

546.711:582.28(574.41)

АККУМУЛЯЦИЯ ХРОМА ГРИБАМИ СОСНОВОГО БОРА СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Сибиркина А.Р.

*ФГБОУ ВПО Челябинский государственный университет, Челябинск
Челябинск, Россия (454001, г. Челябинск, ул. Бр. Кашириных, 129) E-mail: sibirki-
na_alfira@mail.ru*

В биогеохимии грибы представляют особый интерес, так как обладают избирательной способностью к накоплению элементов, особенно опасных для здоровья людей. Грибы участвуют в почвообразовательных процессах, определяя химический состав органического вещества почв, их структурированность, кислотность и даже температурные характеристики. В работе представлены данные о металлонакопительной способности 12 видов грибов соснового бора Семипалатинского Прииртышья. Наибольшее содержание хрома обнаружено в сыроежке белой, темнеющей. Наименьшим содержанием хрома характеризуются трутовики серно-желтый и настоящий или губчатый. Значения коэффициента биологического поглощения указывают на то, что хром является как элементом слабого накопления и среднего захвата, так и элементом слабого захвата, по показателю биотичности хром в биологическом круговороте веществ играет незначительную роль. Согласно рассчитанным коэффициентам накопления активное поступление хрома в грибы происходит не из почвы, а из атмосферного воздуха.

Ключевые слова: грибы, накопление, хром.

CUMULATION OF CHROMIUM MUSHROOM THE IRTISH RIVER IN SEMEY IN KAZAKHSTAN REPUBLIC

Sibirkina A.R.

*FSBE IVT Chelyabinskiy state university, Chelyabinsk
Chelyabinsk, Russia (454001, Chelyabinsk, street Br. Kashirinyh, 129) E-mail: sibirki-
na_alfira@mail.ru*

In ecologies mushrooms present the special interest, since possess the electoral ability to accumulation element, particularly dangerous for health of the people. The Mushrooms participate in process of the formation of ground, defining chemical composition organic material ground, their structured ness, acidity and even warm-up features. The metal-accumulating ability of 12 mushroom's species was obtained for Semey Region near the Irtish River. The Most contents of chromium are discovered in *Russula dens folia* Fr. The Least contents of chromium are characterized. *Fomes Fomentarius*, *Laetiporus Sulphureus* (Bull.) Bond. ET Sing. Importance's of the factor of the biological absorption point that chromium is as element of the weak accumulation and average seizure, so and element of the weak seizure, on factor biological chromium in biological rotation material cuts a little figure. According to calculated factor of the accumulation active arrival chromium in mushrooms occurs not from ground, but from atmospheric air.

Keywords: mushrooms, accumulation, chromium.

Грибы являются одним из важнейших компонентов лесных экосистем. На них возложен широкий спектр биосферных функций, среди которых разложение органических ве-

ществ является наиболее существенной [Одум, 1986]. С точки зрения биогеохимических исследований, грибы представляют особый интерес, так как обладают избирательной способностью к накоплению элементов, особенно опасных для здоровья людей. Опасность представляет тенденция съедобных грибов к накоплению тяжелых металлов (ТМ). Эта способность выражена у них гораздо резче, чем у высших растений и других организмов. Если количество металлов в грибах превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), то, поступая в организм человека, они со временем вызывают патологические изменения внутренних органов, характеризуется канцерогенным действием. Грибы участвуют в почвообразовательных процессах, определяя химический состав органического вещества почв, их структурированность, кислотность и даже температурные характеристики. Все выше сказанное раскрывает актуальность и научно-практическую значимость данного исследования. Поскольку грибы являются посредниками между живым и косным веществами биосферы, без их изучения невозможна комплексная оценка роли микробиоты в миграции элементов-загрязнителей в биогеохимических циклах, по звеньям пищевой цепи и вероятности вторичного загрязнения прилегающих территорий [8].

Различные виды грибов обладают неодинаковой способностью накапливать в съедобных органах ТМ. Аналитическим исследованиям подвергались плодовые тела 10 видов шляпочных грибов Класа Базидиальные грибы, или Базидиомицеты – Basidiomycetes, среди них встречались съедобные грибы, наиболее часто собираемые населением, и ядовитые грибы. Кроме того, анализу подвергались 2 вида трутовых грибов, являвшихся аккумулятивными индикаторами ТМ [9]. Трутовик серно-жёлтый – дереворазрушающий гриб-паразит, поражающий берёзу, сосну и другие виды деревьев. Трутовик настоящий, губчатый – широко распространённый гриб-трутовик, сапрофит.

Отбор проб грибов и почв проводили в районе села Сосновка Бескарагайского района на границе с Алтайским краем Российской Федерации, в районе села Долонь (зона прохождения следа радиоактивных выпадений испытания 1949 г.), в районе села Бегень Бескарагайского района на границе с Павлодарской областью Республики Казахстан, в окрестностях города Семей и в Бородулихинском районе. Отбор проб и пробоподготовка проводились общепринятыми методами [Ринькис и др., 1987]. Выявление доминантных представителей макромицетов производили методом маршрутных ходов. Определение грибов проводили с помощью определителей [1]. Пробы грибов разбирали по отдельным органам, высушивали при температуре 105 °С, тщательно размалывали до гомогенной массы. Содержание хрома определяли атомно-абсорбционным методом. Полученные экспериментальные данные были обработаны вариационно-статистическими методами, которые описаны в руководстве Н.А. Плохинского [6]. Для характеристики химических особенностей исследуемых грибов,

их способности к накоплению хрома использовался коэффициент биологического поглощения (КБП), рассчитанный на среднее содержание хрома в почве исследованной территории. Для оценки тесноты биогеохимической связи состава живого организма с биосферой был рассчитан показатель биотичности элементов (ПБЭ), который представляет отношение содержания элемента в органах к кларку биосферы. По аналогии с КБП элементы со значениями ПБЭ, равными 0,3 и выше, играют наиболее существенную роль в биологическом круговороте веществ в экосистеме [3]. Для характеристики распределения хрома между живым веществом и абиотической средой был вычислен коэффициент накопления (K_n) [4] – количественный показатель перехода химического элемента из почвы в грибы (растение), т.е. отношение концентрации хрома в воздушно-сухой массе грибов (растений) (мг/кг) к концентрации валовой и подвижных форм соединений хрома в почве (мг/кг). Если K_n меньше 1, то превалирует загрязнение грибов из почвы, если больше 1, то кроме поступления в грибы металлов из почвы имеет место загрязнение из атмосферы. Коэффициент накопления был рассчитан относительно валового содержания хрома в почве исследуемого региона и его форм: кислоторастворимой (экстрагент 1н. HCl), обменной (экстрагент ацетатно-аммонийный буфер с рН 4,8), водорастворимой (экстрагент бидистиллированная вода).

Аккумуляционная способность исследованных видов грибов по отношению к хрому представлена в таблице 1. Наибольшее содержание хрома обнаружено в сыроежке белой, темнеющей (10,13 мг/кг). Наименьшим содержанием хрома характеризуются трутовики серно-желтый и настоящий или губчатый.

Таблица 1. Содержание хрома и значение его биотичности в грибах соснового бора Семипалатинского Прииртышья, мг/кг

Виды грибов	Зольность, %	Шляпки	Ножки	Плодовое тело	ПБЭ
1	2	3	4	5	6
Сыроежка лиловая (n=5)	12,92	$0,62 \pm 0,03 (56,8)$ 0,21-0,87	$3,86 \pm 0,21 (33,8)$ 1,36-4,52	$4,48 \pm 0,23 (45,3)$ 0,21-4,52	0,05
Сыроежка белая, темнеющая (n=5)	12,43	$1,82 \pm 0,10 (123,5)$ 0,85-2,15	$8,31 \pm 0,47 (225,3)$ 5,63-12,58	$10,13 \pm 0,29 (174,4)$ 0,85-12,58	0,12

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Сыроежка ломкая (n=5)	16,15	$1,13 \pm 0,05 (154,8)$ 0,59-2,34	$2,12 \pm 0,11 (251,1)$ 1,05-4,76	$3,25 \pm 0,08 (203,0)$ 0,59-4,46	0,04

Сыроежка темно-красная (n=5)	11,05	$\frac{3,67 \pm 0,20(186,3)}{1,38-4,55}$	$\frac{5,32 \pm 0,29(363,1)}{2,38-10,23}$	$\frac{8,99 \pm 0,25(274,7)}{1,38-10,23}$	0,11
Валуй (n=5)	5,65	$\frac{2,40 \pm 0,12(86,3)}{1,23-3,33}$	$\frac{0,34 \pm 0,21(128,4)}{0,14-1,22}$	$\frac{2,74 \pm 0,14(107,4)}{0,14-3,33}$	0,03
Ложная лисичка (n=5)	17,8 9	$\frac{4,31 \pm 0,24(943,0)}{2,15-6,34}$	$\frac{1,83 \pm 0,10(84,2)}{1,02-2,96}$	$\frac{6,14 \pm 0,17(513,6)}{1,02-6,34}$	0,07
Шампиньон луговой (n=5)	9,22	$\frac{2,54 \pm 0,13(215,3)}{1,26-3,68}$	$\frac{4,86 \pm 0,26(410,5)}{2,22-9,87}$	$\frac{7,40 \pm 0,20(312,9)}{1,26-9,87}$	0,09
Груздь перечный (n=5)	7,82	$\frac{1,77 \pm 0,10(100,8)}{0,98-2,57}$	$\frac{0,52 \pm 0,03(64,8)}{0,31-1,24}$	$\frac{2,29 \pm 0,07(82,8)}{0,31-2,57}$	0,03
Маслёнок осенний или Масленик настоящий (n=5)	7,12	$\frac{3,43 \pm 0,18(621,3)}{2,00-8,11}$	$\frac{2,51 \pm 0,13(568,2)}{1,52-6,68}$	$\frac{5,94 \pm 0,16(594,8)}{1,52-8,11}$	0,07
Мухомор пантерный, или мухомор серый (n=5)	10,05	$\frac{3,03 \pm 0,16(162,8)}{1,25-6,36}$	$\frac{1,31 \pm 0,07(526,2)}{0,85-3,05}$	$\frac{4,34 \pm 0,07(344,5)}{0,85-6,36}$	0,05
Трутовик серно-желтый (n=5)	6,54			$\frac{0,23 \pm 0,02(256,3)}{0,12-0,57}$	0,003
Трутовик настоящий или губчатый (n=5)	2,90			$\frac{0,59 \pm 0,03(207,3)}{0,26-1,08}$	0,007

Примечание. В числителе – $\bar{x} \pm m \bar{x}$ (Cv,%), в знаменателе – min-max.

Грибы–трутовики являются паразитами, и их химический состав зависит от химического состава организма-хозяина, питание и метаболизм трутовых грибов тесно связаны со свойствами субстрата – стволов, пней, корней, в древесине которых развивается мицелий [2]. Оба изученных гриба являются активными деструкторами живого органического вещества на начальных стадиях разложения. Плодовые тела этих грибов накапливают ТМ на протяжении всей жизни – от 1-3 месяцев до 15-20 лет [2].

По содержанию хрома в плодовых телах изученные грибы образуют следующие убывающие ряды, мг/кг: сыроежка белая, темнеющая (10,13) > сыроежка темно-красная (8,99) > шампиньон луговой (7,40) > ложная лисичка (6,14) > масленик настоящий (5,94) > сыроежка лиловая (4,48) > мухомор серый (4,34) > сыроежка ломкая (3,25) > валуй (2,74) > груздь (2,29) > трутовик губчатый (0,59) > трутовик серно-желтый (0,23).

Есть мнение, что обменные процессы наиболее интенсивны в шляпках, поэтому и концентрации макро- и микроэлементов там выше, чем в ножках [7]. Однако наши исследования показали, что максимальное накопление хрома происходит в ножках (таблица 1).

Установлено, что разница между концентрациями элементов в шляпках и ножках составляет от 1,4 до 7,1 раза, максимум непропорциональности характерен для валуя.

В зависимости от концентрации хрома по органам исследуемые виды грибов можно ранжировать в следующем убывающем порядке, мг/кг:

1) в шляпках: ложная лисичка (4,31) > сыроежка темно-красная (3,67) > масленик настоящий (3,43) > мухомор серый (3,03) > шампиньон луговой (2,54) > валуй (2,40) > сыроежка белая, темнеющая (1,82) > груздь (1,77) > сыроежка ломкая (1,13) > сыроежка лиловая (0,62);

2) в ножках: сыроежка белая, темнеющая (8,31) > сыроежка темно-красная (5,32) > шампиньон луговой (4,86) > сыроежка лиловая (3,86) > масленик настоящий (2,51) > сыроежка ломкая (2,12) > ложная лисичка (1,83) > мухомор серый (1,31) > груздь (0,52) > валуй (0,34).

Интенсивность поглощения элементов прямо пропорциональна ПБЭ, и различия значений у видов связываются с возрастом тестируемого органа, сорбирующего поллютанты из окружающей среды [2]. Показатель ПБЭ (таблица 1) у изученных видов грибов изменялся от 0,003-0,12, а, следовательно, хром в биологическом круговороте веществ в микоценозе играет незначительную роль.

Известно, что в целом накопление ТМ определяется химической природой самого элемента, биологическими особенностями видов грибов, а также условиями их произрастания, например, содержанием в почве и атмосферном воздухе [7]. Рассчитанные коэффициенты накопления хрома в грибах уменьшаются в следующем порядке: водорастворимая форма (235,5) > обменная форма (84,1) > кислоторастворимая форма (55,7) > валовая форма (0,20), подтверждая, что активное поступление хрома в грибы происходит не из почвы, а из атмосферного воздуха. Выведенные регрессионные уравнения линейной функции также указывают на отсутствие общей корреляционной закономерности между содержанием хрома в грибах и его содержанием в почве (валовым и подвижных форм).

Согласно рядам биологического поглощения элементов, разработанным А.И. Перельманом [5], для 83,3 % изученных грибов хром является элементом слабого накопления и среднего захвата, а для 16,7 % – элементом слабого захвата (КБП = 0,24 при размахе 0,01-0,51).

Список литературы

1. Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР. – Л.: Наука. Ленинград. отделение, 1986. – Вып. 1.

2. Второва В.Н., Солнцева О.Н., Гордиенко П.В. Оценка состояния окружающей среды по содержанию микроэлементов в тестовых видах дубрав Московского мегаполиса // Лесоведение. – 2003. – № 6. – С. 24-32.
3. Глазовский Н.Ф. Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 56-64.
4. Ильин В.Б., Степанова М.Д. ТМ в окружающей среде. – М.: Изд-во. МГУ, 1986. – С. 80-85.
5. Перельман А.И. Геохимия: учеб. для геол. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 528 с.
6. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во Моск. университет, 1975. – 367 с.
7. Цветнова О.Б., Шатрова Н.Е., Щеглов А.И. Накопление радионуклидов и тяжелых металлов грибным комплексом лесных экосистем // Науч. тр. ин-та ядерных исследований. – Киев. – 2001. – № 3 (5). – С.171-176.
8. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Грибы - биоиндикаторы техногенного загрязнения // Природа. – 2002. – № 11. – С. 39-46.
9. Юпина Г.А. Дереворазрушающие грибы основных типов леса Волжско-Камского заповедника // Сб. Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. – Казань. – 2005. – Вып. 6. – С. 128-152.

Рецензенты:

Лихачев Сергей Федорович, доктор биологических наук, профессор, декан факультета экологии Челябинского государственного университета, г. Челябинск, Россия.

Сатаева Алия Рифкатовна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии и защиты окружающей среды Семипалатинского государственного университета имени Шакарима, г. Семей, Казахстан.