

УДК 634.98 : 582.28 : 615.93

РЕЗУЛЬТАТЫ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО СКРИНИНГА И ПЕРСПЕКТИВЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

Д.В. Кириллов¹, И.П. Погорельский²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова
610000 .Киров, ул.Энгельса, 79; e-mail: kirdimka@mail.ru

²Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

Осуществлен токсикологический скрининг грибов из родов *Amanita*, *Coprinus*, *Inocybe* и *Hypholoma*. Исследованы антибактериальные, фитотоксические свойства, токсическое воздействие на млекопитающих экстрактов базидиальных макромицетов. Определены перспективы их использования в пищу и в качестве лекарственных средств.

Ключевые слова: токсикологический скрининг, агарикоидные базидиомицеты, перспективы хозяйственного использования

Toxicological screening of *Amanita*, *Coprinus*, *Inocybe* and *Hypholoma* mushrooms were done. Antibacterial, phytoxic properties and toxicity for mammals of fruitbodies extracts of several species basidiomycetes were investigated. The possibilities of their using for food and in medicine were defined during the investigation.

Key words: toxicological screening, *agaricoid basidiomycetes*, mushroom using possibilities

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на территории Российской Федерации отмечается стабильный рост заинтересованности населения в массовом освоении так называемых "даров леса" – дикорастущих грибов, ягод и растений, пригодных к употреблению в пищу или имеющих иные полезные свойства. По экспертным оценкам, в последние годы объемы заготовок населением съедобных грибов увеличились в 2-5 раз (Егошина, 2005). Расширяется ассортимент заготавливаемых грибов, все чаще используются не только традиционно собираемые и известные всем виды грибов, такие как белый гриб (*Boletus edulis*), подосиновики (*Leccinum testaceoscabrum* и *L. aurantiacum*), лисичка (*Cantarellus cibarius*) или груздь (*Lactarius resimus*), но и малоизвестные, редко употребляемые, условно съедобные или даже несъедобные виды. Интерес к использованию незнакомых видов грибов в значительной степени стимулируется появлением большого количества пособий и справочников по сбору грибов, их использованию в пищу и в качестве лекарственных средств (Додик, 2001; Казмин, 2005; Юдин, 2008). Авторы многих таких трудов не являются специалистами в области микологии и при написании книг чаще всего пользуются малопрверенными, неподтвержденными результатами исследований данными. Поэтому в списках съедобных или лекарственных грибов, опубликованных в таких изданиях, нередко встречаются несъедобные и даже ядовитые виды, использование которых может быть опасно для здоровья человека. Очень часто в изданиях, посвященных дикорастущим грибам, рекомендуются к использованию плодовые тела грибов из родов

Навозник (*Coprinus*), Мухомор (*Amanita*), Волоконница (*Inocybe*) и Гифолома (*Hypholoma*). Так, виды рода *Coprinus* – *C. atramentarius*, *C. comatus*, *C. micaceus* только при особых условиях рассматриваются как пригодные в пищу (съедобны только молодые плодовые тела с белыми и розоватыми пластинками, нельзя сочетать употребление грибов с приемом спиртных напитков). Эти виды грибов могут также использоваться и как лекарственные средства (Денисова, 1998; Jianzhe et al., 1987). Достаточно часто в литературе также встречаются рекомендации по использованию плодовых тел ряда видов рода *Amanita* (обычно это виды *A. muscaria* и *A. citrina*), родов *Inocybe* (*I. lacera*, *I. rimosa*) и *Hypholoma* (*H. fasciculare*, *H. sublateritium*, *H. marginatum*) для лечения некоторых заболеваний человека (Денисова, 1998; Булах, 2001; Филиппова, 2006; Кириллов, 2008).

Согласно материалам научных исследований (Amirati et al., 1986; Мусселиус, Рык, 2002), многие представители перечисленных родов агарикоидных базидиомицетов обладают сильным токсическим действием.

Для оценки возможности использования вышеуказанных видов агарикоидных базидиомицетов в пищу или применения в качестве лекарственных средств был осуществлен комплекс лабораторных исследований по определению их токсичности для биологических объектов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В экспериментальной работе по определению токсичности биологических объектов обязательным является проведение испытаний на фитотоксичность, антибактериальную активность и

токсичность для млекопитающих.

Для анализа были отобраны пробы грибов – представителей семейств Мухоморовые (*Amanitaceae*) – Мухомор красный (*Amanita muscaria* var. *muscaria* (L.) Lam.) и Мухомор лимонно-желтый (*Amanita citrina* (Schaeff.) Pers.), Паутинниковые (*Cortinariaceae*) – Волоконница рваная (*Inocybe lacera* (Fr.) P.Kumm.), Навозниковые (*Coprinaceae*) – Навозник чернильный (*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr.), Навозник лохматый (*Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Gray) и Навозник мерцающий (*Coprinus micaceus* (Bull.) Fr.); Строфариевые (*Strophariaceae*) – Гифолома окаймленная (*Hypholoma marginatum* (Pers.) J. Schröt.). В качестве контроля использовался экстракт средневозрастных плодовых тел белого гриба (*Boletus edulis* var. *edulis* Bull.), который является съедобным видом I категории и не содержит микотоксинов (Санитарные правила..., 1993). У видов рода *Coprinus* в эксперименте исследовались 2 типа плодовых тел: "молодые" – с белыми пластинками и "старые" – зрелые плодовые тела с чернеющими пластинками.

Биотестирование токсичности выбранных видов грибов было проведено на следующих группах живых организмов: бактериях рода *Bacillus*, растениях (пшеница обыкновенная (*Triticum aestivum*), фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*), горчица полевая (*Sinapis arvensis*), гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum*)) и млекопитающих (лабораторных мышах (*Mus musculus domesticus*)).

В работе использовались экстракты перечисленных видов грибов, которые готовились следующим образом: навеску в количестве 1 г порошка размолотых сухих плодовых тел грибов,

заливали 10 мл дистиллированной воды, настаивали в течение 24 часов при комнатной температуре и фильтровали. Полученный экстракт в концентрации 0,1 г/мл использовали для исследования токсических свойств в отношении живых организмов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследование антибактериальных свойств.

Исследование токсического влияния экстракта плодовых тел грибов на микроорганизмы проведено на наиболее чувствительных к микотоксинам штаммах бактерий *Bacillus subtilis* (лабораторный штамм) и *Bacillus cereus* 8035 (штамм из Государственной коллекции микроорганизмов ГИСК им. Л.А. Тарасевича, номер штамма ГКПМ 010014). Штамм *B. cereus* часто используется в фармакологической практике в качестве индикаторного для оценки активности препаратов прополиса.

На поверхность агаровой среды в чашках Петри наносили 2 мл бульонной культуры тест-штаммов *B. subtilis* и *B. cereus*. Сверху на нее укладывали специальные диски из фильтровальной бумаги, смоченные 10-50 мкл экстракта плодовых тел тестируемых грибов, после чего чашки закрывали крышками и инкубировали в термостате при температуре +37 °C в течение 24 часов. Затем визуально оценивали степень развития колоний бактерий под диском и на его периферии, и отмечали наличие факта ингибирования роста колоний.

Результаты проведенных исследований антибактериальной активности экстрактов плодовых тел базидиальных грибов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты изучения антибактериальной активности экстрактов плодовых тел исследованных видов базидиальных грибов

№ п/п	Вид	pH экстракта	Антибактериальная активность в отношении	
			<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus cereus</i>
1	<i>Boletus edulis</i> var. <i>edulis</i> Bull.	4,9	-	-
2	<i>Hypholoma marginatum</i> (Pers.) J. Schröt.	5,6	±, отдельные стерильные участки	-
3	<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P.Kumm.	5,1	слабая, стерильная зона 0,1 мм	слабая, стерильная зона 0,5 мм
4	<i>Coprinus atramentarius</i> (Bull.) Fr.	5,7	средняя, стерильная зона 2,0 мм	средняя, стерильная зона 3,0 мм
5	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray, молодые плодовые тела	6,9	±, отдельные стерильные участки	±, отдельные стерильные участки
6	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray, старые плодовые тела	6,8	±, отдельные стерильные участки	±, отдельные стерильные участки
7	<i>Amanita muscaria</i> var. <i>muscaria</i> (L.) Lam., ножки	5,1	-	-
8	<i>Amanita muscaria</i> var. <i>muscaria</i> (L.) Lam., шляпки	5,4	-	-
9	<i>Coprinus micaceus</i> (Bull.) Fr.	6,3	-	-
10	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	5,7	-	-
	Дистиллированная вода, контроль	6,8	-	-

Примечание: "-" – не активен, "±" – очень слабая антибактериальная активность.

Исследованные виды грибов обладают разной степенью антибактериальной активности. Наиболее токсичным для бактерий видом оказался *C. atramentarius*. В зоне действия диска, смоченного экстрактом плодовых тел данного вида, а также на

расстоянии 2 и 3 мм от диска наблюдалось ингибирование роста культур тест-штаммов *B. subtilis* и *B. cereus* соответственно. Несколько меньший уровень токсичности зафиксирован для плодовых тел *I. lacera*. Вокруг диска, смоченного экстрактом пло-

вых тел данного вида, зона ингибирования роста культур бактерий составила 0,1 и 0,5 мм соответственно для *B. subtilis* и *B. cereus*. Слабую антибактериальную активность показали экстракты *H. marginatum* и *C. comatus*.

Экстракты *A. muscaria*, *A. citrina* и *C. micaceus* не обладают выраженными токсическими свойствами в отношении используемых в экспериментах штаммов бактерий.

Фитотоксичность. Биотестирование фитотоксичности экстрактов исследуемых видов грибов было проведено на основе регистрации нарушения прорастания семян, прикрепления проростков к субстрату и образования корневых волосков. В эксперименте использовали семена яровой пшеницы сорта "Ирень", горчицы скороспелого сорта, гречихи посевной и фасоли обыкновенной, которые замачивали в дистиллированной воде и инкубировали в термостате в течение 3 суток при температуре +27 °С. Полученные из них проростки перекладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу и заливали исследуемыми экстрактами грибов, далее производили инкубацию в термостате. В качестве контрольной пробы часть проростков заливали дистиллированной водой. У полученных в ходе эксперимента проростков измеряли длину, длину корней и оценивали на-

личие корневых волосков и степень прикрепления к субстрату. О закреплении проростков на субстрате судили по их неподвижности при попытке сдвинуть их пинцетом. Результаты эксперимента представлены в таблицах 2 и 3.

По результатам проведенных экспериментов можно заключить, что многие из исследованных видов грибов обладают фитотоксическими свойствами, они ингибируют прорастание семян, сдерживают процесс развитие проростков, образования и развития корней. В частности фитотоксические свойства выявлены у экстрактов *H. marginatum*, *I. lacera*, *C. atramentarius*, *C. comatus* и *A. muscaria*. Наиболее выражены фитотоксические свойства у *H. marginatum*, *C. atramentarius*, *C. comatus* и *A. muscaria*. Экстракты плодовых тел этих видов грибов вызывают 100-процентное нарушение процесса прорастания семян фасоли и в 50-70 % случаев ингибируют процесс прорастания семян пшеницы, горчицы и гречихи (табл. 2, 3; рис. 1). Проростки семян, подвергшихся действию экстрактов плодовых тел перечисленных видов грибов, в эксперименте оказались в 5-7 раз короче, чем проростки в контрольной пробе с дистиллированной водой. Аналогичная ситуация просматривается и с длиной корней проростков.

Таблица 2 – Результаты изучения фитотоксических свойств экстрактов плодовых тел исследованных видов базидиальных грибов на семенах *Triticum aestivum* и *Sinapis arvensis*

№ п/п	Вид	Пшеница (<i>Triticum aestivum</i>)				Горчица (<i>Sinapis arvensis</i>)			
		образование проростков *	длина проростка, мм	длина корней, мм	наличие корневых волосков/прикрепление к субстрату	образование проростков	длина проростка, мм	длина корней, мм	наличие корневых волосков/прикрепление к субстрату
1	<i>Boletus edulis</i> var. <i>edulis</i> Bull.	10:10	8±3	13±3	-/-	10:10	6±1	10±2	-/-
2	<i>Hypholoma marginatum</i> (Pers.) J. Schröt.	1:10	15	12	+/+	2:10	3	6	+/+
3	<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P.Kumm.	4:10	5±0,2	7±1	-/-	4:10	4±0,3	5±0,6	-/-
4	<i>Coprinus atramentarius</i> (Bull.) Fr.	4:10	4±0,2	5±2	-/-	4:10	3±0,2	4±0,3	-/-
5	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray, молодые ПТ	0:10	-	-	-/-	0:10	-	-	-/-
6	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray, старые ПТ	4:10	3±0,2	4±0,5	-/-	4:10	3±0,3	5±0,5	-/-
7	<i>Amanita muscaria</i> var. <i>muscaria</i> (L.) Lam, ножки	4:10	8±1,0	15±3	-/-	3:10	7±0,8	8±1	-/-
8	<i>Amanita muscaria</i> var. <i>muscaria</i> (L.) Lam, шляпки	3:10	5±0,3	14±4	-/-	3:10	4±0,3	6±1	-/-
9	<i>Coprinus micaceus</i> (Bull.) Fr.	10:10	4±0,3	5±1	-/-	9:10	4±0,5	5±0,6	-/-
10	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	8:10	4±0,2	5±2	-/-	7:10	3±0,2	4±0,5	-/-
	Дистиллированная вода, контроль	10:10	28±2	29±4	+/+	10:10	24±3	26±4	+/+

Примечание: ПТ – плодовые тела; * подсчитывали число проростков из числа семян в опыте; - наличие признака, + отсутствие признака.

Таблица 3 – Результаты изучения фитотоксических свойств экстрактов плодовых тел исследованных видов базидиальных грибов на семенах *Fagopyrum esculentum* и *Phaseolus vulgaris*

№ п/п	Вид	Гречиха (<i>Fagopyrum esculentum</i>)				Фасоль (<i>Phaseolus vulgaris</i>)			
		образова- ние проростков	длина проростка, мм	длина корней, мм	наличие корневых волосков/ прикрепле- ние к субстрату	образова- ние проростков	длина проростка, мм	длина корней, мм	наличие корневых волосков/ прикрепле- ние к субстрату
1	<i>Boletus edulis</i> var. <i>edulis</i> Bull.	10:10	7±1	8±2,5	-/-	10:10	-	15±2	
2	<i>Hypholoma marginatum</i> (Pers.) J. Schröt.	2:10	3,0-5,1	4,2-6,5	+/+	2:10	-	31±3	
3	<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P.Kumm.	5:10	6±1,5	7±2	-/-	4:10	-	9±1,5	
4	<i>Coprinus atramentarius</i> (Bull.) Fr.	4:10	4±0,5	5±1	-/-	4:10	-	-	
5	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray, молодые ПТ	0:10	-	-	-/-	0:10	-	-	корневы е
6	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray, старые ПТ	5:10	4±0,5	6±2	-/-	4:10	-	8±2	волоски не
7	<i>Amanita muscaria</i> var. <i>muscaria</i> (L.) Lam, ножки	4:10	7±1	8±2	-/-	3:10	-	-	просмат риваютс я
8	<i>Amanita muscaria</i> var. <i>muscaria</i> (L.) Lam, шляпки	4:10	5±0,5	6±1	-/-	3:10	-	6±0,2	
9	<i>Coprinus micaceus</i> (Bull.) Fr.	10:10	6±1,5	7±2	-/-	9:10	-	4±0,5	
10	<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	7:10	5±1	6±2	-/-	7:10	-	9±1	
	Дистиллированная вода, контроль	10:10	26±4	28±3	+/+	10:10	8±2	49±4	

Примечание: ПТ – плодовые тела; * подсчитывали число проростков из числа семян в опыте; - наличие признака, + отсутствие признака.

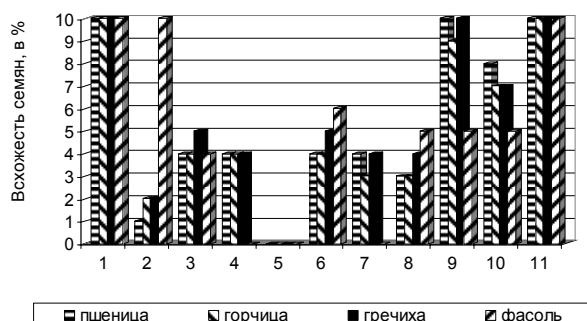


Рисунок 1 - Влияние экстрактов плодовых тел исследованных видов базидиальных грибов на всхожесть (%) семян растений (1 - *Boletus edulis*, 2 - *Hypholoma marginatum*, 3 - *Inocybe lacera*, 4 - *Coprinus atramentarius*, 5 - *Coprinus comatus*, мол.ПТ, 6 - *Coprinus comatus*, стар.ПТ, 7 - *Amanita muscaria*, ножки, 8 - *Amanita muscaria*, шляпки, 9 - *Coprinus micaceus*, 10 - *Amanita citrina*, 11 - Дистиллированная вода)

Исследование токсичности экстрактов плодовых тел базидиальных грибов для млекопитающих. Эксперимент проводился на белых беспородных лабораторных мышах (*Mus musculus domesticus*), по 8 особей на каждую пробу экстракта грибов, которым ежедневно перорально вводили экстракты исследуемых грибов в объеме 0,1 мл на прием. Результаты эксперимента показали, что явлений острой токсичности у мышей при перораль-

ном введении экстрактов *H. marginatum*, *I. lacera*, *C. atramentarius*, *A. muscaria*, *C. micaceus* и *A. citrina* не отмечено. Все мыши остались живыми и сохраняли активность в течение всего периода эксперимента.

Наиболее токсичным оказался экстракт *C. comatus*, который вызвал летальный исход у двух особей на 5-е и 6-е сутки после начала эксперимента. Причиной смерти мышей явились выраженные гемомикроциркуляторные расстройства в легких, печени и почках. При вскрытии у погибших особей были выявлены следующие поражения внутренних органов: в легких были отмечены очаги кровоизлияния, потеря воздушности, легкие были тусклые и дряблые; печень была заметно увеличена, темно-коричневого цвета, дряблая, тусклая на разрезе; почки были несколько увеличены в размерах, набухшие, дряблые, темно-вишневого цвета; селезенка увеличена, дряблая, капсула морщинистая, темно-вишневого цвета.

ВЫВОДЫ

Результаты токсикологического скрининга отобранных видов агарикоидных базидиомицетов показали следующее. Плодовые тела исследованных видов грибов из рода *Coprinus* отличаются наиболее высоким уровнем токсичности для живых организмов, что делает невозможным их использование в пищу. Высокая антибактериальная активность некоторых изученных видов грибов (*Hypholoma*

marginatum, *Inocybe rimosa*, *Coprinus atramentarius*, *C. comatus*) показывает перспективность их использования в качестве антисептиков или антибиотиков. Все исследованные виды рода *Amanita* не токсичны для бактерий. Экстракт *Amanita muscaria* отличается сильными фитотоксическими свойствами. Отсутствие явлений острой токсичности для млекопитающих позволяет допустить использование представителей рода *Amanita* в качестве лекарственных средств в гомеопатических дозах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Булах, Е.М. Грибы – источник жизненной силы / Е.М. Булах. – Владивосток: Русский Остров, 2001. – 64 с.
- Денисова, Н.П. Лечебные свойства грибов. Этномикологический очерк / Н.П. Денисова. – СПб: Изд.СПбГМУ, 1998. – 59 с.
- Додик, С.Д. Грибы российских лесов / С.Д. Додик. – М.: ООО "Издательство АСТ", 2001. – 320 с.
- Егошина, Т.Л. Недревесные растительные ресурсы России / Т.Л. Егошина. – М., 2005. – 80 с.
- Казьмин, В.Д. Лечение мухоморами и другими ядовитыми и несъедобными грибами / В.Д. Казьмин. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 96 с.
- Мусселиус, С.Г. Отравления грибами / С.Г. Мусселиус, А.А. Рык. – М., 2002. – 324 с.
- СП 2.3.4.009-93. Санитарные правила по заготовке, переработке и продаже грибов: утв. Пост. Госкомсанэпиднадзора РФ от 2.08.93. – М., 1993. – 50 с.
- Филиппова, И.А. Популярная фунготерапия: лечение лекарственными грибами / И.А. Филиппова. – СПб.: "Издательство "Диля", 2006. – 128 с.
- Юдин, А.В. Большой определитель грибов / А.В. Юдин. – М.: АСТ: Астрель, 2008. – 254 с.
- Amirati, J.F. Champignons véneux et nocifs du Canada / J.F. Amirati, J.A. Traquair, P.A. Horgen. Éd.M.Broquet. – Agricult. Canada. – 1986. – 394 pp.
- Jianzhe, Y. Icons of medicinal fungi from China / Y. Jianzhe, M. Xiaolan, M. Qiming, Z. Yichen, W. Huaan. – Beijing: Science Press. – 1987. – 576 pp.
- Kirillov, D.V. The use of mushrooms in folk medicine of taiga zone of Russia / D.V. Kirillov // The 12-th International Congress Phytopharm 2008. Abstracts book. – St Petersburg. – 2008. – P.56.

Поступила в редакцию 10 февраля 2009 г.
Принята к печати 13 марта 2009 г.