концентрация Co отмечена у *H. sublateritium* и *A. bisporus* (50 мкг/г), а Cd (21 мкг/г) – у гриба *Ch. rutilus*. Концентрации Cu и Zn в среднем составляли 120 и 276,6 мкг/г сухого веса соответственно.

Таблица 2

Концентрации тяжелых металлов в плодовых телах некоторых дикорастущих макромицетов (мкг/г сухого веса)

| Виды грибов                    | Cu  | Zn    | Pb   | Cd   | Co   | Ni   | Fe     | Mn   |
|--------------------------------|-----|-------|------|------|------|------|--------|------|
| <i>Agaricus bisporus</i>       | 180 | 200   | 20   | 12   | 50   | 10   | 19200  | 3800 |
| <i>Armillaria mellea</i>       | 75  | 270   | 20   | 12   | 22   | 75   | 5000   | 1800 |
| <i>Chroogomphus rutilus</i>    | 35  | 80    | 15   | 21   | 15   | 150  | 330    | 250  |
| <i>Hypholoma sublateritium</i> | 200 | 340   | 50   | 17   | 50   | 150  | 280    | 1000 |
| <i>H. fasciculare</i>          | 180 | 440   | 20   | 16   | 22   | 50   | 70     | 600  |
| <i>Phallus impudicus</i>       | 250 | 330   | 20   | 12   | 22   | 130  | 3000   | 7800 |
| <i>Pleurotus pulmonaris</i>    | 50  | 100   | 20   | 16   | 22   | 75   | 430    | 500  |
| Средняя величина               | 120 | 276,6 | 23,6 | 15,1 | 31,3 | 91,4 | 4044,2 | 2250 |

Для сравнения накопительных потенциалов нами были исследованы представители рода *Hypholoma* – *H. sublateritium* и *H. fasciculare*. Ложноопенок кирпично-красный (*H. sublateritium*) считается ядовитым, однако, по данным Р. Зингера, этот гриб употребляют в пищу в Европе и Северной Америке [10]. Однозначно можно сказать, что гриб *H. fasciculare* является ядовитым. Оба вида принадлежат к одной эколого-трофической группе ксилотрофов. Выявлено существенное различие накопительного потенциала в плодовых телах этих грибов. Концентрации Pb, Co, Ni, Fe, Mn в *H. sublateritium* намного превышали концентрации этих же элементов в карпофорах *H. fasciculare* (рис. 1).

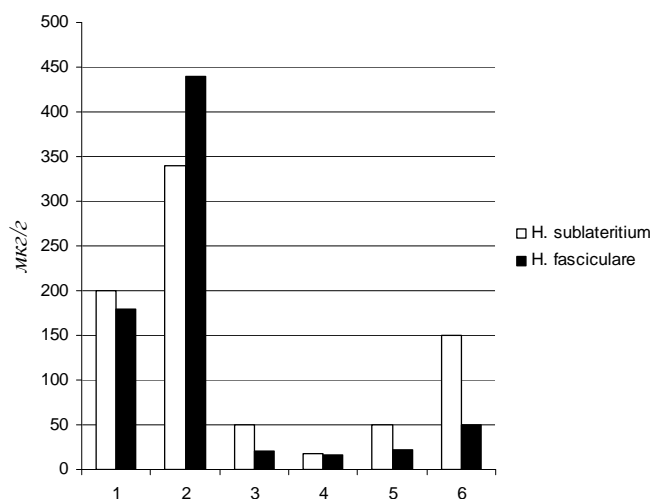


Рис. 1. Концентрации Cu (1), Zn (2), Pb (3), Cd (4), Co (5), Ni (6) в плодовых телах грибов *Hypholoma sublateritium* и *H. fasciculare*, растущих в одинаковых условиях (мкг/г сухого веса).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о различии в адсорбции ТМ между разными эколого-трофическими группами сапротрофных (*Agaricus bisporus*) и микоризообразующих (симбиотрофных) грибов (*Ch. rutilus*) (рис. 2). Высокие концентрации Cu, Zn, Pb и Co обнаружены у всех изученных сапротрофных грибов, тогда как у микоризообразующих грибов отмечены высокие концентрации Cd и Ni. Отмечается также большая разница в количествах Fe и Mn – у сапротрофных она в десятки раз выше, чем у микоризообразующих. Полученные данные могут быть использованы для защиты деревьев, растущих в загрязненных условиях, при искусственной микоризации.

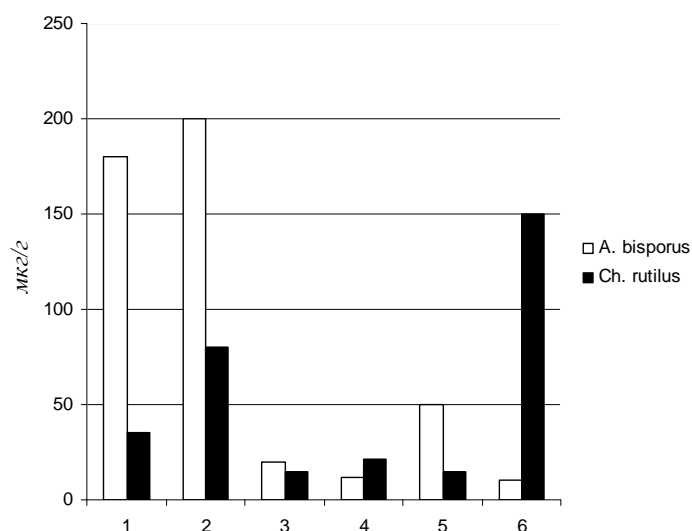


Рис. 2. Концентрации Cu (1), Zn (2), Pb (3), Cd (4), Co (5), Ni (6) в плодовых телах грибов *Agaricus bisporus* и *Chroogomphus rutilus* (мкг/г сухого веса).

В зависимости от способности адсорбировать металлы (включая Fe и Mn) семейства грибов порядка *Agaricales* расположились в следующей последовательности: *Strophariaceae*>*Tricholomataceae*>*Agaricaceae*. Последовательность элементов в зависимости от концентрации в плодовых телах варьирует у разных видов и в основном имеет следующий вид: Fe>Mn>Zn>Cu>Ni>Co>Pb>Cd.

Известно, что особенно опасно для человека наличие высоких концентраций Pb и Cd в плодовых телах съедобных грибов. По стандартам FAO/WHO допустимая недельная доза приема Cd и Pb должна составлять 0,42–0,49 мг и 1,5–1,75 мг соответственно [11]. Содержание Cd и Pb в исследованных нами видах съедобных грибов весьма велико и в среднем составляет 15,1 и 23,6 мкг/г соответственно. Регулярное употребление их в пищу может стать причиной интоксикаций.

Таким образом, проведенные нами исследования выявили высокую концентрацию ТМ в плодовых телах всех изученных видов грибов. Наблюдается зависимость накопительного потенциала от вида гриба. Отмечены

особенности накопительного потенциала грибов отдельных эколого-трофических групп. Следует отметить также, что регулярное употребление в пищу изученных нами съедобных видов грибов не рекомендуется.

Кафедра ботаники ЕГУ,  
Институт проблем гидропоники  
имени Г. Давтяна НАН РА

Поступила 13.10.2010

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Ханджян Н.** Особо охраняемые территории природы Армении. Ер.: Тигран Мец, 2004, 64 с.
2. **Stankevičiene D.** Ekologija, 2000, v. 3, p. 34–40.
3. **Stankevičiene D.** Botanica Lithuanica, 1996, v. 2, № 3, p. 233–243.
4. **Leyval C., Turnau K., Haselwandter K.** Mycorrhiza, 1997, v. 7, p. 139–153.
5. **Krupa P.** Chem. Int. Ekol., 1996, v. 6, № 5–6, p. 1–7.
6. **Jentschke G., Godbold D.** Physiol. Plant., 2000, v. 109, № 2, p. 107–116.
7. **Ita B., Ebong G., Essien J., Eduok S.** Pakistan Journal of Nutrition, 2008, v. 7, № 1, p. 93–97.
8. **Kalac P., Svoboda L.** Food Chem., 2000, v. 69, p. 273–281.
9. **Тахтаджян А.** Мир растений. Т. 2. М.: Просвещение, 1991, 475с.
10. **Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.** Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989, 439 с.
11. **Leski T. and Rudawska M.** Food Chem., 2005, v. 92, p. 499–450.

Ս. Գ. ՆԱՆԱԳՅՈՒԼՅԱՆ, Ա. Հ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ, Լ. Վ. ՍԱՐԳՍՐՅԱՆ, Ա. Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԾԱՆՐ ՍԵՏԱՂՆԵՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ “ԴԻԼԻՋԱՆ” ԱԶԳԱՅԻՆ  
ՊԱՐԿՈՒՄ ԱՃՈՂ ՎԱՅՐԻ ՄՆԿԵՐԻ ՊՏՂԱՍՄԱՐՄԻՆՆԵՐՈՒՄ

#### Ամփոփում

Հետազոտված է ծանր մետաղների կոնցենտրացիան “Դիլիջան” ազգային պարկում վայրի աճող 7 տեսակի սնկերի (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.: Fr.) O.K. Mill., *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) P. Kumm., *H. sublateritium* (Fr.) Quél., *Phallus impudicus* L.: Pers., *Pleurotus pulmonaris* (Fr.: Fr.) Quél.) պտղամարմիններում: Ստացված տվյալները վկայում են հետազոտված բոլոր մետաղների (Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, Fe, Mn) բարձր կոնցենտրացիայի մասին: Թունաբանական տեսանկյունից կարևոր է նշել Cd-ի և Pb-ի բարձր կոնցենտրացիայի մասին՝ միջինը 15,1 և 23,6 մկգ/գ համապատասխանաբար: Որոշ ուտելի սնկատեսակներ սննդի մեջ պարբերաբար օգտագործելիս կարող են թունավորման պատճառ դառնալ:

S. G. NANAGULYAN, A. H. GASPARYAN, L. V. MARGARYAN, A. M. KARAPETYAN

CONTENT OF HEAVY METALS IN WILD-GROWING MUSHROOMS  
IN "DILIJAN" NATIONAL PARK

Summary

We investigated the concentration of heavy metals in fruit bodies of 7 species (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.: Fr.) O.K. Mill., *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) P.Kumm., *H. sublateritium* (Fr.) Qué., *Phallus impudicus* L.: Pers., *Pleurotus pulmonaris* (Fr.: Fr.) Qué.) of wild-growing mushrooms in "Dilijan" National Park. The data indicated high concentration of metals (Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, Fe, Mn) in the fruit bodies. From the toxicological point of view it is important to note the high concentration of Cd and Pb, on average 15,1 and 23,6  $\mu\text{g/g}$  respectively. Periodic use of studied edible mushrooms in food can cause intoxication.