

БИОРАЗНООБРАЗИЕ,
СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ

УДК 58.001 : 582.284

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ КЛЮЧ К РОДАМ
И НЕКОТОРЫМ ВИДАМ ГАСТЕРОМИЦЕТОВ РОССИИ

© 2022 г. Ю. А. Ребриев^{1,*}

¹Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия

*e-mail: rebriev@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.01.2022 г.

После доработки 17.02.2022 г.

Принята к публикации 24.02.2022 г.

В статье представлен ключ для идентификации родов и некоторых видов гастеромицетов (*Agaricomycetes*, *Basidiomycota*), нахождение которых на территории России подтверждено гербарными образцами, либо весьма вероятно, исходя из представлений о распространении и экологии этих таксонов. В ключе представлено 48 родов гастероидных базидиомицетов, включая переходные от шляпочных формы с гимнанокарпным типом плодовых тел. Предположительно, таксономическое разнообразие этой группы на уровне рода выявлено полностью, однако видовое разнообразие изучено недостаточно.

Ключевые слова: биоразнообразие, веселки, гастероидные базидиомицеты, гнездовковые грибы, гипогейные грибы, грибы, дождевики, земляные звезды, макромицеты, систематика

DOI: 10.31857/S0026364822030102

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время гастеромицеты, или гастероидные базидиомицеты (*Agaricomycetes*, *Basidiomycota*) рассматриваются не как систематическая группа, а как жизненная форма, или биоморфа (Rebriev, 2017). Основные признаки, характеризующие гастеромицеты – образование замкнутых плодовых тел и пассивное освобождение спор. Сохраняющееся разделение базидиальных макромицетов на биоморфы (гастеромицеты, агарикоидные и афиллофоровые базидиомицеты) оправдано хотя бы практическими соображениями. Идентификация макромицетов ведется по морфологическим признакам плодовых тел, соответственно, определительные ключи необходимо строить на основании морфологии, а не на молекулярных данных. Жизненная форма в значительной мере коррелирует и с экологией вида (афиллофоровые в подавляющем большинстве – ксилосапротрофы и паразиты растений, агарикоидные и гастеромицеты – сапротрофы и микоризообразователи), что также оправдывает сохраняющееся разделение микологов на афиллофорологов, агарикологов, гастеромицетологов.

Гастероидная экобиоморфа распространена преимущественно в аридных травяных (семейства *Agaricaceae*, *Lycoperdaceae*, *Geastraceae*), лесных средиземноморского типа (*Sclerodermataceae*, *Geastraceae*) и тропических (*Nidulariaceae*, *Sclerodermataceae*, *Phallaceae*) биомех. Лесные таксоны с гипогейными плодовыми телами преимущественно

являются микоризообразователями, подавляющее же большинство остальных гастеромицетов относится к различным вариантам сапротрофов (гумусовые, подстилочные, ксилосапротрофы).

Гастеромицетация достаточно логично объясняется необходимостью приспособления к ксерофильным условиям травянистых сообществ и лесов средиземноморского типа (Thiers, 1984). В эволюции *Phallales*, напротив, реализовалась возможность максимально быстрого развития зрелого плодового тела после разрыва перидия. Быстрый вынос глебы с уже зрелыми спорами и привлечение насекомых для распространения спор позволяет “втиснуть” процесс спороношения между частыми тропическими ливнями.

На территории бывшего СССР насчитывалось около 250 видов гастеромицетов (Sosin, 1973), такое же количество приводится и для Европы (Demoulin, 1989). В настоящее время для России известно около 220 видов гастеромицетов, но более детальное изучение региональных микобиот и привлечение молекулярно-генетических методов идентификации, безусловно, позволят существенно увеличить это число.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Находки представителей подавляющего большинства приведенных в ключе родов подтверждены гербарными образцами, хранящимися в изученных Микологических гербариях Ботаническо-

го института им. В.Л. Комарова РАН (акроним LE), Всероссийского Института защиты растений (LEP), Биолого-почвенного института ДВО РАН (VLA) и в личной коллекции автора. Многие таксоны с гипогейными плодовыми телами не выявлялись в России со времен публикации Ф.В. Бухгольца (Bucholtz, 1902). Однако изучение гипогейных грибов объективно сильно осложнено и нет причин считать какие-либо роды исчезнувшими на территории России. Лишь немногие, преимущественно пустынные и редко выявляемые таксоны, например, *Chlamydopus meyenianus*, *Dictycephalos attenuatus*, *Podaxis pistillaris* известны только по литературным данным или по сборам в сопредельных с Россией регионах Казахстана. В то же время виды некоторых родов, таких как *Descolea* и *Hydnangium*, известны в России только по давним находкам в оранжереях Ботанического сада БИН РАН в первой половине прошлого века. Поскольку в последние десятилетия эти таксоны не отмечались и они не являются представителями естественной микобиоты, упоминание их в идентификационном ключе нецелесообразно.

Фотографирование с использованием сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO-40 XVP проводилось на базе Центра коллективного пользования Южного научного центра РАН “Объединенный центр научно-технологического оборудования ЮНЦ РАН (исследование, разработка, апробация)” (N 501994). Микрофотографирование с использованием светового микроскопа AxioImager.A1 проводилось в Центре коллективного пользования научным оборудованием “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

Терминология, касающаяся специфичных морфологических структур гастеромицетов, подробно рассмотрена в определителе П.Е. Сосина (Сосин, 1973), а также в работах зарубежных авторов (Miller, Miller, 1988; Pegler et al., 1995).

Действующие названия таксонов приводятся согласно ресурсу Index Fungorum (2022).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже приведен ключ для идентификации родов и некоторых видов гастеромицетов, известных к настоящему времени в России. В него вошли и переходные формы с гемиангиокарпными, или не полностью замкнутыми плодовыми телами (*Chlorophyllum agaricoides*, *Montagnea arenaria*, *Russula* spp., *Suillus gastroflavus* и др.). При необходимости в дополнение к используемому названию в скобках указывается часто используемый применимо к гастероидным формам синоним. Согласно недавним исследованиям, семейство *Lycoperdaceae* восстановлено в несколько уменьшенном объеме (Wijayawardene et al., 2020). В приведенном ключе

к *Lycoperdaceae* отнесены все роды, традиционно рассматривавшиеся в его пределах (Hawksworth et al., 1995). Несколько родов, монотипных или представленных в России одним видом, объединены с более крупными и морфологически близкими, что соответствует опубликованному ранее идентификационным ключам. Например, род *Calvatia* включает *Gastropila* (Rebriev, 2013), в *Bovista* входит *Bryoperdon* (Rebriev, Dvadenko, 2017; Rebriev et al., 2020), *Apioperdon* рассматривается в составе *Lycoperdon* (Rebriev, 2016).

Учитывая крайне своеобразную морфологию нидуляриевых, а также неопределенное положение родов на филогенетическом древе, считаю корректным восстановление упраздненного семейства *Nidulariaceae* в настоящем ключе. Состоятельность семейств *Lysuraceae* и *Clathraceae* подтверждается последними молекулярными исследованиями (Melanda et al., 2021).

Ключ для определения родов и некоторых видов гастероидных базидиомицетов России

Глеба в зрелом состоянии не порошачая: цельная, в форме перидиолей или слизистая Секция I
Глеба в зрелом состоянии порошачая Секция II

Секция I

1. Зрелые плодовые тела подземные (или реже полуподземные, выступающие на поверхность верхней частью), округлые, клубневидные.....2
 - 1а. Зрелые плодовые тела наземные, разнообразной формы..... 15
 2. Споры гладкие (иногда в световом микроскопе кажутся морщинистыми от покрывающего их эписпория), эллипсоидные..... 3
 - 2а. Споры орнаментированные, разной формы 7
 3. Зрелые споры темно-коричневые, в массе почти черные (рис. 1а) *Melanogaster* (*Paxillaceae*)
 - 3а. Споры гиалиновые или светло окрашенные 4
 4. Споры с коротким “пеньковидным” остатком стеригмы 5
 - 4а. Споры без остатка стеригмы 6
 5. Споры часто покрыты тонким эписпорием; перидий отделяется от глебы *Hysterangium* (*Hysterangiaceae*)
 - 5а. Споры без эписпория; перидий плотно приросший к глебе *Alpova* (*Paxillaceae*)
 - 6(4). Трама темно-оливковая, дольчато-лопастная, лопасти отходят от хорошо развитой колумеллы *Protuberana nipponica*

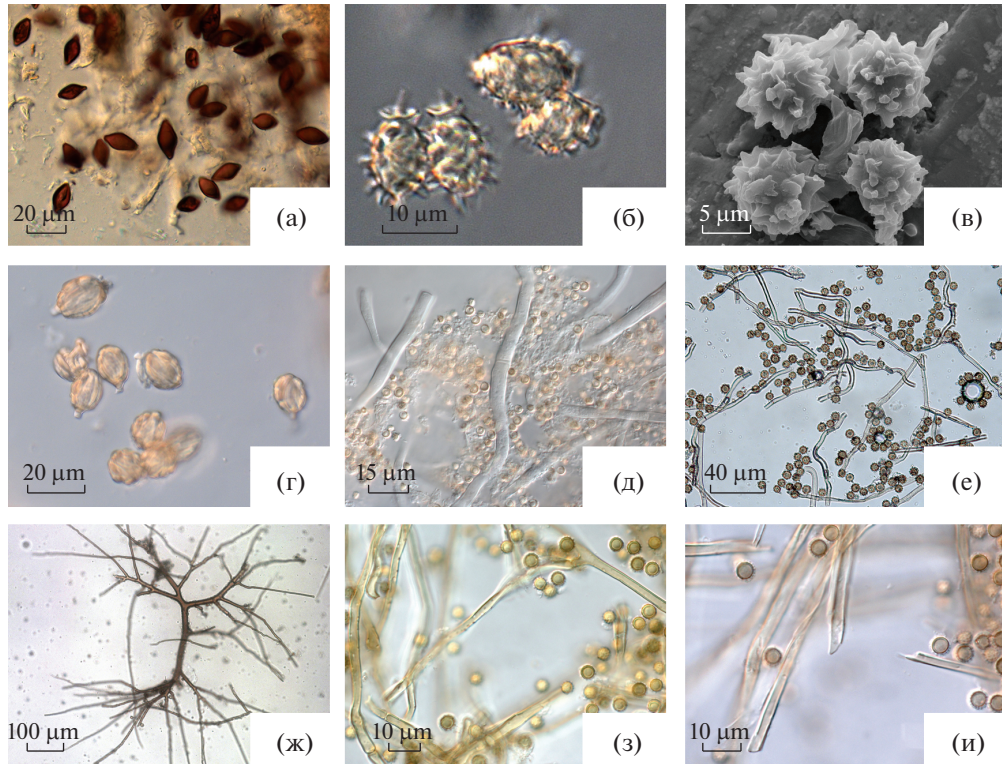


Рис. 1. Микроструктуры гастеромицетов: а – споры *Melanogaster ambiguus* (Vittad.) Tul. et C. Tul.; б – споры *Stephanospora caroticolor* (Berk.) Pat.; в – споры *Octaviania asterosperma* Vittad.; г – споры *Gautieria morchelliformis* Vittad.; д – паракапиллиций и споры *Vascellum pratense* (Pers.) Kreisel; е – капиллиций и споры *Disciseda verrucosa* G. Cunn.; ж – капиллиций *Bovistel-la* sp.; з – капиллиций и споры *Calvatia candida* (Rostk.) Hollós; и – капиллиций и споры *Lycoperdon excipuliforme* (Scop.) Pers.

- Kobayasi [= *Kobayasia nipponica* (Kobayasi) S. Imai et A. Kawam.] (*Protophallaceae*)
- 6а. Трама желтоватая, образует изогнутые соединенные друг с другом камеры. Колумеллы нет или слабо развита. Ассоциирован с хвойными *Rhizopogon* (*Rhizopogonaceae*)
- 7(2). В основании споры крупный вырост в форме короны (рис. 1б). Свежие плодовые тела ярко-красные *Stephanospora caroticolor* (Berk.) Pat. (*Stephanosporaceae*)
- 7а. Споры без короновидного выроста 8
8. Споры шаровидные или почти шаровидные до лимоновидных 9
- 8а. Споры явно эллипсоидные 13
9. Колумеллы нет или рудиментарная, не превышает 1/4 высоты плодового тела 10
- 9а. Колумелла хорошо развита, часто выступает в нижней части базидиомы в виде рудиментарной ножки 12
10. Споры почти гладкие или тонкобородчатые, с эписпорием или без него *Hymenogaster* (*Hymenogastraceae*)
- 10а. Споры сильно орнаментированные, без эписпория 11
11. Споры гиалиновые, субгиалиновые, густо-бородчатые *Russula pila* (Pat.) Trappe et T.F. Elliott [= *Gymnomycetes pilus* (Pat.) Trappe, T. Lebel et Castellano] (*Russulaceae*)
- 11а. Споры светло-желтовато-коричневые, орнаментированные отдельными коническими шипами (рис. 1в) *Octaviania asterosperma* Vittad. (*Boletaceae*)
- 12(9). Имеются млечные ходы; свежие базидиомы с млечным соком *Lactarius stephensii* (Berk.) Verbeke et Walley [≡ *Zelleromyces stephensii* (Berk.) A.H. Sm.] (*Russulaceae*)
- 12а. Млечных ходов и сока нет *Russula* (*Macowanites*) (*Russulaceae*)
- 13(8). Споры с 8–16 явными мощными продольными складками (иногда слабо видимыми из-за покрывающего эписпория), часто анастомозирующими (рис. 1г). Перидий тонкий и обычно быстро исчезает, обнажая глебу *Gautieria* (*Gomphaceae*)
- 13а. Орнаментация спор иная 14
14. Колумелла слабо развита или отсутствует *Hymenogaster* (*Hymenogastraceae*)

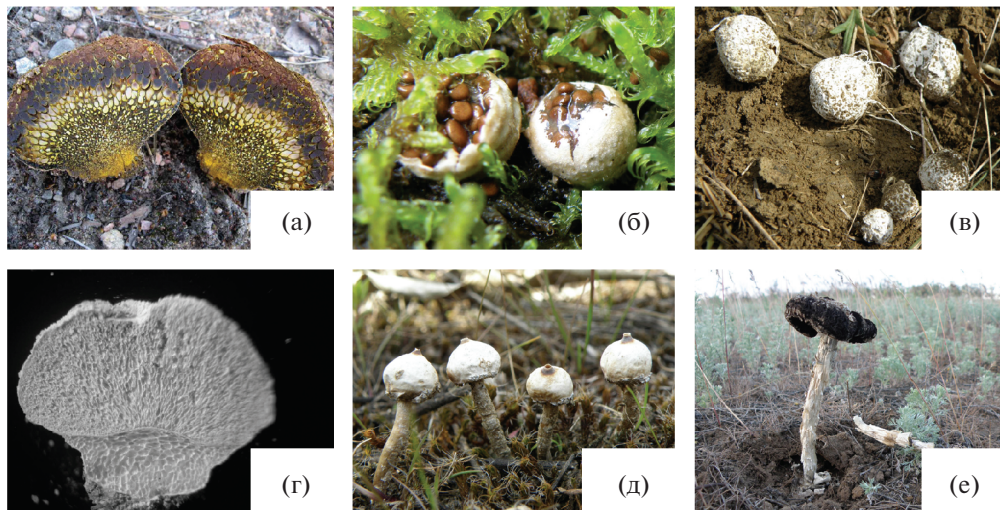


Рис. 2. Плодовые тела гастеромицетов: а – *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert; б – *Nidularia farcta* (Roth) Fr.; в – *Gastrosporium simplex* Mattir.; г – *Vascellum pratense* (Pers.) Kreisel; д – *Tulostoma brumale* Pers.; е – *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller.

- 14а. Колумелла хорошо развитая, разветвленная *Gymnoglossum connectens* (Bucholtz) Zeller (*Bolbitiaceae*)
- 15(1). Глеба распадается на отдельные плотные перидиоли..... 16
- 15а. Зрелая глеба слизистая, сильно пахнущая (как и все плодовое тело), расположена на поверхности рецептакула 21
16. Плодовые тела мелкие, редко превышают 1.5–2 см выс., округлые либо в виде чаши или кубка. Перидиоли очень плотные 17
- 16а. Плодовые тела крупнее, округлые или клубневидные, часто с явным ножковидным стерильным основанием. Перидиоли тонкостенные, хрупкие (рис. 2а) *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert (*Sclerodermataceae*)
17. В звездовидно раскрывающемся плодовом теле одна шаровидная перидиоль, при созревании активно выбрасывается *Sphaerobolus* (*Geastraceae*)
- 17а. В плодовом теле одна или несколько линзовидных перидиолей, освобождающихся пассивно при попадании капель воды на плодовое тело или при поедании животными 18
18. Перидиоли с фуникулюсом; базидиомы чаше- или кубковидные 19
- 18а. Перидиоли без фуникулюса, погружены в слизистую массу; базидиомы округлые 20
19. Перидий многослойный; перидиоли от светлых до почти черных *Cyathus* (*Nidulariaceae*)
- 19а. Перидий однослойный; перидиоли светлые *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly (*Nidulariaceae*)
- 20(18). Базидиомы 5–7 (10) мм диам.; перидий достаточно толстый, открывается в верхней части, обнажая многочисленные коричневые перидиоли (рис. 2б) *Nidularia farcta* (Roth) Fr. (*Nidulariaceae*)
- 20а. Базидиомы не превышают 2 мм диам.; перидий тонкий, неправильно растрескивающийся или исчезающий *Mycocalia denudata* (Fr.) J.T. Palmer (*Nidulariaceae*)
- 21(15). Рецептакул в виде хорошо развитой губчатой ножки 22
- 21а. Рецептакул разнообразной формы; ножка короткая (не превышает 1/2 плодового тела) или отсутствует; глеба расположена на внутренней стороне лопастей 24
22. Глеба расположена на внутренней стороне лопастей или в разрозненных углублениях решетковидной головки *Lysurus* (*Lysuraceae*)
- 22а. Глеба распределена равномерно по поверхности рецептакула в верхней его части 23
23. Верхняя несущая глебу часть рецептакула неявно отделена *Mutinus* (*Phallaceae*)
- 23а. Глеба на ячеистой или складчато-морщинистой шляпке со свободным краем *Phallus* (*Phallaceae*)
- 24(21). Ножка короткая, до половины плодового тела, разделяется на 3–5 простых соединенных вершинами лопастей, которые с возрастом иногда расходятся *Pseudocolus fusiformis* (E. Fisch.) Lloyd (*Clathraceae*)
- 24а. Ножка неявная либо отсутствует; рецептакул образует либо цельную решетковидную структуру, либо разделяется на простые, не соединенные на вершине и дуговидно отогнутые лопасти *Clathrus* (*Clathraceae*)

Секция II

1. Плодовые тела в зрелом состоянии раскрываются звездовидно 2
- 1а. Плодовые тела в зрелом состоянии другой формы 6
2. Глеба свободно лежит в плодовом теле и со временем выдувается ветром, оставляя пустой перидий 3
- 2а. Глеба окружена плотной оболочкой – эндоперидием или, если эндоперидий тонкий и исчезающий ко времени открытия плодового тела, то глеба расположена на ножке 4
3. Капиллиция нет, в разной степени развит паракапиллиций *Scleroderma* (*Sclerodermataceae*)
- 3а. Капиллиций хорошо развит, с короткими шиповидными выростами *Mycenastrum corium* (Guers.) Desv. (*Lycoperdaceae*)
- 4(2). Капиллиция нет, развит паракапиллиций *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan (*Diplocystidiaceae*)
- 4а. Капиллиций хорошо развит, паракапиллиция нет 5
5. Эндоперидий открывается одним апикальным отверстием, либо плотно срастается с экзоперидием и остается на его внутренних стенках при раскрытии плодового тела, так что глеба оказывается полностью открытой *Geastraceae* (*Geastrum*)
- 5а. Эндоперидий открывается многочисленными отверстиями *Geastraceae* (*Myriostoma*)
- 6(1). Плодовые тела шаровидные, клубневидные, булабовидные, без настоящей ножки; иногда развито стерильное ножковидное основание (ложная ножка) 7
- 6а. Плодовые тела с развитой настоящей ножкой, иногда очень короткой 20
7. Капиллиция нет, развит только паракапиллиций 8
- 7а. Капиллиций развитый в той или иной степени (если развит только паракапиллиций, то имеется субглеба, споры светлые, мелкие, до 6 мкм) 11
8. Плодовые тела наземные, открываются правильным апикальным отверстием, окруженным утолщенными, нередко окрашенными, выростами *Calostoma* (*Calostomataceae*)
- 8а. Плодовые тела открываются путем растрескивания перидия, без правильного апикального отверстия 9
9. В травянистых сообществах с участием дерновинных злаков. Плодовые тела с белым ломким экзоперидием и часто с длинными белыми ризоморфами (рис. 2в) *Gastrosporium simplex* Mattir. (*Gastrosporiaceae*)
- 9а. В лесных сообществах 10
10. Глеба распадается на тонкостенные перидиоли, при созревании разрушающиеся. Перидий тонкий, отпадает кусками *Pisolithus arhizus* (*Sclerodermataceae*)
- 10а. Перидиоли не образуются. Перидий толстый, жесткий *Scleroderma* (*Sclerodermataceae*)
- 11(7). Плодовые тела подземные; колумелла хорошо развита. В лесных сообществах *Geastrum taylorii* (Lloyd) Jeppson et E. Larss. [≡ *Radiigera taylorii* (Lloyd) Zeller] (*Geastraceae*)
- 11а. Признаки другие 12
12. Плодовые тела крупные, эндоперидий толстый, пробковидный. Капиллиций с короткими шиповидными выростами *Mycenastrum corium* (*Lycoperdaceae*)
- 12а. Признаки другие 13
13. Капиллиций отсутствует или слабо развит. Паракапиллиций обилен (рис. 1д) 14
- 13а. Имеется только капиллиций, или паракапиллиций слабо развит 15
14. Глеба отделена от субглебы диафрагмой (рис. 2г). На почве *Lycoperdon* sect. *Vascellum* (*Lycoperdaceae*)
- 14а. Диафрагмы нет. На гниющей древесине или лесной подстилке *Morganella* (*Lycoperdaceae*)
- 15(13). Капиллиций извилистый, очень ломкий. Экзоперидий инкрустирован частицами почвы и обычно долго сохраняется в основании зрелого плодового тела. Ксерофильные теплолюбивые виды 16
- 15а. Нити капиллиция не извилистые. Экзоперидий обычно не инкрустирован 17
16. Плодовые тела открываются правильным округлым отверстием (иногда несколькими). Споры меньше 10 мкм, от почти гладких до бордавчатых или шиповатых (рис. 1е) *Disciseda* (*Lycoperdaceae*)
- 16а. Плодовые тела открываются неправильным щелевидным отверстием. Споры крупнее 10 мкм, ячеистые *Abstoma* (*Lycoperdaceae*)
- 17(15). Глеба отделена от мощной ячеистой субглебы диафрагмой. Капиллиций с мощным главным стволом (*Bovista*-type) (рис. 1ж) *Bovistella* (*Lycoperdaceae*)
- 17а. Признаки другие 18
18. Эндоперидий при созревании растрескивается и опадает кусками, обнажая глебу. Капиллиций септированный и легко распадается по септам (рис. 1з) *Calvatia* s.l. (incl. *Gastropila*) (*Lycoperdaceae*)
- 18а. Плодовые тела открываются правильным отверстием либо (если эндоперидий опадает,

- обнажая глебу) капиллиций разламывается по частым щелевидным порам (рис. 1и) 19
19. Субглеба отсутствует либо компактная, без видимых ячеек *Bovista* (incl. *Bryoperdon*) (*Lycoperdaceae*)
- 19а. Субглеба хорошо развита или реже рудиментарная, ячеистая *Lycoperdon* (incl. *Apioperdon*) (*Lycoperdaceae*)
- 20(6). Глеба находится в округлой верхней части плодового тела. Эндоперидий раскрывается правильным отверстием, либо щелевидно, либо разрушается начиная с апикальной части 21
- 20а. Споры находятся на нижней стороне шляпки, часто сильно прижатой краями к ножке 26
21. Экзоперидий при созревании плодового тела разрывается экваториально: нижняя часть остается в виде вольвы в основании ножки, верхняя выносится наверх и прикрывает глебу, но вскоре сдувается ветром. Наряду с капиллицием присутствуют элатеры *Battarrea phalloides* (Dicks.) Pers. (*Agaricaceae*)
- 21а. Признаки другие 22
22. Плодовые тела открываются правильным округлым отверстием (иногда несколькими), либо щелевидно. Капиллиций хорошо развит 23
- 22а. Перидий при созревании растрескивается и опадает кусками, обнажая глебу. Капиллиций не развит (иногда в препарате присутствуют обломки гиф внешнего слоя глебы и перидия) 25
23. Ножка сверху расширенная и не входит в углубление эндоперидия *Chlamydopus meyenianus* (Klotzsch) Lloyd (*Agaricaceae*)
- 23а. Ножка верхней частью входит в углубление эндоперидия 24
24. Плодовые тела открываются трубчатый (рис. 2д), бахромчато-зубчатый или реже неправильно-округлым отверстием *Tulostoma* (*Agaricaceae*)
- 24а. Плодовые тела открываются щелевидно *Schizostoma* (*Agaricaceae*)
- 25(22). Ножка ровная, плавно переходящая в спороносную часть; плодовые тела булабовидные *Phellorinia herculeana* (Pers.) Kreisel (*Agaricaceae*)
- 25а. Ножка длинная, деревянистая, дуговидно изогнутая, резко переходящая в относительно небольшую головчатую спороносную часть *Dictyocephalos attenuatus* (Peck) Long et Plunkett (*Agaricaceae*)
- 26(20). Шляпка распростертая, почти ровная или округлая, не прижата краями к ножке 27
- 26а. Шляпка коническая, плотно прижата краями к ножке 28
27. Ножка без кольца; мякоть распростертой шляпки тонкая, к краю исчезающая, обнажающая крупные черные пластинки (рис. 2е) *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller (*Agaricaceae*)
- 27а. Ножка с кольцом; шляпка достаточно мясистая, округлая *Gyrophragmium delilei* Mont. (*Agaricaceae*)
- 28(26). Пластинки быстро разрушаются, в глебе развит капиллиций. Плодовые тела по внешнему виду напоминают *Coprinus comatus* *Podaxis pistillaris* (L.) Fr. (*Agaricaceae*)
- 28а. Капиллиций не развит. Габитус плодовых тел иной 29
29. Ножка тонкая, длинная. Шляпка коническая с заостренной вершиной, веретеновидная или цилиндрическая. Споры эллипсоидные *Panaeolus* (*Galeropsis*) (*Bolbitiaceae*)
- 29а. Ножка короткая, толстая, почти полностью прикрыта шляпкой. Шляпка ширококоническая до округлой 30
30. Споры почти шаровидные. В сухих открытых сообществах *Chlorophyllum agaricoides* (Czern.) Vellinga (*Agaricaceae*)
- 30а. Споры эллипсоидные до яйцевидных. В лесных сообществах с участием листовенницы *Suillus gastroflavus* Zvyagina, Rebriev, Sazanova et E.F. Malysheva (*Suillaceae*)

ОБСУЖДЕНИЕ

Идентификационный ключ содержит 48 родов гастеромицетов, принимая условное объединение *Gastropila* с родом *Calvatia*, *Bryoperdon* с *Bovista* и *Apioperdon* с *Lycoperdon*. Предположительно, таксономическое разнообразие этой группы базидиомицетов на уровне рода выявлено в России практически полностью. В то же время регулярные находки новых для страны и для науки видов свидетельствуют о необходимости дальнейших интенсивных исследований.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН “Роль природных и антропогенных факторов в формировании и динамике равнинных биогеоценозов”, № 122020100332-8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Bucholtz F.V.* Materials for the morphology and systematics of hypogeous fungi (*Tuberaceae* and *Gasteromycetes* pr. p.). Riga, 1902 (in Russ.).
- Demoulin V.* Establishing a check-list of macromycetes: The European gasteromycetes. *Anales del Jardin Botanico de Madrid*. 1989. V. 41 (1). P. 155–160.
- Hawksworth D.L., Kirk P.M., Sutton B.C. et al.* *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. CAB International, Wallingford, 1995.
- Index Fungorum. CAB International, 2022. <http://www.indexfungorum.org>. Accessed 30.01.2022.
- Melanda G.C.S., Silva-Filho A.G.S., Lenz A.R. et al.* An overview of 24 years of molecular phylogenetic studies

- in *Phallales (Basidiomycota)* with notes on systematics, geographic distribution, lifestyle, and edibility. *Front. Microbiol.* 2021. V. 12.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.689374>
- Miller O.K., Miller H.H. *Gasteromycetes. Morphological and development features with keys to the orders, families, and genera.* Mad River Press, Eureka, 1988.
- Pegler D.N., Laessøe T., Spooner B.M. *British puffballs, earthstars and stinkhorns. An account of the British gasteroid fungi.* Royal Botanic Gardens, Kew, 1995.
- Rebriev Yu.A. *Gasteromycetes of the genus Calvatia in Russia.* *Mikologiya i fitopatologiya.* 2013. V. 47 (4). P. 231–239 (in Russ.).
- Rebriev Yu.A. *Gasteromycetes of the genus Lycoperdon in Russia.* *Mikologiya i fitopatologiya.* 2016. V. 50 (5). P. 302–312 (in Russ.).
- Rebriev Yu.A. *Gasteromycetes – from taxon to biomorph.* In: *Species concepts in fungi: a new view on the old problem.* Moscow, 2017. P. 65–71 (in Russ.).
- Rebriev Yu.A., Dvadenko K.V. *Gasteromycetes of the genus Bovista in Russia.* *Mikologiya i fitopatologiya.* 2017. V. 51 (6). P. 365–374 (in Russ.).
- Rebriev Yu.A., Ge Z.-W., Voronina E.Yu. et al. *An annotated key to the Bovista (Lycoperdaceae, Basidiomycota) species in Russia.* *Phytotaxa.* 2020. V. 464 (1). P. 1–28.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.464.1.1>
- Sosin P.E. *A guide to the Gasteromycetes of the USSR.* Nauka, Leningrad, 1973 (in Russ.).
- Thiers H.D. *The secotioid syndrome.* *Mycologia.* 1984. V. 76. P. 1–8.
- Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Al-Ani L.K.T. et al. *Outline of fungi and fungus-like taxa.* *Mycosphere.* 2020. V. 11 (1). P. 1060–1456.
<https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/8>
- Бухгольц Ф.В. (*Bucholtz*) *Материалы к морфологии и систематике подземных грибов (Tuberaceae и Gasteromycetes gr. p.).* Рига, 1902. 196 с.
- Ребриев Ю.А. (*Rebriev*) *Гастеромицеты рода Calvatia в России // Микология и фитопатология.* 2013. Т. 47. № 4. С. 231–239.
- Ребриев Ю.А. (*Rebriev*) *Гастеромицеты рода Lycoperdon в России // Микология и фитопатология.* 2016. Т. 50. № 5. С. 302–312.
- Ребриев Ю.А. (*Rebriev*) *Гастеромицеты – от таксона к биоморфе // Материалы VIII Всероссийской микологической школы-конференции с международным участием “Концепции вида у грибов – новый взгляд на старые проблемы” (под ред. А.В. Куракова).* М., 2017. С. 65–71.
- Ребриев Ю.А., Двадненко К.В. (*Rebriev, Dvadenko*) *Гастеромицеты рода Bovista в России // Микология и фитопатология,* 2017. Т. 51. № 6. С. 365–374.
- Сосин П.Е. (*Sosin*) *Определитель гастеромицетов СССР.* Л.: Наука, 1973. 164 с.

An Identification Key for Gasteroid Basidiomycete (Gasteromycetes) Genera and Some Species in Russia

Yu. A. Rebriev^{a, #}

^a*Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia*

[#]*e-mail: rebriev@yandex.ru*

The paper presents an identification key for the gasteroid basidiomycete genera and some species known from the territory of Russia according to herbarium specimens, or very likely to be revealed based on the distribution and ecology of these taxa. The key contains data on 48 genera of gasteroid basidiomycetes, including transitional from agaricoid forms with hemiangiocarpous basidiomes. Presumably, the taxonomic diversity of this group at the genus level has been fully revealed, but the species diversity has not been sufficiently studied yet.

Keywords: biodiversity, bird’s nest fungi, earthstars, fungi, gasteroid basidiomycetes, hypogeous fungi, macromycetes, puffballs, stinkhorns, systematics