

Ховпачев А.А.¹, Калинина Л.Б.², Большаков С.Ю.², Волобуев С.В.², Иванов И.М.³, Юдин М.А.³,
Башарин В.А.¹, Чепур С.В.³

Распространение аманитинсодержащих макромицетов на территории России

¹ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

²ФГБУН «Ботанический институт имени В.Л. Комарова Российской академии наук», 197376, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

³ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, 195043, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Введение. Токсическое действие аманитинсодержащих макромицетов, или фаллоидиновый синдром, сопровождается невысокой выживаемостью пациентов и остаётся одной из ведущих причин urgentной трансплантации печени. Вследствие этого проблемы биоразнообразия и распространения грибов, которые приводят к данному состоянию, очень актуальны.

Материал и методы. Исследование выполнено в два этапа. На первом этапе составлен предварительный список аманитинсодержащих макромицетов посредством системного поиска в базе данных PubMed. На втором этапе проанализированы наличие и встречаемость аманитинсодержащих таксонов на территории России.

Результаты. На основании обобщения литературных источников и данных лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН составлены картосхемы административно-территориальной встречаемости в России 21 вида аманитинсодержащих макромицетов: 5 мухоморов, 1 галерины и 15 леπιот. Рассмотрены видовые концепции некоторых ядовитых таксонов, их ключевые дифференцирующие признаки. Освещены дискуссионные представления о токсичности 2 видов рода Коноцибе.

Ограничения исследования: исследование учитывает только видовую встречаемость ядовитых грибов на различных территориях России, не рассматривая плотность и частоту их произрастания, что может затруднять оценку связи представленных данных и вероятность отравления рассматриваемыми видами в отдельных административных единицах.

Заключение. В результате проведённого исследования были выявлены границы распространения ядовитых мухоморов и галерины, а также территории с наибольшим зарегистрированным видовым разнообразием леπιот: Московская область и Приморский край.

Ключевые слова: аманитин; отравления грибами; распространение грибов; мухомор; галерина; леπιота; коноцибе

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Ховпачев А.А., Калинина Л.Б., Большаков С.Ю., Волобуев С.В., Иванов И.М., Юдин М.А., Башарин В.А., Чепур С.В. Распространение аманитинсодержащих макромицетов на территории России. *Токсикологический вестник*. 2022; 30(2): 85-93. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2022-30-2-85-93>

Для корреспонденции: Ховпачев Алексей Андреевич, адъюнкт кафедры военной токсикологии и медицинской защиты, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 194044, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. E-mail: vtmz@vmeda.org

Участие авторов: Ховпачев А.А. – концепция и дизайн исследования, написание текста; Калинина Л.Б. – составление базы данных по распространению макромицетов на территории России, концепция и дизайн исследования, написание текста; Большаков С.Ю. – составление базы данных по распространению макромицетов на территории России; Волобуев С.В. – составление базы данных по распространению макромицетов на территории России, редактирование; Иванов И.М. – иллюстрации; Юдин М.А., Башарин В.А., Чепур С.В. – редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: Работа выполнена в рамках государственного задания БИН РАН, тема № АААА-А19-119020890079-6 «Биоразнообразие, экология и структурно-функциональные особенности грибов и грибообразных протистов».

Поступила в редакцию: 27.06.2021 / Принята в печать: 21.03.2022 / Опубликовано: 30.04.2022

Khovpachev A.A.¹, Kalinina L.B.², Bolshakov S.Yu.², Volobuev S.V.², Ivanov I.M.³, Yudin M.A.³, Basharin V.A.¹,
Chepur S.V.³

Distribution of amanitine-containing macromycetes in the territory of Russia

¹Kirov's Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation;

²Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russian Federation;

³State Scientific-research Test Institute of the Military Medicine, Saint-Petersburg, Russian Federation

Introduction. The toxic effect of amanitin-containing macromycetes, or phalloidin syndrome, is accompanied by low patient survival and it remains as one of the leading causes of urgent liver transplantation. As a result, the problems of biodiversity and the distribution of amanitin-containing fungi leading to this condition appear in a relevant light for toxicology.

Materials and methods. The study was carried out in two stages. At the first stage, a preliminary list of amanitin-containing macromycetes was compiled by means of a system search in the PubMed database. At the second stage of the study, the presence and occurrence of amanitin-containing taxa in Russia were analyzed.

Results. Based on the literature sources and data of the Laboratory of Geography and Systematics of Fungi of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, maps of the administrative-territorial occurrences in Russia of twenty-one species of amanitin-containing macromycetes were compiled: five of *Amanita*, one of *Galerina* and fifteen of *Lepiota*. The species concepts of some poisonous taxa and their key identification features were reviewed. The debatable ideas about the toxicity of two *Conocybe* species are highlighted.

Limitations. The study takes into account only the specific occurrence of poisonous fungi in various territories of Russia, without considering the density and frequency of their growth, which may make it difficult to assess the relationship between the data presented and the likelihood of poisoning by the species in question in individual administrative units.

Conclusion. As a result of the study, the boundaries of the distribution of poisonous fly agaric and *Galerina* species were identified, as well as the territories with the highest registered diversity of *Lepiota*: the Moscow Region and the Primorsky Territory.

Keywords: amanitin; mushroom poisoning; fly agaric; galerinas; lepiotas; conocybes

Compliance with ethical standards. This study does not require the conclusion of a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Khovpachev A.A., Kalinina L.B., Bolshakov S.Yu., Volobuev S.V., Ivanov I.M., Yudin M.A., Basharin V.A., Chepur S.V. Distribution of amanitine-containing macromycetes in the territory of Russia. *Toksikologicheskii vestnik (Toxicological Review)*. 2022; 30(2): 85-93. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2022-30-2-85-93> (In Russian)

For correspondence: Alexey A. Khovpachev, Adjunct at the Department of Military Toxicology and Medical Protection of the Kirov's Military Medical Academy, 194044, St. Petersburg, Russian Federation. E-mail: vtmz@vmeda.org

Information about the authors:

Kalinina L.B., <https://orcid.org/0000-0002-7809-8891>

Bolshakov S.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-6208-7792>

Volobuev S.V., <https://orcid.org/0000-0003-1217-5548>

Ivanov I.M., <https://orcid.org/0000-0002-4942-1987>

Chepur S.V., <https://orcid.org/0000-0002-5324-512X>

Author contribution: Khovpachev A.A. – the concept and design of the study, writing the text; Kalinina L.B. – compiling a database on the distribution of fungi in Russia, the concept and design of the study, writing the text; Bolshakov S.Yu. – compiling a database on the distribution of fungi in the territory of Russia; Volobuev S.V. – compiling a database on the distribution of fungi in Russia, editing; Ivanov I.M. – illustrations; Yudin M.A., Basharin V.A., Chepur S.V. – editing. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The research was carried out within the state task of the Komarov's Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, project No. AAAA-A19-119020890079-6 «Biodiversity, ecology and structural and functional features of fungi and fungi-like protists».

Received: June 27, 2021 / Accepted: March 21, 2022 / Published: April 30, 2022

Введение

Диагностика и лечение интоксикаций высшими грибами (макромицетами) остаётся сложной проблемой в токсикологии и входит в раздел международной программы ВОЗ «Химическая безопасность» [1]. Из числа состояний, сопряжённых с токсическим действием макромицетов (мицетизмы, шифр МКБ 10: T62.0), до 90% регистрируемых летальных случаев приходится на фаллоидиновый синдром. Последний в зарубежной литературе обозначают как первичный гепатотоксический синдром – 1А по классификации мицетизмов Spoerke, Rumack (1994), либо как циклопептидный [2].

Патогенетическая подоплёка фаллоидинового синдрома заключена в остром повреждении печени вследствие токсического действия аманитотоксинов [3]. Так, пероральное поступление α -аманитина в дозе 0,1 мг/кг способно вызывать у человека фульминантную гепатаргию. Уровень смертности при данном состоянии в условиях крупных токсикологических стационаров колеблется от 8,3 до 30%. При этом решающее значение в лечении придают urgentной трансплантации печени, потребность в которой при тяжёлой и среднетяжёлой степени интоксикации варьирует от 60 до 94% [4–6].

В настоящее время общепризнано, что токсикологическое значение аманитинсодержащих макромицетов определено рядом факторов. Внешнее подобие с традиционно потребляемыми съедобными грибами, разнообразие и распространение токсичных видов представляют существенную угрозу, определяющую частоту данных интоксикаций [1]. Однако, несмотря на значимость для токсикологии, проблема их биогеографии в отечественной медицинской литературе практически не обсуждается и сведена к бескритичному перечислению видов. В медицинских изданиях информация об ареалах аманитинсодержащих грибов отсутствует, а в специальной микологической литературе носит преимущественно разрозненный характер. Учитывая изложенное, *цель настоящего исследования* заключалась в рассмотрении видового состава и оценке встречаемости аманитинсодержащих макромицетов на территории России.

Материал и методы

Исследование выполнено в два этапа. На первом этапе был составлен предварительный список аманитинсодержащих макромицетов посредством системного поиска в базах данных PubMed [7] по ключевым словам: *amanitin*, *analytic*, *HPLC*,

mushroom, *fungi*, а также при их сочетании с названиями конкретных видов, предположительно содержащих токсины. В качестве достоверных источников информации принимали представленные в рецензируемых изданиях описания интоксикаций и результаты химико-токсикологического анализа плодовых тел. Не рассматривали исследования, где видовая принадлежность ядовитых макромицетов не была подтверждена с использованием микологических методов. Было проанализировано более 150 источников литературы.

На втором этапе исследования были проанализированы наличие и встречаемость аманитинсодержащих таксонов на территории России. Поиск осуществляли в локальной информационной системе лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН). Исходным материалом при составлении базы данных сотрудниками БИН РАН послужили точки сбора образцов плодовых тел макромицетов, депонированные в более чем 16 микологических гербариях страны, а также рецензируемые издания по инвентаризации микобиоты в отдельных регионах. Картограммы распространения ядовитых макромицетов составляли в среде QGIS Desktop по административно-территориальному принципу.

Актуальные названия видов макромицетов унифицированы и приведены в соответствии с электронной базой данных Index Fungorum [8] по следующей схеме: русское название имени рода и видового эпитета (*принимаемое научное название на латинском языке*, = *гомотипный* (по правилам номенклатуры), либо = *гетеротипный* (по таксономическому мнению) синонимы) [9]. Русские названия видов приведены в соответствии с латинско-русским биологическим словарём, либо с наименованием, принятым в отечественной микологической литературе. После первого упоминания наименования таксонов представлены в сокращённом виде.

Результаты и обсуждение

В методических изданиях и клинических рекомендациях для врачей в качестве причин фаллоидинового синдрома приводят от 9 до 15 видов произрастающих на территории России макромицетов, которые распределены между 3 родами: Мухомор (*Amanita* Pers.) – 3 вида, Галерина (*Galerina* Earle) – до 5 видов, Лепиота (*Lepiota* (Pers.) Gray) – 5 видов [1, 5, 10]. В Национальном руководстве по медицинской токсикологии

в качестве возможной причины данного состояния также рассматривают 2 вида рода Коноцибе (*Conocybe* Fayod) [6].

Токсин-продуцирующие Мухоморы (*Amanita*) ограничены секцией *Phalloideae*, насчитывающей около 60 видов. Несмотря на то, что все их плодовые тела (базидиомы) относят к смертельно ядовитым, наличие аманитотоксинов среди них было выявлено лишь у 14 видов. В России, помимо общеизвестной бледной поганки, или М. зелёного (*Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link), распространены М. весенний, или белый (*A. verna* Bull. ex Lam. (= *A. phalloides* var. *verna* (Bull. ex Lam.) Lanzii)) и М. вонючий, или белая поганка (*A. virosa* Bertill.). Вместе с тем ареал восточноазиатского М. светло-желтоватого (*A. subjunquillea* S. Imai) захватывает наши южные дальневосточные регионы. Вид *A. subjunquillea* тесно связан генетически и сходен по морфологическим признакам видовой идентификации с *A. phalloides*. Однако, в отличие от белой формы М. зелёного, полностью белая форма М. светло-желтоватого (*A. subjunquillea* var. *alba* Zhu L. Yang) в России не выявлена и известна только на территориях юго-западного Китая, Японии и Северной Индии. Также в Приморском крае известна единичная находка М. бледно-розового (*A. pallidorozea* P. Zhang et Zhu L. Yang) [11]. Административно-территориальные охваты ареалов аманитинсодержащих мухоморов представлены на картах 1.1–1.5 (рис. 1).

Из всех перечисленных видов наиболее острые дискуссии с таксономической точки зрения разворачиваются вокруг видовой концепции М. весеннего (*A. verna*) [12]. Вероятно, по этой причине описание базидиом и особенностей микроскопического строения *A. verna* не нашли своего отражения в последнем переиздании определителя грибов Funga Nordica [13].

Поскольку в настоящее время все же отсутствуют убедительные молекулярно-генетические данные, позволяющие обосновать пересмотр концепции вида М. весеннего, представление о нём как о виде сохранено и выглядит следующим образом. Это полностью белый мухомор секции *Phalloideae* с ограниченным умеренной зоной ареалом, так называемый “южный вид”, и плодоносящий весной. М. вонючий, также с полностью белыми базидиомами, отличается от М. весеннего неправильной формой шляпки и ножкой с хлопьевидным налётом. В ходе микроскопии М. весеннего обнаруживают скорее эллипсоидные, а не шаровидные споры. Соотношение средних величин длины к ширине спор (Q_m), рассчитанное на основании измерения не менее 30 спор, представляет один из главных разграничительных признаков, позволяющих

отличить М. весенний ($Q_m = 1,25–1,49$) от М. вонючего ($Q_m = 1,01–1,11$) и белой формы М. зелёного (*A. phalloides* var. *alba*) ($Q_m = 1,18–1,32$) [13].

Встречаются разночтения, касающиеся диагностического значения макрхимического тестирования М. весеннего со щелочами. В настоящее время полагают, что приобретение ярко-желтой окраски в результате нанесения насыщенных щелочных растворов характерно только для обманчивой формы последнего (*A. verna* var. *decipiens*). В то же время отсутствие положительной реакции не может отрицать того факта, что плодовое тело с габитусом поганки не относится к М. весеннему.

Как и у мухоморов, способность к биосинтезу токсинов не универсальна у Галерин (*Galerina*) в целом, будучи ограниченной подродом *Naucoriopsis*. В России токсикологическое значение отводят Галерине окаймлённой, или отороченной (*Galerina marginata* (Batsch) Kühner). Содержание суммы аманитотоксинов в её плодовых телах варьирует от 0,7 до 2,1 мг/г от сухой массы. С 2001 г. по результатам филогенетического анализа *G. marginata* включает в себя ещё четыре ранее обособленных вида: Г. осеннюю (*G. autumnalis* (Peck) A.H. Sm. et Singer), Г. орегонскую (*G. oregonensis* A.H. Sm.), Г. одноцветную (*G. unicolor* (Vahl) Singer) и Г. ядовитую (*G. venenata* A.H. Sm.) [14]. Таким образом, Г. окаймленную рассматривают как видовой комплекс, встречаемость которого в пределах различных административных единиц представлена на карте 1.6 (см. рис. 1). При этом из числа включаемых в настоящее время в его понимание видов, ранее на территории РФ встречали только базидиомы *G. marginata*, *G. autumnalis* и *G. unicolor*.

Наиболее важной чертой Галерин подрода *Naucoriopsis* считают головчатые хейлоцистиды и бородавчатые споры – признаки, определяемые посредством световой микроскопии спороносящего слоя пластинок (гимения). Видовой комплекс Г. окаймленной характеризуется широкой экологической амплитудой, а макро- и микроскопические признаки базидиом весьма изменчивы (рис. 2). Их можно было бы отнести к разным морфовадам, если бы не существовало промежуточных форм [15]. Из представителей подрода *Naucoriopsis* в нашей стране также встречаются базидиомы Г. Яапа (*G. jaapii* A.H. Sm. et Singer) и Г. ложномиценовидной (*G. pseudomycenopsis* Pilát). Однако сведения об их токсичности отсутствуют.

Из около 400 известных Лепиот, или Чешуйниц (*Lepiota*) [16], аманитотоксины идентифицированы в базидиомах 24 видов [17–19].

1.1. *Amanita phalloides*

Адыгея; Алтайский кр.; Амурская обл.; Астраханская обл.; Белгородская обл.; Брянская обл.; Воронежская обл.; Еврейская АО; Кабардино-Балкарская респ.; Калининградская обл.; Калужская обл.; Карачаево-Черкесская респ.; Краснодарский кр.; Красноярский кр. (юг); Крым; Курганская обл.; Курская обл.; Ленинградская обл.; Липецкая обл.; Мордовия (респ.); Московская обл.; Новосибирская обл.; Оренбургская обл.; Орловская обл.; Пензенская обл.; Пермский кр.; Приморский кр.; Псковская обл.; Ростовская обл.; Рязанская обл.; Самарская обл.; Свердловская обл.; Северная Осетия (респ.); Татарстан (респ.); Тульская обл.; Удмуртия (респ.); Ульяновская обл.; Хабаровский кр.; Хакасия (респ.); Челябинская обл.; Чеченская респ.; Ярославская обл.

1.2. *Amanita virosa*

Белгородская обл.; Брянская обл.; Вологодская обл.; Кабардино-Балкарская респ.; Калининградская обл.; Карелия (респ.); Кировская обл.; Крым; Курская обл.; Ленинградская обл.; Липецкая обл.; Московская обл.; Новгородская обл.; Оренбургская обл.; Орловская обл.; Пермский кр.; Приморский кр.; Псковская обл.; респ. Алтай; Мордовия (респ.); Тверская обл.; Томская обл.; Удмуртия (респ.); Хабаровский кр.; Ярославская обл.

1.3. *Amanita verna*

Адыгея; Астраханская обл.; Белгородская обл.; Дагестан (респ.); Ингушетия (респ.); Иркутская обл.; Кабардино-Балкарская респ.; Калининградская обл.; Карачаево-Черкесская респ.; Краснодарский кр.; Красноярский кр. (юг); Крым; Ленинградская обл.; Пензенская обл.; Приморский кр.; Саратовская обл.; Северная Осетия (респ.); Ставропольский кр.; Татарстан (респ.); Хабаровский кр.; Чеченская респ.

1.4. *Amanita pallidorosea*

Приморский кр.

1.5. *Amanita subjunquillea*

Амурская обл.; Приморский кр.

1.6. *Galerina marginata*

Адыгея; Алтай (респ.); Алтайский кр.; Амурская обл.; Астраханская обл.; Бурятия (респ.); Волгоградская обл.; Вологодская обл.; Воронежская обл.; Еврейская АО; Иркутская обл.; Калининградская обл.; Карачаево-Черкесская респ.; Карелия (респ.); Кировская обл.; Коми (респ.); Краснодарский кр.; Красноярский кр.; Крым; Ленинградская обл.; Липецкая обл.; Магаданская обл.; Мордовия (респ.); Московская обл.; Новгородская обл.; Новосибирская обл.; Оренбургская обл.; Пензенская обл.; Пермский кр.; Приморский кр.; Псковская обл.; Рязанская обл.; Самарская обл.; Саратовская обл.; Свердловская обл.; Татарстан (респ.); Тверская обл.; Томская обл.; Тульская обл.; Удмуртия (респ.); Ульяновская обл.; Хабаровский кр.; Хакасия (респ.); Ханты-Мансийский АО; Чукотский АО; Ямало-Ненецкий АО; Ярославская обл.

Рис. 1. Административно-территориальная встречаемость аманитинсодержащих мухоморов и галерины в России.

Fig. 1. Administrative-territorial occurrence of amanitin-containing fly agaric and galerina in Russia.

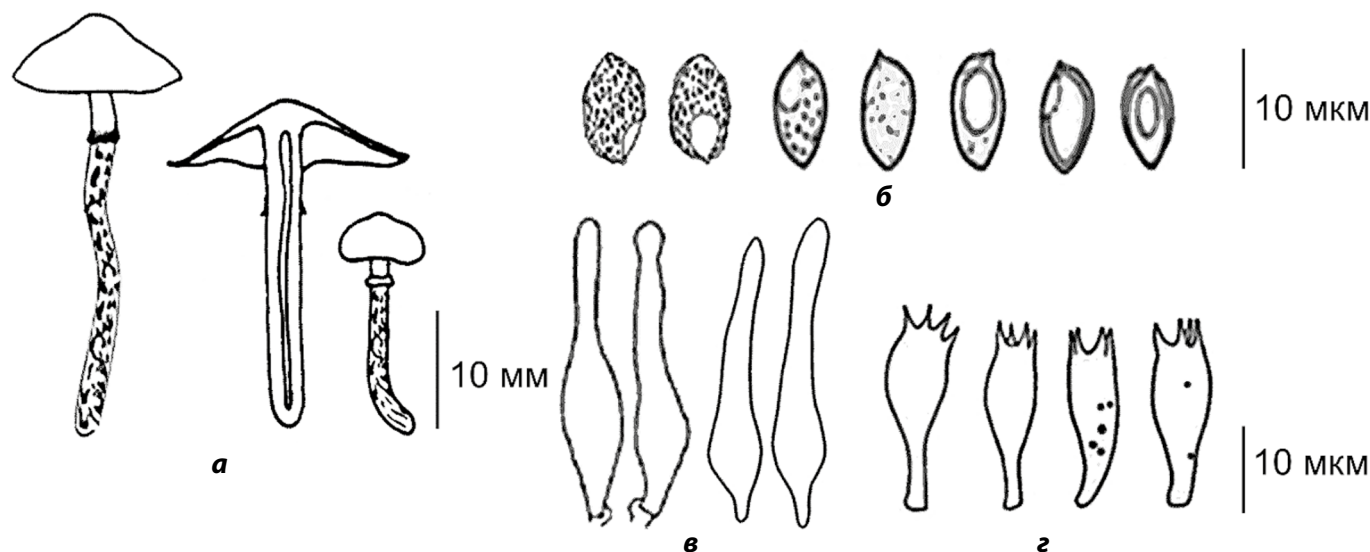


Рис. 2. Схематичное изображение внешнего вида плодовых тел (а) и микроскопических структур гимения: споры (б), хейлоцистиды (в) и базидии (г) *G. окаймленной* (*G. marginata*). Масштаб сохранён. [Адапт. по: 16].

Fig. 2. Schematic representation of the appearance of the fruiting bodies (a) and microscopic structures of the hymenium: spores (b), cheilocystidia (v) and basidia (z) of *G. marginata*. Scale saved. [Adapt. to: 16].

В медицинской литературе к числу произрастающих в нашей стране леπιот традиционно относят всего 5 из них: Леπιоту коричнево-красную (*Lepiota brunneoincarnata* Chodat et C. Martín), Л. каштановую (*L. castanea* Qu l.), Л. ядовитую (*L. helveola* Bres.), Л. лиловую (*L. lilacea* Bres.), Л. розоватую (*L. subincarnata* J.E. Lange; = *L. subincarnata* var. *josserandii* (Bon et Boiffard) Gminder; = *L. josserandii* Bon et Boiffard) [1, 6]. Среди них в России зарегистрированы интоксикации только плодовыми телами Л. розоватой (рис. 3) [4]. Базидиомы последней содер-

жат от 1,5 до 4,5 мг/г аманитотоксинов на сухую массу и некоторыми авторами считаются самыми ядовитыми как среди леπιот, так и среди всех аманитинпозитивных видов [17].

На практике, даже в рамках специальных исследований, отмечают значительную сложность определения видовой принадлежности леπιот. Вследствие этого при идентификации данных видов важно применять молекулярно-генетические исследования. Благодаря последнему, классификация леπιот претерпела за последнее десятилетие некоторые изменения. Так, с 2010 г.

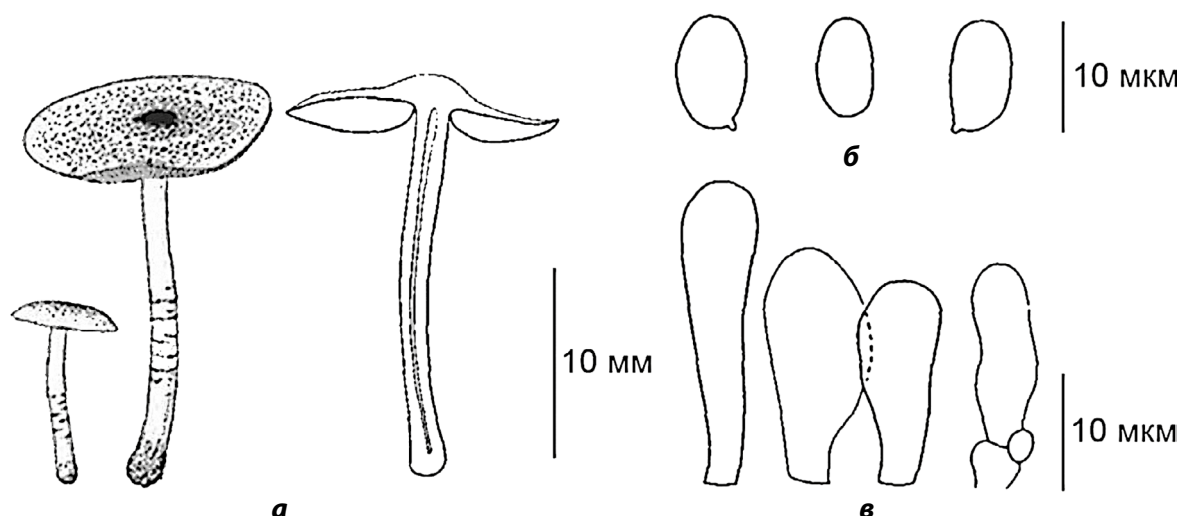


Рис. 3. Схематичное изображение плодовых тел (а) и элементов гимения: спор (б) и хейлоцистид (в) Л. розоватой (*L. subincarnata*). Масштаб сохранён. [Адапт. по: 16].

Fig. 3. Schematic representation of the fruiting bodies (a) and hymenium elements: spores (b) and cheilocystidia (v) *L. subincarnata*. Scale saved. [Adapt. to: 16].

к *L. subincarnata* также причисляют ранее самостоятельные виды Л. Джоссеранда (*L. josserandii*) и Л. ядовитоподобную (*L. helveoloides* Bon ex Bon et Andary). Последнюю сейчас называют ядовитоподобной формой Л. розовой (*L. subincarnata* f. *helveoloides* (Bon ex Bon et Andary) Poumarat). В настоящее время полагают, что Л. Кюнера (*L. kuehneri* Huijsman ex Noga) следует считать сомнительным видом. Возможно, он идентичен базидиомам Л. лепида (*L. lepida* Guinb. et M. Bodin) [15]. Лепиота ядовитая (*L. helveola* Bres.) является самостоятельным таксоном, но вследствие различных интерпретаций разными авторами под этим названием могут оказаться сразу несколько различных видов лепиот (в том числе Л. коричнево-красная (*L. brunneoincarnata*) и Л. розоватая (*L. subincarnata*) [16]. Тем не менее, эти виды рассматривают в настоящее время как самостоятельные.

Исходя из списка всех аманитинсодержащих лепиот, после исключения традиционно освещаемых отечественными авторами таксонов, было выявлено, что на территории нашей страны встречаются еще 10 видов. Так, в России произрастают: Л. Будье (*L. boudieri* Bres., = *L. fulvella* Rea), Л. серо-зеленоватая (*L. griseovirens* Maire), Л. щитковидная (*L. clypeolarioides* Rea), Л. Кюнера (*L. kuehneri*); Л. кошачья (*L. felina* (Pers.) P. Karst.), Л. охристо-жёлтая или охристо-буро-жёлтая (*L. ochraceofulva* P.D. Orton), Л. псевдолиловатая (*L. pseudolilacea* Huijsman; = *L. pseudohelveola* Kühner), Л. жёлтопластинковая (*L. xanthophylla* P.D. Orton), а также дальневосточные виды: Л. Ланге (*L. langei* Locq., в настоящее время относимая к виду *Cystolepiota hetieri* (Boud.) Singer), Л. лимоннопластинковая (*L. citrophylla* (Berk. et Broome) Sacc.). Следует отметить, что единичные находки базидиом последнего вида в европейской части страны были сделаны в Ботаническом саду г. Санкт-Петербурга, и, по всей видимости, они завозные [20].

Степень достоверности ядовитых свойств перечисленных видов неравнозначна, поскольку не для всех из них наличие аманитотоксинов было показано посредством количественных аналитических методов, в частности высокоэффективной жидкостной хроматографией с масс-селективным детектированием (ВЭЖХ-МС). Так, к ядовитым, только на основании тонкослойной хроматографии и теста Виланда-Мейкснера, относят *L. clypeolarioides*, *L. felina*, *L. griseovirens* [18].

Интерес вызывают виды, широко встречаемые на территории страны, но представления об ядовитых свойствах которых носит резко противоречивый характер. Наиболее противоречивые данные характеризуют токсичность базидиом Л. щитковидной, или шерстистообутой (*L. clypeolaria* (Bull.) P. Kumm). С данным видом ассоциировано только 2 случая фаллоидинового синдрома в США, представленные в клиническом обзоре [21].

Опираясь на работу Понда с соавт. [21], Л. щитковидную причисляют к аманитинсодержащим видам как в зарубежных [17], так и в отечественных [4, 10] источниках. Тем не менее, в исследовании Сгамбеллури с соавт. [17] аманитотоксины среди итальянских популяций Л. щитковидной не были выявлены методом ВЭЖХ-МС. Помимо этого в работе показано отсутствие токсинов в плодовых телах Л. гребенчатой (*L. cristata* (Bolton) P. Kumm.), Л. шиповатой, ныне рассматриваемой как Эхинодерма шиповатая (*Echinoderma echinaceum* (J.E. Lange) Bon; = *L. echinacea* J.E. Lange)) и Л. вздутоспоровой (*L. magnispora* Murrill; = *L. ventriosospora* D.A. Reid), которые также иногда причисляют к содержащим аманитин. Следует отметить, что все эти виды широко распространены на территории России, однако информация о токсинном составе отечественных популяций отсутствует. Вместе с тем ряд зарубежных микологов и токсикологов, занимающихся проблемой ядовитых макромицетов, солидарны во мнении, что все перечисленные виды, несомненно, нужно считать несъедобными, но не ядовитыми, поскольку они не продуцируют аманитотоксины [22].

Принимая вышесказанное во внимание, мы не наносили их распространение на картограмму (рис. 4).

Род Коноцибе (*Conocybe*) – крупный таксон семейства Больбитиевые (*Bolbitiaceae*). Популярно представление, что данный род включает 2 аманитинсодержащих вида: К. нитевидную (*Conocybe filaris* (Fr.) Kühner; = *Pholiotina filaris* (Fr.) Singer) и К. молочную (*C. apala* (Fr.) Arnolds; = *C. albipes* Hauskn)).

Единственное сообщение об аутопсии пострадавшего с семиотикой, соответствующей фаллоидиновому синдрому и ассоциированной с К. нитевидной, представлено у Брэди с соавт. [23]. Не отрицая значимости исследования, с момента появления которого К. нитевидную включают во все списки аманитинсодержащих грибов, необходимо отметить, что за период, прошедший с 1975 г., не известен ни один случай интоксикации человека или животного этим видом, а также идентификации у него аманитина, которые нашли бы отражение в рецензируемом издании.

Коноцибе молочная – единственный известный вид, продуцирующий фаллотоксины за пре-

L. boudieri: Астраханская обл., Красноярский край (юг), Липецкая обл., Приморский край, Псковская обл., Ростовская обл.

L. brunneoincarnata: Астраханская обл., Белгородская обл., Еврейский АО, Кабардино-Балкарская Республика, Красноярский край (юг), Республика Крым, Московская обл., Оренбургская обл., Пензенская обл., Ростовская обл.

L. castanea: Алтайский край, Амурская обл., Астраханская обл., Воронежская обл., Еврейский АО, Иркутская обл., Калининградская обл., Калужская обл., Краснодарский край, Красноярский край (юг), Республика Крым, Ленинградская обл., Липецкая обл., Республика Мордовия, Московская обл., Новосибирская обл., Оренбургская обл., Пензенская обл., Пермский край, Приморский край, Псковская обл., Самарская обл., Свердловская обл., Республика Татарстан, Томская обл., Тульская обл., Удмуртская Республика, Ульяновская обл., Хабаровский край, Республика Хакасия.

L. citrohylla: Ленинградская обл., Приморский край, Хабаровский край.

L. clpeolarioides: Пермский край.

L. selina: Республика Алтай, Алтайский край, Республика Бурятия, Иркутская обл., Карачаево-Черкесская Республика, Республика Коми, Красноярский край (юг), Ленинградская обл., Новгородская обл., Новосибирская обл., Пермский край, Приморский край, Ростовская обл., Рязанская обл., Свердловская обл., Томская обл., Хабаровский край, Ханты-Мансийский АО.

L. griseovirens: Новосибирская обл., Приморский край.

L. helveola: Алтайский край, Волгоградская обл., Иркутская обл., Кабардино-Балкарская Республика, Краснодарский край, Республика Крым.

L. kuehneri: Алтайский край, Республика Алтай, Калининградская обл.

L. langei: Приморский край.

L. lilacea: Амурская обл., Астраханская обл., Белгородская обл., Республика Крым, Московская обл., Приморский край, Ростовская обл., Удмуртская Республика.

L. ochraceofulva: Московская обл.

L. pseudolilacea: Еврейский АО, Иркутская обл., Краснодарский край, Московская обл., Пензенская обл., Приморский край, Хабаровский край.

L. langei: Астраханская обл., Волгоградская обл., Калининградская обл., Республика Карелия, Краснодарский край, Республика Крым, Московская обл., Приморский край, Псковская обл.

L. langei: Пермский край, Хабаровский край.

Количество встречаемых видов:

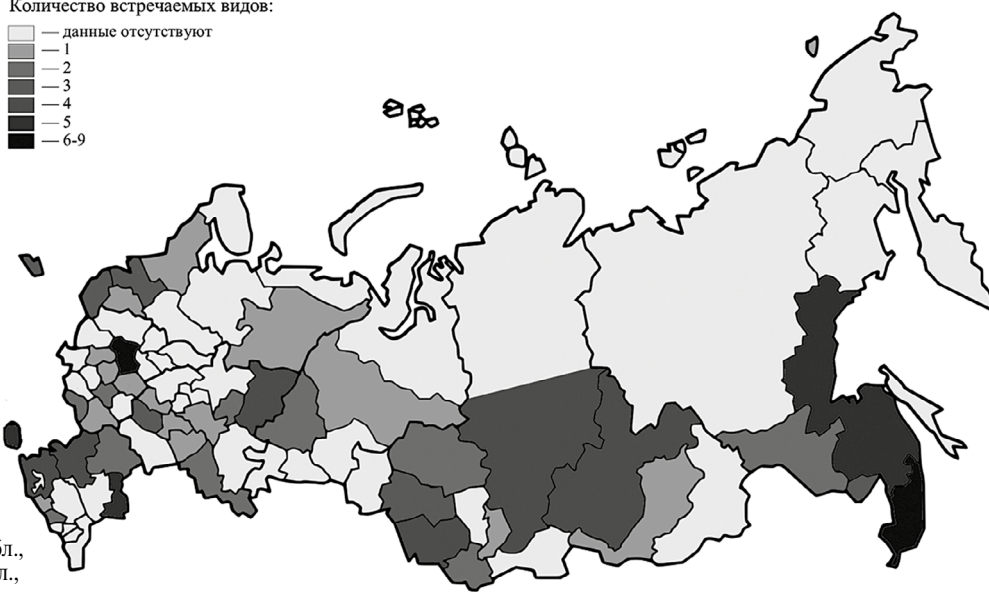
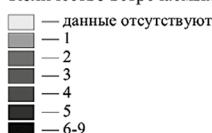


Рис. 4. Административно-территориальная встречаемость аманиитинсодержащих лепиот в России.

Fig. 4. Administrative-territorial occurrence of amanitin-containing lepiotas in Russia.

делами рода *Amanita*. Однако суммарные уровни токсинов в базидиомах *S. apala* находят очень низкими, около 30 нг/г на сухой вес, или в 10^5 раз ниже, чем обычно встречаются среди бледных поганок. Несмотря на то, что данный вид не продуцирует аманиитоксины, он также периодически появляется в списках видов, ассоциированных с фаллоидиновым синдромом [22].

Заключение

Таким образом, число аманиитинсодержащих макромицетов в России, с учётом современных представлений об их видовой концепции, составляет 21 вид: 5 мухоморов, 1 галерина и 15 лепиот. Показано, что их список более широк, в сравнении с традиционно рассматриваемыми в медицинской литературе, преимущественно за счёт данных по ядовитым Лепиотам. Проведён-

ный анализ распространения видов, ассоциированных с фаллоидиновым синдромом, позволил выявить регионы с предпосылками к интоксикациям подобного рода. Представлены территории с наибольшим видовым разнообразием лепиот: Московская область и Приморский край. Опасность представителей рода *Lepiota* подчёркивает их встречаемость в пределах городских парковых зон.

Отметим, что анализ ареалов видов грибов с учётом административных границ регионов репрезентативен и достаточен для токсикологических центров, работа которых построена по административно-территориальному принципу [24]. Данный подход успешно используют при прогнозировании заболеваемости на основании анализа распространения в регионах России ядовитых растений и растений-аллергенов [25].

ЛИТЕРАТУРА

(пп. 2, 7–9, 12–14, 16–19, 21–23 см. в References)

1. Мусселиус С.Г., Рык А.А. *Отравления грибами*. М.: Демиург-АРТ; 2002.
3. Ховпачев А.А., Башарин В.А., Чепур С.В., Волобуев С.В., Юдин М.А., Гоголевский А.С. и др. Современные представления о токсинах высших грибов: циклические пептиды. *Успехи современной биологии*. 2020; 140(6): 584–600.
4. *Клиника, диагностика, лечение, судебно-медицинская экспертиза отравлений грибами: Пособие для врачей*. Ред. Е.Ю. Бонитенко. СПб.: ЭЛБИ-СПб.; 2016.
5. Федеральные клинические рекомендации. Токсическое действие других ядовитых веществ, содержащихся в съеденных грибах. Ред. Ю.Н. Остапенко. М.: Ассоциация клинических токсикологов; 2014. Русскоязычное токсикологическое общество [вебсайт]. 2020. Доступно: <https://www.toxrus.ru/node/49> (Дата обращения: 10.06.2021).
6. *Медицинская токсикология: Национальное руководство*. Ред. Е.А. Лужников. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012.
10. Шилов В.В., Мартинсон Т.Г., Лукин В.А. *Острые отравления ядовитыми грибами: Пособие для врачей*. СПб.: Изд. политех. института; 2010.
11. Малышева Е.Ф., Кияшко А.А., Коваленко А.Е. Грибы Дальнего Востока России. 3. Новые для России виды мухоморов (*Basidiomycota*) из Приморского края. *Новости сист. низш. раст.* 2014; 48: 152–63. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2014.48.152>
15. Нездоямино Е.Л. *Семейство Паутинниковые. Определитель грибов России: Порядок агариковые*. Вып. 1. СПб.: Наука; 1996.
20. Морозова О.В., Коваленко А.Е., Ребриев Ю.А., Малышева Е.Ф. Агарикоидные и гастероидные грибы парка Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова. *Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук): Труды международной научной конференции*. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; 2014: 142–9.
24. Отравления ядовитыми грибами по административному признаку на территории Российской Федерации за 1993–1996 гг: Материалы информационно-консультативного центра Минздрава РФ. М.: [б.и.]; 1997.
25. Дикарева Т.В., Малхазова С.М., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С. Эколого-географический анализ распространения ядовитых растений в России. *Вестник Московского ун-та. Серия 5. География*. 2017; (4): 29–37.

REFERENCES

1. Musselius S.G., Ryk A.A. *Mushroom poisoning [Otravleniya gribami]*. Moscow: Demiurg-ART; 2002: 310. (in Russian)
2. Spoerke D.G., Rumack B.H. *Handbook of Mushroom Poisoning Diagnosis and Treatment*. Boca Raton: CRC Press; 1994: 456.
3. Khovpachev A.A., Basharin V.A., Chepur S.V., Volobuev S.V., Yudin M.A., Gogolevsky A.S. et al. Actual Concepts of Higher Fungi's Toxins: Cyclic Peptides. *Uspekhi sovremennoy biologii*. 2020; 140 (6): 584–600. (in Russian)
4. *Clinic, diagnosis, treatment, forensic examination of mushroom poisoning: A guide for physicians*. Ed. E.Y. Bonitenko. Saint-Petersburg: ELBI-SPb.; 2016. (in Russian)
5. Federal clinical guidelines. Toxic effect of other poisonous substances contained in eaten mushrooms. Red. Y.N. Ostapenko. Moscow: Associaciya klinicheskikh toksikologov; 2014. Russkoyazychnoe toksikologicheskoe obshchestvo. 2020. Available at: <https://www.toxrus.ru/node/49> (Accessed: 10.06.2021). (in Russian)
6. *Medical toxicology: National guideline. [Medicinskaya toksikologiya. Nacional'noe rukovodstvo]*. Ed. E.A. Luzhnikov. Moscow: GEOTAR-Media; 2012. (in Russian)
7. National Center for Biotechnology Information: PubMed. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (Accessed: 09.06.2021).
8. Index Fungorum. Available at: <https://www.indexfungorum.org> (Accessed: 09.06.2021)
9. *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Eds. N.J. Turland, J.H. Wiersma, F.R. Barrie, et al. Glashütten: Koeltz Botanical Books; 2018.
10. Shilov V.V., Martinson T.G., Lukin V.A. *Acute poisoning by poisonous mushrooms: A guide for doctors. [Ostrye otravleniya yadovity'mi gribami: Posobie dlya vrachej]*. Saint-Petersburg: Izdanie politekhn. instituta; 2010. (in Russian)
11. Malysheva E.F., Kiyashko A.A., Kovalenko A.E. Fungi of the Russian Far East. 3. Species of *Amanita* (*Basidiomycota*) new to Russia from the Primorye Territory. *Novosti sist. nizsh. rast.* 2014; 48: 152–163. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2014.48.152>
12. Neville P., Poumarat S. *Fungi Europaei, Vol. 9. Amaniteae*. Alassio: Edizioni Candusso; 2004.
13. *Funga Nordica: agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera*. Eds. H. Knudsen, J. Vesterholt. Copenhagen: Nordsvamp; 2018.
14. Gulden G., Dunham S., Stockman J. DNA studies in the *Galerina marginata* complex. *Mycol. Res.* 2001; 105: 432–40.
15. Nezdojminogo E.L. *Family Cortinariaceae. Handbook of the Russian Fungi. Order Agaricales. Vol. 1. [Semeystvo pautinnikovye. Opredelitel' gribov Rossii: Poryadok agarikovye. Vol. 1.]*. Saint-Petersburg: Nauka; 1996. (in Russian)
16. *Flora Agaricina Neerlandica, Vol. 5. Agaricaceae*. Eds. M.E. Noordeloos Th.W., Kuyper E.C. Vellinga. Lisse – Abingdon – Exton (PA) – Tokyo: A.A. Balkema publishers; 2001.
17. Sgambelluri R.M., Epis S., Sasser D., Luo H., Angelos E., Walton J. Profiling of amatoxins and phallotoxins in the genus *Lepiota* by liquid chromatography combined with UV absorbance and mass spectrometry. *Toxins*. 2014; 6 (8): 2336–47. <https://doi.org/10.3390/toxins6082336>
18. Enjalbert F., Rapior S., Nougues-Soule J., Guillon S., Amouroux N., Cabot C. Treatment of amatoxin poisoning: 20-year retrospective analysis. *Clin. Toxicol.* 2002; 40 (6): 715–57.
19. Gerault A., Girre L. Recherches toxicologiques sur le genre *Lepiota* Fries. *Comptes Rendus de l'Académie Sci. Paris*. 1975; 280 (25): 2841–43. (in French)
20. Morozova O.V., Kovalenko A.E., Rebriv Y.A., Malysheva E.F. Agaricoid and gasteroid fungi in the park of the Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute. In: *Botany: history, theory, practice (to the 300th anniversary of the founding of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences): Proceedings of the International scientific conference*. Saint-Petersburg: SPbGETU «LETI»; 2014: 142–9. (in Russian)
21. Pond S.M., Olson K.R., Woo O.F., Osterloh J.D., Ward R.E., Kaufman D.A. et al. Amatoxin poisoning in Northern California, 1982–1983. *West. J. Med.* 1986; 145 (2): 204–9.
22. Walton J. The Cyclic peptide toxins of *Amanita* and other poisonous mushrooms. Cham: Springer Int. Publ.; 2018.
23. Brady L., Benedict R., Tyler V., Stuntz D.E., Malone M.H. Identification of *Conocybe filaris* as a toxic basidiomycete. *Lloydia*. 1975; 38 (3): 172–3.
24. Poisoning by mushrooms on an administrative basis on the territory of the Russian Federation for 1993–1996: Materials of the information and advisory center of the Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow; 1997.
25. Dikareva T.V., Malkhasova S.M., Rumiantsev V.Yu., Soldatov M.S. Ecological and geographical analysis of the distribution of poisonous plants in Russia. *Moscow University Bulletin. Series 5. Geography*. 2017; (4): 29–37. (in Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Ховпачев Алексей Андреевич (Khovpachev Alexey Andreevich), адъюнкт при кафедре военной токсикологии и медицинской защиты ВМедА, г. Санкт-Петербург, vtmz@vmeda.org

Калинина Людмила Борисовна (Kalinina Lyudmila Borisovna), научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН, г. Санкт-Петербург, L.Kalinina@binran.ru

Большаков Сергей Юрьевич (Bolshakov Sergey Yurevich), младший научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН, г. Санкт-Петербург, sbolshakov@binran.ru

Волобуев Сергей Викторович (Volobuev Sergey Viktorovich), кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН, г. Санкт-Петербург, sergvolobuev@binran.ru

Башарин Вадим Александрович (Basharin Vadim Alexandrovich), доктор медицинских наук профессор, начальник кафедры военной токсикологии и медицинской защиты ВМедА, г. Санкт-Петербург, vtmz@vmeda.org

Иванов Игорь Михайлович (Ivanov Igor Mikhajlovich), кандидат медицинских наук, начальник отдела ГНИИИ ВМ, г. Санкт-Петербург, gniivm_2@mail.ru

Юдин Михаил Анатольевич (Yudin Mikhail Anatolevich), доктор медицинских наук доцент, начальник управления ГНИИИ ВМ, г. Санкт-Петербург, gniivm_2@mail.ru

Чепур Сергей Викторович (Chepur Sergey Viktorovich), доктор медицинских наук профессор, начальник ГНИИИ ВМ, г. Санкт-Петербург, gniivm_2@mail.ru