

УДК 582.287

ПЕРВАЯ НАХОДКА *PHALLUS ULTRADUPLICATUS* (PHALLACEAE, BASIDIOMYCETES) В РОССИИ

Ю.А. Ребриев¹, Д.В. Агеев², Л.Ю. Кокаева³, О.Н. Ярославцева⁴

Статья посвящена первой находке гастероидного базидиомицета *Phallus ultraduplicatus* в России. Рассмотрены вопросы таксономического статуса веселки с индузием в Европе и в России. Приведены краткое описание *Phallus ultraduplicatus* и его основные отличия от морфологически близких видов. Найденный таксон предположительно широко распространен в азиатской части России. Вид морфологически очень сходен с описанным в 1936 г. *Dictyophora sibirica* и может оказаться синонимом последнего. Для прояснения таксономического статуса *Phallus ultraduplicatus* и распространения таксона в России необходимы дальнейшие исследования с применением молекулярно-генетических методов.

Ключевые слова: *Dictyophora*, *Phallaceae*, гастеромицеты, геноидентификация, новые находки.

Род *Phallus* Junius ex L., или Веселка – широко распространенный род базидиальных грибов. Необычная форма плодовых тел стала причиной выбора родового названия. Максимальное видовое разнообразие отмечается в Китае и Юго-Восточной Азии. Форма и характер поверхности шляпки, цвет шляпки, ножки, вольвы и мицелиальных тяжей – важные признаки, используемые во внутриродовой таксономии и видовой идентификации (Kreisel, 1996). Наличие сеточки, или индузия, считалось ранее отличительным признаком близкого рода *Dictyophora* Desv. (Cunningham, 1944). Однако были описаны и внутривидовые таксоны с рудиментарным индузием в роде *Phallus*, например *P. impudicus* f. *subindusiatus* Pilat (Flora ČSR, 1958). В конце XX в. было предложено включить виды рода *Dictyophora* в состав *Phallus sensu lato* (Kreisel, 1996), при этом виды с индузием были помещены в подроды *Endophallus* (индузий рудиментарный) и *Phallus* (индузий есть, но может отсутствовать).

Наиболее полный определительный ключ содержится в работе «A tentative key to identify the species of *Phallus*» (Calonge, 2005). После 2005 г. были описаны еще несколько новых для науки видов. Всего известны более 30 видов этого примечательного рода.

Видовое разнообразие рода *Phallus* в Европе невелико. Здесь отмечены 2 вида, не имеющие индузия: *P. impudicus* и *P. hadriani*. Достаточно редкая форма *P. impudicus* f. *subindusiatus* с очень коротким (не более 2 см) индузием описана в Чехии (Flora ČSR, 1958). Изредка отмечаются экземпляры с достаточно длинным (до 4–5 см) индузием. Такие экземпляры поначалу определялись либо как *P. duplicatus* (\equiv *Dictyophora duplicata*) (Ulbrich, 1932; Flora ČSR, 1958; Перова, Горбунова, 2001; Дудка и др., 2004), либо как *P. impudicus* var. *togatus* (Pegler et al., 1995). Эта позиция нашла отражение и в Красной книге Российской Федерации, где *P. duplicatus* указан как редкий, но достаточно распространенный на территории РФ вид (Ребриев, 2008).

Подробное морфологическое исследование европейских образцов позволило выявить их явные отличия от *P. duplicatus* и описать новую вариацию *P. impudicus* var. *pseudoduplicatus* (Andersson, 1989). По мнению Крайзеля, данная вариация распространена не только в Европе, но также в Африке и предположительно в Азии (Kreisel, Hausknecht, 2009). Полагаясь на эту информацию, воспринятую некритично, мы предварительно определяли образцы с коротким индузием из разных регионов России как *P. impudicus* var. *pseudoduplicatus*. Од-

¹ Ребриев Юрий Александрович – вед. науч. сотр. Южного научного центра РАН, канд. биол. наук (rebriev@yandex.ru); ² Агеев Дмитрий Викторович – ст. специалист технической поддержки ООО «Сигнатек» (dim@diamondsteel.ru); ³ Кокаева Людмила Юрьевна – науч. сотр. кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (kokaeva@gmail.com); ⁴ Ярославцева Ольга Николаевна – сотр. Института Систематики и Экологии Животных (ИСиЭЖ СО РАН) (yarosl@inbox.ru).

нако, учитывая значительное таксономическое разнообразие рода *Phallus* в Азии, в том числе наличие нескольких видов с индузием, мы сделали заключение о необходимости ревизии материала (Светашева и др., 2017). Этот вывод подкреплялся тем, что существуют некоторые незначительные морфологические отличия у плодовых тел азиатских образцов (в частности, их размеры немного меньше в ряде случаев). Открытым остается вопрос и об истинном таксономическом статусе *Dictyophora sibirica* Lavrov, описанном из окрестностей Томска, Республики Алтай (Лавров, 1936) и отнесенном в синонимы *P. duplicatus* (Васильков, 1954). В оригинальном описании Н.Н. Лавровым не указаны голотип и местонахождение изученных образцов. В Микологическом гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН хранится образец LE 1582, информация на этикетке которого идентична одной из двух указанных Н.Н. Лавровым находок. Этот образец, собранный в окрестностях Томска в 1933 г., выбран нами в качестве лектотипа. Представляется необходимым дальнейшее изучение материала с применением молекулярно-генетических методов.

Сложность достоверной идентификации образцов *Phallus* заключается в том, что зрелые плодовые тела очень недолговечны. После того, как спороносная часть (глеба) обнажается, она за очень короткое время (обычно менее суток) частично съедается привлеченными специфическим запахом насекомыми, частично прилипает к их телам и разносится в разных направлениях. Оставшееся плодовое тело быстро разрушается беспозвоночными и загнивает. Даже собранное в хорошем состоянии плодовое тело при гербаризации сильно меняет форму и окраску, в связи с чем желательнее провести фотофиксацию плодоношения в естественных условиях. Взятие образца для ДНК-анализа при таких условиях затруднено. Для анализа пригодны только такие части, как глеба и мицелиальные тяжи, но в обоих случаях крайне велик риск контаминации чужеродной ДНК. В этих целях удобнее использовать нераскрытые базидиомы, но при их гербаризации мы не можем получить практически никакой информации о морфологии. Поэтому для достоверного определения видовой принадлежности образцов *Phallus* требуется наличие нескольких базидиом разной степени зрелости и их фотофиксация.

В 2017 г. в Новосибирске было найдено несколько плодовых тел *Phallus* sp. с коротким ин-

дузием (рисунок). Поскольку раскрытые плодовые тела были уже на разной стадии загнивания и спороносная часть (глеба) отсутствовала, осуществить гербаризацию не удалось, проведена только их фотофиксация. Нераскрытые тела были собраны для дальнейшего изучения.

Материалы и методы

Морфология

Сушку нераскрытых плодовых тел проводили при комнатной температуре. Морфологические признаки раскрытых плодовых тел (цвет, форма, размеры) изучали по фотоснимкам. Образец хранится в личной коллекции Ю.А. Ребриева (YuR). Споры брали из гербаризованного нераскрытого плодового тела. Их изучали в 5%-м водном растворе КОН с помощью светового микроскопа «Микмед-6».

Выделение ДНК, ПЦР, секвенирование

Небольшой фрагмент мицелия растирали в пробирке с шариками оксида циркония в ротационном гомогенизаторе «Precellys Evolution». Выделение ДНК проводили с использованием СТАВ-буфера [0,5 М NaCl, 10 мМ Tris-HCl (pH 7,5), 10 мМ EDTA, 2% (w/v) СТАВ] по стандартному протоколу экстракции (Griffith, Shaw, 1998). Для амплификации рДНК, включающей фрагмент гена 18S, внутренний транскрибируемый спейсер ITS1, ген 5.8S, внутренний транскрибируемый спейсер ITS2 и фрагмент гена 28S, были использованы универсальные праймеры ITS1 и ITS4 (TCCGTAGGTGAACCTGCGG/TCCCTCCGCTTATTGATATGC) с применением стандартных ПЦР-протоколов (White et al, 1990).

ПЦР проводили, используя готовые наборы «PCR core» компании «Изоген». Режим амплификации: 96 °С – 3 мин, 30 циклов: 1) 94 °С – 30 с; 2) 55 °С – 30 с; 3) 72 °С – 30 с; 72 °С – 3 мин. Хранение осуществляли при +4 °С. Разделение фрагментов ДНК, полученных в результате амплификации, проводили стандартным электрофорезом в 1,5%-м агарозном геле с добавлением EtBr. В качестве буферной системы использовали Tris-борат-ЭДТА-буфер (ТВЕ). После электрофореза гели анализировали в УФ-свете. Ампликон экстрагировали из геля с помощью набора «CleanUp» компании «Евроген». Секвенирование последовательностей проводила компания «Евроген». ДНК секвенировали с помощью набора реактивов «BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit» («Applied Biosystems», США) на автомати-



Плодовое тело *Phallus ultraduplicatus* YuR 3374

ческом секвенаторе «Applied Biosystems 3730 xl» («Applied Biosystems», США). Полученные последовательности нуклеотидов применяли для поиска соответствия в GenBank для видового определения с использованием программы BLASTn.

Результаты

В 2018 г. была проведена молекулярно-генетическая идентификация образца, собранного в Новосибирске и хранящегося в личной коллекции Ю.А. Ребриева (YuR). Результаты секвенирования участка ITS1-5.8S-ITS2 р-ДНК показали практически полную идентичность нашего образца *Phallus ultraduplicatus* (рисунок). Последний вид, недавно описанный в Китае из провинции Ляонин (Adamcik et al., 2015), морфологически сходен с *P.*

impudicus var. *pseudoduplicatus*. Ниже приведено краткое описание *P. ultraduplicatus*, сделанное по данным типового описания.

Phallus ultraduplicatus X-D Yu, Wei Lv, Shu-Xia Lv, Xu-Hui Chen, Qin Wang, Crypt. Mycol. 36(2): 146, 2015.

Нераскрытые базидиомы яйцевидные до субшаровидных, их размер составляет (7–8) × (8–9) см, часто покрыты прижатыми войлочными красноватыми чешуйками, с беловатым ветвящимся ризоморфом (диаметр 2–3 мм).

Раскрытые базидиомы имеют высоту 19–25 см. Ножка цилиндрическая, белая, полая, ячеистая. Головка коническая, 4–5 см высотой, с перфорированным диском диаметром 3–5 мм в верхней части, глубоко сетчато-ячеистая,

Сравнение таксономически значимых признаков обсуждаемых видов

	Длина индузия, мм	Ячей индузия	Перидий	Споры, мкм
<i>P. ultraduplicatus</i>	20–40	ячей уменьшаются в диаметре по направлению к нижнему краю	часто покрыт прижатыми красноватыми чешуйками, от беловато-кремового до красноватого	(4,0–5,0) × (1,5–2,0)
<i>P. impudicus</i> var. <i>pseudoduplicatus</i>	40–50	широкие многоугольные	белый до светло-кремового, гладкий	(4,0–5,6) × (1,8–2,8)
<i>D. sibirica</i>	15–20 (соединен с ножкой более рыхлой тканью)	неправильные, округлые, у края 0,5–1,0 мм, в середине вытянутые вертикально, 2,5–3 мм	белый	(3,0–4,0) × 2,0

белая под глебой. Глеба коричневато-оливковая до темно-зеленовато-оливковой, слизистая. Запах сильный, неприятный. Индузий 2–4 см длиной, хрупкий, с многоугольными ячейками, постепенно уменьшающимися в размерах книзу. Вольва желатинозная, от беловато-кремовой до красноватой.

Базидиоспоры имеют размер (4,0–5,0) × (1,5–2,0) мкм, эллипсоидные, гладкие, тонкостенные, гиалиновые.

Изученный материал. 54°83' с.ш., 83°12' в.д., Новосибирская обл., Новосибирск, ЦСБС СО РАН, дубовая посадка, на почве. 29.VII 2017 Д.В. Агеев. YuR 3374, GenBank MK965097.

Обсуждение

Идентичность нуклеотидных последовательностей маркерных участков nrITS1-5.8S-ITS2 свидетельствует в пользу принадлежности нашего образца виду *P. ultraduplicatus*. Небольшое отличие заключается в наличии упоминаемых в описании красноватых чешуек на перидии и иногда красновато окрашивающейся вольвы. Изученный

нами образец морфологически очень сходен с *P. ultraduplicatus*, а отмеченные различия могут быть результатом внутривидовой изменчивости. В то же время морфологические признаки доступных нам образцов с коротким индузием очень точно совпадают и с описанием *Dictyophora sibirica*. Однако вопрос, являются *P. ultraduplicatus* и *D. sibirica* самостоятельными видами или синонимами, не может быть решен без молекулярно-генетического анализа типового материала последнего. Сравнение таксономически значимых признаков обсуждаемых видов приведено в таблице.

Имеющиеся в личной коллекции Ю. Ребриева образцы рода *Phallus* позволяют сделать вывод, что обнаруженный вид может быть достаточно широко распространен в азиатской части России. Так, морфологически идентичные образцы собраны не только в Новосибирской обл., но и в Красноярском, Приморском, Хабаровском краях, в Иркутской и Томской областях. Тем не менее, делать уверенные выводы преждевременно до проведения более масштабных молекулярных исследований с привлечением доступного материала.

Работа Ю.А. Ребриева подготовлена в рамках реализации госзадания ЮНЦ РАН (проект № АААА-А19-119011190176-7).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[REFERENCES]

- Васильков Б.П. О некоторых интересных и новых видах гастеромицетов в СССР // Тр. БИН им. В.Л. Комарова АН СССР. 1954. Сер. 2. Вып. 9. С. 447–464 [Vasil'kov B.P. O nekotorykh interesnykh i novykh vidakh gasteromitsetov v SSSR // Trudy BIN im. V.L. Komarova AN SSSR, 1954. Ser. 2. Vyp. 9. S. 447–464].
- Дудка І.О. Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Придюк М.П., Джэган В.В., Ісіков В.П. Гриби природних зон Криму. Київ, 2004. 452 с. [Dudka I.O. Gelyuta V.P., Tikhonenko Yu. Ya., Andrianova T.V., Gaiova V.P., Pridyuk M.P., Dzhangan V.V., Isikov V.P. Gribi prirodnikh zon Krimu. Kiiv, 2004. 452 s.].
- Лавров Н.Н. Новый представитель сибирской микологической флоры *Dictyophora sibirica* n. sp. // Тр. биологического научно-исследовательского института, 1936. Т. 2. С. 41–47 [Lavrov N.N. Novyi predstavitel' sibirskoi mikologicheskoi flory *Dictyophora sibirica* n. sp. // Trudy biologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta, 1936. T. 2. S. 41–47].
- Перова Н.В., Горбунова И.А. Макромицеты юга Западной Сибири. Новосибирск, 2001. 157 с. [Perova N.V., Gorbunova I.A. Makromitsety yuga Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk, 2001. 157 s.].
- Ребриев Ю.А. Сетконоска sdvoennaya – *Dictyophora duplicata* (Bosc) E. Fisch. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М., 2008. С. 775 [Rebriev Yu.A. Setkonoska sdvoennaya – *Dictyophora duplicata* (Bosc) E. Fisch. Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii (Rasteniya i griby). M., 2008. S. 775].
- Светашева Т.Ю., Ребриев Ю.А., Воронина Е.Ю., Коваленко А.Е., Булах Е.М., Горбунова И.А., Кияшко А.А., Кудашова Н.Н., Морозова О.В., Переведенцева Л.Г., Саркина И.С., Ширяева О.С. Предложения в новое издание Красной книги РФ: агарикоидные и гастероидные базидиомицеты // Современная микология в России. Мат-лы IV Съезда микологов России, 2017. Т. 6. С. 156–157 [Svetasheva T.Yu., Rebriev Yu.A., Voronina E.Yu., Kovalenko A.E., Bulakh E.M., Gorbunova I.A., Kiyashko A.A., Kuda-shova N.N., Morozova O.V., Perevedentseva L.G., Sarkina I.S., Shiryayeva O.S. Predlozheniya v novoe izdanie Krasnoi knigi RF: agarikoidnye i gasteroidnye bazidiomitsety // Sovremennaya mikologiya v Rossii. Materialy IV S'ezda mikologov Rossii, 2017. T. 6. S. 156–157].
- Adamčík S., Cai L., Chakraborty D., Chen X.-H., Cotter H. Van T., Dai D.-Q., Dai Y.-C., Das K., Deng C., Ghobad-Nejhad M., Hyde K.D., Langer E., Latha K.P.D., Liu F., Liu S.-L., Liu T., LV W., LV S.-X., Machado A.R., Pinho D.B., Pereira O.L., Prasher I.B., Rosado A.W. C., Qin J., Qin W.-M., Verma R.K., Wang Q., Yang Z.-L., Yu X.-D., Zhou L.-W. & Buyck B. Fungal Biodiversity Profiles 1–10. Cryptogamie, Mycologie. 2015. Vol. 36. N 2. P. 21–166.
- Andersson O. The distribution and ecology of *Phallus impudicus* in the Nordic countries // Svensk Botanisk Tidskrift. 1989. Vol. 83. N 4. P. 219–41.
- Calonge F.D. Clave provisional para identificar las especies de *Phallus* [A tentative key to identify the species of *Phal-*

- lus] // Boletín de la Sociedad Micológica Madrid. 2005. Vol. 29. P. 9–18.
- Cunningham G.H. The Gasteromycetes of Australia and New Zealand. John Mcindoe, Dunedin, N.Z. 1944. P. 90–98.
- Flora ČSR. B. 1. Gasteromycetes (Ed. A. Pilat). Praha, 1958. 836 p.
- Kreisel H. A preliminary survey of the genus *Phallus* sensu lato // Czech Mycology. 1996. Vol. 48. P. 273–81.
- Kreisel H., Hausknecht A. The gasteral Basidiomycetes of Mascarenes and Seychelles 3. Some recent records. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde. 2009. Vol. 18. P. 149–159.
- Pegler D.N., Laessøe T., Spooner B.M. British puffballs, earthstars and stinkhorns. An account of the British Gasteroid fungi. mRoyal Botanic Gardens. Kew, 1995. 255 p.
- Ulbrich E. *Dictyophora duplicata* (Bosc) E.Fischer, ein für Europa neuer Vertreter der Phallaceae. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1932. Vol. 50. P. 359–366.

Поступила в редакцию / Received 29.05.2019
Принята к публикации / Accepted 16.01.2020

THE FIRST RECORD OF *PHALLUS ULTRADUPLICATUS* (PHALLACEAE, BASIDIOMYCETES) IN RUSSIA

Y.A. Rebriev¹, D.V. Ageev², L.Y. Kokaeva³, O.N. Yaroslavtseva⁴

The paper is devoted to the first record of *Phallus ultraduplicatus* in Russia. Some views on the taxonomic position of *Phallus* specimens with indusium collected in Europe and Russia are discussed. Short description of *Phallus ultraduplicatus* is given with the differences from morphology similar species. This species looks like broadly distributed in Asian part of Russia. *Dictyophora sibirica* described in 1936 and very similar in morphology with *Phallus ultraduplicatus*. For clarification of taxonomic relationships of *Dictyophora sibirica* and *Phallus ultraduplicatus* further studies using molecular-genetic methods are needed.

Key words: *Dictyophora*, *Phallaceae*, gasteromycetes, genetic identification, new finds.

Acknowledgement. The Yu. Rebriev's research was carried out within the frame of the government assignment for South Science Center RAS (project AAAA-A19-119011190176-7 «Structural and functional organization and dynamics of plane landscape biocoenoses of the south part of Russia in the conditions of climate change and anthropogenic impact»).

¹ Rebriev Y.A., Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, (rebriev@yandex.ru); ² Ageev D.V., “Signatek” (dim@diamondsteel.ru); ³ Kokaeva L.Y., Lomonosov Moscow State University (kokaeval@gmail.com); ⁴ Yaroslavtseva O.N., Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS (yarosl@inbox.ru).