# ***Inocybe stellatospora* и *I. teraturgus* (Inocybaceae, Agaricales) — первые находки плодовых тел на территории России**

М. А. Паламарчук, Д. В. Кириллов, Д. М. Шадрин

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия
*Автор для переписки*: М. А. Паламарчук, palamarchuk@ib.komisc.ru

**Резюме.** Приводятся сведения о первых находках для территории России плодовых тел двух видов рода *Inocybe* (*I. stellatospora* и *I. teraturgus*). Плодовые тела этих видов были собраны в Республике Коми в предгорьях и горах западного макросклона Приполярного (национальный парк «Югыд ва») и Северного (Печоро-Илычский заповедник) Урала. Анализ нуклеотидных последовательностей (ITS1-5.8s rRNA-ITS2) образцов *I. stellatospora* и *I. teraturgus* подтвердил правильность их определения по морфологическим признакам. Приводятся детальные описания выявленных видов, фотографии микропризнаков, обсуждаются различия с морфологически схожими видами.

**Ключевые слова:** *Inocybe*, ITS, биоразнообразие, ДНК-штрихкодирование, особо охраняемые природные территории, национальный парк «Югыд ва», Печоро-Илычский заповедник, Республика Коми, Урал.

# *Inocybe stellatospora* and *I. teraturgus* (Inocybaceae, Agaricales) — the first records of basidiomes in Russia

M. A. Palamarchuk, D. V. Kirillov, D. M. Shadrin

Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
*Corresponding author*: M. A. Palamarchuk, palamarchuk@ib.komisc.ru

**Abstract.** Here we present information about the first findings of basidiomes of two species of the genus *Inocybe* (*I. stellatospora*, *I. teraturgus*) in Russia. The species were collected in the foothills and mountains of the western macroslope of the Subpolar and Northern Urals, on the territory of two protected areas: Yugyd Va National Park and Pechoro-Ilychsky Reserve (Komi Republic). Analysis of the ITS1-5.8s rRNA-ITS2 sequences of *I. stellatospora* and *I. teraturgus* samples confirmed their identification by morphological features. The article provides morphological descriptions of the species, photographs of microscopic features as well as discusses differences with morphologically similar species.

**Keywords:** *Inocybe*, biodiversity, DNA barcoding, ITS, protected areas, Komi Republic, Pechoro-Ilychsky Reserve, Urals, Yugyd Va National Park.

Род *Inocybe* (Fr.) Fr. — самый крупный в семействе Inocybaceae Jülich, насчитывающий около 850 видов (Matheny *et al.*, 2019). Его представители встречаются на всех континентах, кроме Антарктиды. Число видов постоянно увеличивается, поскольку описываются новые таксоны (Cripps *et al.*, 2020; Bandini *et al.*, 2022). За последние пять лет на основании молекулярных

https://doi.org/10.31111/nsnr/2023.57.1.43
Received: 23 December 2022 Accepted: 10 March 2023 Published: 2 April 2023

данных было описано более 200 новых видов этого рода (Bandini *et al.*, 2022). Согласно современной концепции рода *Inocybe* (Matheny *et al.*, 2019), для его представителей характерно наличие плевроцистид, чаще всего толстостенных с кристаллами на вершине (или редко вторично утраченных, тогда споры бугорковидные или удлиненно-эллипсоидальные), гиалиновых базидий, миндалевидных (реже эллиптических или шаровидных), угловатых, узловатых или шиповатых базидиоспор. Почти все виды рода образуют эктотрофную микоризу с различными деревьями и кустарниками и, как правило, не специализированы в отношении какой-либо определенной породы (Matheny *et al.*, 2019).

В 2020 г. в ходе полевых исследований в бассейне р. Торговая (национальный парк «Югыд ва», Приполярный Урал, Республика Коми) на болоте среди *Sphagnum* sp. были собраны образцы рода *Inocybe*, определенные по морфологическим признакам как *Inocybe teraturgus* M. M. Moser. Этот вид является одним из четырех представителей группы *I. lanuginosa*, встречающихся в Европе (*I. lanuginosa* (Bull.) P. Kumm., *I. leptophylla* G. F. Atk., *I. teraturgus*, *I. stellatospora* (Peck) Massee). Виды этой группы характеризуются плодовыми телами с коричневой волокнисто-чешуйчатой поверхностью шляпки и ножки, а также спорами с хорошо выраженными бугорковатыми выступами (Matheny, Kropp, 2001). Внешне, по макроморфологическим признакам, эти виды очень схожи. Различия внутри группы основаны на размере спор, форме и размере плевроцистид, а также связаны с экологическими особенностями местообитаний грибов. Дополнительно были проанализированы образцы рода *Inocybe*, со схожими морфологическими признаками, собранные на территории Республики Коми и хранящиеся в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). В результате были определены еще три вида из этой группы: *I. lanuginosa, I. leptophylla, I. stellatospora*.

Плодовые тела только двух видов этой группы (*Inocybe lanuginosa* и *I. leptophylla*) были отмечены в России ранее (Nezdoiminogo, 1996; Bolshakov *et al.*, 2021). Сведения о находках *I. teraturgus* на территории России в базе данных GBIF основаны на метагеномном исследовании почвенных проб: нуклеотидные последовательности (ITS1-5.8s-ITS2) этого вида недавно обнаружены в четырех образцах почвы с территории Магаданской обл. (PlutoF..., 2023). По мнению ряда авторов, информация таких исследований не позволяет ответить на вопросы, на какой стадии жизненного цикла находится таксон (пропагула, части гиф и др.) и интегрирован ли этот вид в данное сообщество, а для достоверного подтверждения присутствия вида на определенной территории обязательно наличие ваучерных экземпляров плодовых тел с полным описанием морфологических признаков (Zamora *et al.*, 2018; Malysheva, Malysheva, 2022). Таким образом, наше исследование доказывает обнаружение *I. teraturgus* на территории России по изученным плодовым телам. Еще один вид данной группы — *I. stellatospora* впервые отмечен для территории России.

Проведенный молекулярно-генетический анализ последовательностей ITS (ITS1-5.8s-ITS2) образцов *Inocybe stellatospora* и *I. teraturgus* подтвердил правильность их идентификации по морфологическим признакам. В статье представлено описание плодовых тел, уточнены отличительные особенности их морфологии, приведены иллюстрации микроструктур, даются сведения о распространении и экологии этих видов.

**Материал и методы**

Материалом для данной статьи послужили образцы рода *Inocybe*, хранящиеся в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Все они были собраны в результате полевых исследований в 2001–2020 гг. в предгорьях и горах западного макросклона Приполярного и Северного Урала, в Интинском, Вуктыльском и Троицко-Печорском районах Республики Коми. Для мест сбора образцов определяли географические координаты в системе WGS 84. Материал гербаризировали по стандартной методике (Gerbarnoe..., 1995; Mueller *et al.*, 2004). Описание макропризнаков плодовых тел проводили в полевых условиях на свежих образцах. Камеральные работы по идентификации образцов осуществляли в отделе флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Микроскопические признаки базидиом изучали с использованием традиционных реактивов (5%-ный раствор KOH). Размеры всех микроструктур оценивались на основании не менее 20 измерений для каждого образца. В описании спор Q означает отношение длины споры к ее ширине. Изображения микроморфологических признаков получены цифровой камерой Moticam S12 на микроскопе Olympus CX43 (Olympus, Япония).

Тотальную ДНК из высушенных образцов грибов выделяли с помощью набора «ДНК-Экстран-3» (Синтол, Россия), в соответствии с инструкциями производителя. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в 50 мкл смеси содержащей 10 мкл Screen Mix (Евроген, Россия), 10 мкл каждого праймера (0.3 мкМ) (Евроген, Россия), 18 мкл ddH2O (Панэко, Россия) и 2 мкл ДНК-матрицы (1 ÷ 100 нг). Последовательности ITS ядерной ДНК амплифицировали с использованием праймеров — ITS-1F (5’-CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA-3’) и ITS-4B (5’-TCCTCCGCTATGATATGC-3’), общепринятых для грибов (Gardes, Bruns, 1993).

Амплификация ITS фрагмента включала предварительную денатурацию в течение 5 мин. при температуре 95 °C и далее 35 циклов, включающих: денатурацию 60 сек. при температуре 95 °C, отжиг праймеров 30 сек. при температуре 55 °C и элонгацию 40 сек. при температуре 72 °C, с окончательной элонгацией 5 мин. при температуре 72 °C. Продукты реакции амплификации разделяли методом электрофореза в 1.3%-ном агарозном геле в 1 × TAE (трисацетатном) буферном растворе с бромистым этидием, для визуализации использовали трансиллюминатор UVT-1 («Биоком», Москва). В качестве маркера длины фрагментов ДНК использовали 100 bp Ladder DNA marker (100 bp-1000 bp) (Евроген, Россия).

Для очистки полученного продукта реакции амплификации использовали набор «ColGen» (Синтол, Россия). Концентрацию ДНК и ПЦР продуктов измеряли на флуориметре Qubit 3 (Invitrogen, США). Секвенирование проводилось с использованием набора реагентов ABI Prism BigDye Terminator v. 3.1 на приборе НАНОФОР 05 (Синтол, Россия).

Нуклеотидные последовательности выравнивали с помощью алгоритма ClustalW и редактировали вручную в программном пакете Mega 7.0 (MEGA software development team, США). Полученные в результате работ нуклеотидные последовательности были депонированы в международной базе GenBank (2022). В качестве сравнительного материала были использованы общедоступные ITS последовательности видов рода *Inocybe*, взятые из международных баз GenBank (2022), BOLD (2022) и UNITE (2022).

Молекулярно-генетические исследования проводили с использованием оборудования ЦКП «Молекулярная биология» Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

## Результаты и обсуждение

**Inocybe stellatospora** (Peck) Massee, 1904, Ann. Bot. (Oxford), 18: 469. (Fig. 1)

Шляпка 1.5–4 см в диам., выпуклая до распростертой с широким низким бугорком, коричневая, темно-коричневая или темно-бурая, с радиально прижато волокнисто-мелкочешуйчатой поверхностью, по краю волокна расходятся и видна светло-коричневая мякоть. Кортина имеется, но заметна только у очень молодых плодовых тел, быстро исчезает, светло-коричневая. Пластинки приросшие зубцом, беловатые, сероватые, затем коричневые, темно-бурые с более светлым краем. Ножка 2.5–5 × 0.3–0.6 см, продольно волокнисто-мелкочешуйчатая, от светло- до темно-коричневой или темно-бурой, со слегка расширенным основанием. Мякоть светло-коричневая или коричневая. Запах слегка сперматический или не выражен.

Базидии 4-х споровые, булавовидные, 31–34 × 8–10 мкм. Споры (7)8–9(10) × (5)5.5–6.5(8) мкм, Q = 1.2–1.8, овальные, с отчетливыми бугорками, охристо-коричневые. Плевроцистиды 52–75(80) × 12–22 мкм, бутылковидные или веретеновидные, иногда с кристаллами на вершине; толщина стенок до 1 мкм. Хейлоцистиды 42–89 × 15–25 мкм, многочисленные, похожи на плевроцистиды, широко веретеновидные, бутылковидные. Парацистиды 20–29 × 9–14 мкм, от булавовидных до округлых. Каулоцистиды 39–61 × 10–16 мкм, цилиндрические, булавовидные, веретеновидные, расположены только в самой верхней части ножки. Пряжки имеются.

Изученные образцы. **Россия,** Республика Коми, Интинский р-н, национальный парк «Югыд ва», хребет Западные Саледы, район Межгорных озер, 65.25707°N, 59.66317°E, заболоченный участок в лиственничном редколесье, среди *Sphagnum* sp., 31 VII 2012, *Паламарчук*, SYKOf 1721 (GenBank nrITS OP821369) [ранее опубликован как *Inocybe lanuginosa*

(Palamarchuk, 2016)]; там же, хребет Обеиз, 65.56112°N, 59.57297°E, горная тундра, на почве, 4 VIII 2015, *Паламарчук*, SYKOf 2436 (GenBank nrITS OP821370); Троицко-Печорский р-н, Печоро-Илычский заповедник, окр. кордона Шежим Печорский, 62.09794°N, 58.41414°E, осиново-березовый травяной лес, на почве на тропинке, 7 VIII 2001, *Паламарчук*, SYKOf 359 (GenBank nrITS OP821371) [ранее опубликован как *I. lanuginosa* (Bull.) P. Kumm. (Palamarchuk, 2012)]; там же, 6 км вверх по р. Печора от кордона Шежим Печорский, окр. стационара Гаревка Левобережная, 62.06090°N, 58.46780°E, ельник чернично-зеленомошный, на почве на тропинке, 10 VIII 2002, *Паламарчук*, SYKOf 360 (GenBank nrITS OP821372) [ранее опубликован как *I. lanuginosa* (Palamarchuk, 2012)]; там же, 62.06993°N, 58.44781°E, ельник папоротниково-зеленомошный, на почве на тропинке, группой, 7 VIII 2003, *Паламарчук*, SYKOf 363 (GenBank nrITS OP821373); там же, хребет Мань-Хамбо, склон северо-восточной экспозиции, 63.02264°N, 59.18250°E, заболоченный березняк подгольцовый, среди *Sphagnum* sp., 26 VII 2011, *Паламарчук*, SYKOf 4012, SYKOf 4013.

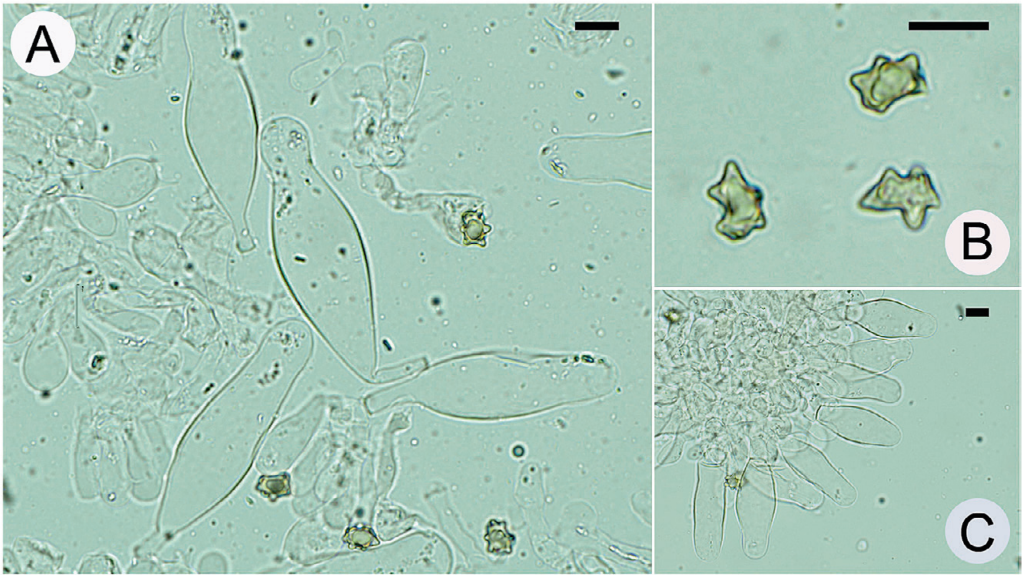


Fig. 1. Микроскопические характеристики *Inocybe stellatospora* (SYKOf 2436) / Microscopic features of *Inocybe stellatospora* (SYKOf 2436).
A — плевроцистиды / pleurocystidia; B — споры / basidiospores; C — хейлоцистиды / cheilocystidia.
Масштабные линейки / Scale bars: 10 µm.

Экология и распространение. Вид встречается в Европе и Северной Америке; обитает в хвойных, реже лиственных лесах; развивается на почве, иногда на гнилой древесине или на почве, среди сфагновых мхов (Matheny, Kropp, 2001). Наши находки *Inocybe stellatospora* — это первое указание вида для России. Следует отметить, что многие образцы этого вида, проанализированные нами, ранее были ошибочно определены как *I. lanuginosa*. Возможно, вид широко распространен по территории России и смешивается с образцами *I. lanuginosa*, поэтому необходим более детальный анализ коллекций *Inocybe lanuginosa* в других гербариях. Все шесть находок вида были сделаны в предгорьях и горах Северного и Приполярного Урала, в хвойных и лиственных лесах, а также в горной тундре, на почве, в том числе две находки — среди сфагновых мхов.

Молекулярные данные. Сравнение полученных нуклеотидных последовательностей нескольких образцов *Inocybe stellatospora* (OP821369–OP821373) (участок ITS1-5.8s rRNA-ITS2) с данными, депонированными в международные базы GenBank и BOLD, с помощью алгоритма BLAST (BLASTblastn — standard nucleotide BLAST), показало 98.9–100% сходство с образцами *I. stellatospora* (табл. 1). В некоторых сиквенсах отмечена разница только по одной–пяти парам оснований. Наибольшее сходство отмечено с образцами из Норвегии (NOBAS1552-15, NOBAS8283-21, NOBAS2071-16) — 99.8–100%, чуть большее различие наблюдается с образцами из Швеции (GBAGA2735-13) — 98.9–99.3%. В целом процент сходства очень высокий, что указывает на правильность идентификации вида по морфологическим признакам.

Плодовые тела других видов рода с волокнисто-чешуйчатой, коричневой поверхностью шляпки и ножки отличаются от *Inocybe stellatospora* формой и размером плевроцистид, либо размером спор: *I. lanuginosa* имеет более толстостенные (толщина стенок до 2 мкм) и короткие (30–56 мкм) плевроцистиды, обратнояйцевидной или яйцевидной формы (Fig. 2), а *I. leptophylla* и *I. teraturgus* имеют более крупные споры.

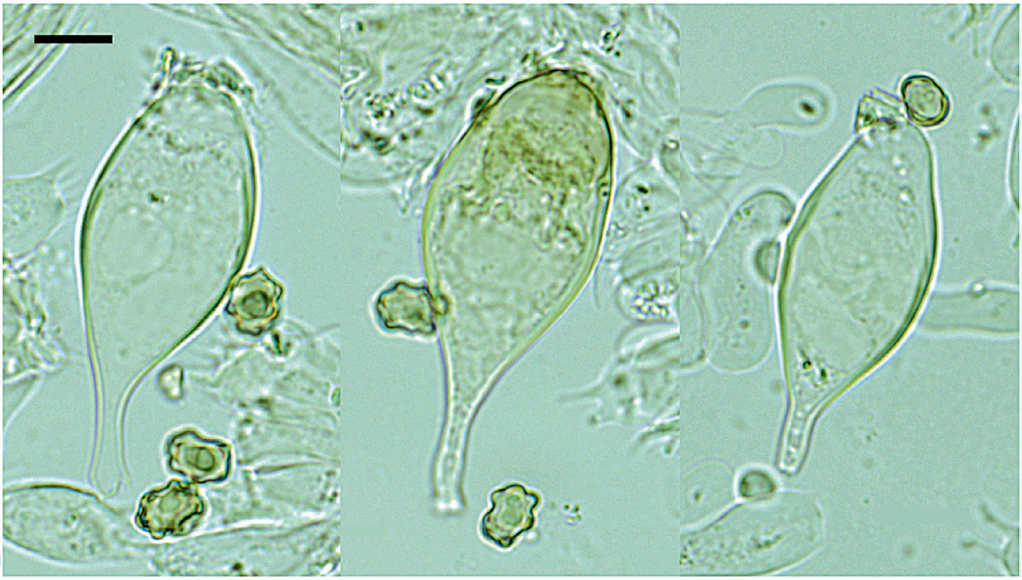

Fig. 2. Плевроцистиды *Inocybe lanuginosa* (SYKOf 1913) / Pleurocystidia of *Inocybe lanuginosa* (SYKOf 1913).
Масштабная линейка / Scale bar: 10 μm.

*Таблица 1*

**Результаты сравнения ITS последовательностей образцов *Inocybe stellatospora* с данными, депонированными в международных базах GenBank и BOLD (алгоритм сравнения blastN)** / Comparison of *Inocybe stellatospora* nrITS sequences from Komi Republic with data deposited in the GenBank and BOLD databases (blastN-analysis)

| Код сиквенса в GenBank<br>GenBank accession number (nrITS) | Код сиквенса в BOLD<br>BOLD accession number (nrITS) | Таксон / Страна<br>Taxon name / Country of origin | Длина сиквенса, п.н.<br>Accession length, bp | Сходство сиквенсов, %<br>Percent identification, % (Match, bp) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **OP821369**, 709 bp | **OP821370**, 750 bp | **OP821371**, 763 bp | **OP821372**, 702 bp | **OP821373**, 746 bp |
| AM882747 | GBAGA2735-13 | *I. stellatospora* / Швеция | 1878 | 99.29% (704/709) | 99.33% (745/750) | 99.2% (744/750) | 99.29% (697/702) | 98.91% (727/735) |
| | NOBAS8173-21 | *I. stellatospora* / Норвегия | 663 | 100% (617/617) | 100% (621/621) | 99.84% (638/639) | 99.84% (616/617) | 99.84% (639/640) |
| | NOBAS5604-18 | *I. stellatospora* / Норвегия | 640 | 100% (617/617) | 100% (621/621) | 99.84% (638/639) | 99.84% (616/617) | 99.84% (639/640) |
| | NOBAS2527-16 | *I. stellatospora* / Норвегия | 640 | 99.84% (616/617) | 99.84% (620/621) | 99.69% (637/639) | 99.68% (615/617) | 99.69% (638/640) |
| | NOBAS1552-15 | *I. stellatospora* / Норвегия | 605 | 100% (605/605) | 100% (605/605) | 99.83% (604/605) | 99.83% (604/605) | 100% (605/605) |
| | NOBAS8174-21 | *I. stellatospora* / Норвегия | 605 | 100% (605/605) | 100% (605/605) | 99.83% (604/605) | 99.83% (604/605) | 100% (605/605) |
| | NOBAS8283-21 | *I. stellatospora* / Норвегия | 605 | 100% (605/605) | 100% (605/605) | 99.83% (604/605) | 99.83% (604/605) | 100% (605/605) |
| | NOBAS2071-16 | *I. stellatospora* / Норвегия | 605 | 100% (605/605) | 100% (605/605) | 99.83% (604/605) | 99.83% (604/605) | 100% (605/605) |
| AM882746 | GBAGA2906-13 | *I. stellatospora* / Швеция | 557 | 99.82% (556/557) | 99.82% (556/557) | 99.82% (556/557) | 99.82% (556/557) | 99.82% (556/557) |
| KX897430 | | *I. stellatospora* / Канада | 642 | 99.68% (616/618) | 99.68% (620/622) | 99.51% (615/618) | 99.51% (615/618) | 99.53% (638/641) |
| KX897445 | | *I. stellatospora* / Канада | 645 | 99.51% (615/618) | 99.52% (619/622) | 99.35% (614/618) | 99.35% (614/618) | 99.38% (637/641) |

Примечание: Полужирным шрифтом выделены изучаемые сиквенсы образцов из Республики Коми.
Note: Bolded GenBank accession numbers shows newly generated sequences for this study.

**Inocybe teraturgus** M. M. Moser, 1992, Persoonia 14(4): 574. (Fig. 3)

Шляпка 1–3.5 см в диам., тупо-коническая, выпуклая до распростертой с небольшим бугорочком, полностью покрыта радиально расположенными волокнистыми чешуйками, светло-коричневая, коричневая, серо-коричневая, в центре более темно окрашенная. Кортина имеется, но заметна только у молодых плодовых тел, светло-коричневая. Пластинки приросшие зубцом, довольно частые, бежевые, затем коричневые, оливково-коричневые, край белый, зубчатый. Ножка 2.5–7 × 0.3–0.5 см, светло-коричневая в верхней части, в нижней части немного темнее. Вся ножка покрыта волокнистыми, продольно расположенными чешуйками. Мякоть светло-коричневая. Запах грибной.

Базидии 4-х споровые, булавовидные, 29–34 × 10–13 мкм. Споры (8.5)10–11.5(13) × (7)8–8.5(9) мкм, Q = 1.2–1.5, овальные с отчетливыми многочисленными округлыми бугорками, охристо-коричневые. Плевроцистиды довольно частые, 42–75 × 13–24 мкм, бутылковидные, веретеновидные, изредка с незначительными кристаллами на вершине; толщина стенок до 1 мкм, на вершине может доходить до 2 мкм. Хейлоцистиды 30–64 × 15–26 мкм, многочисленные, булавовидные, веретеновидные, часто головчато-расширенные в верхней части, без кристаллов; толщина стенок до 1 мкм. Парацистиды 25–30 × 13–15 мкм, булавовидные до грушевидных. Каулоцистиды имеются только в самой верхней

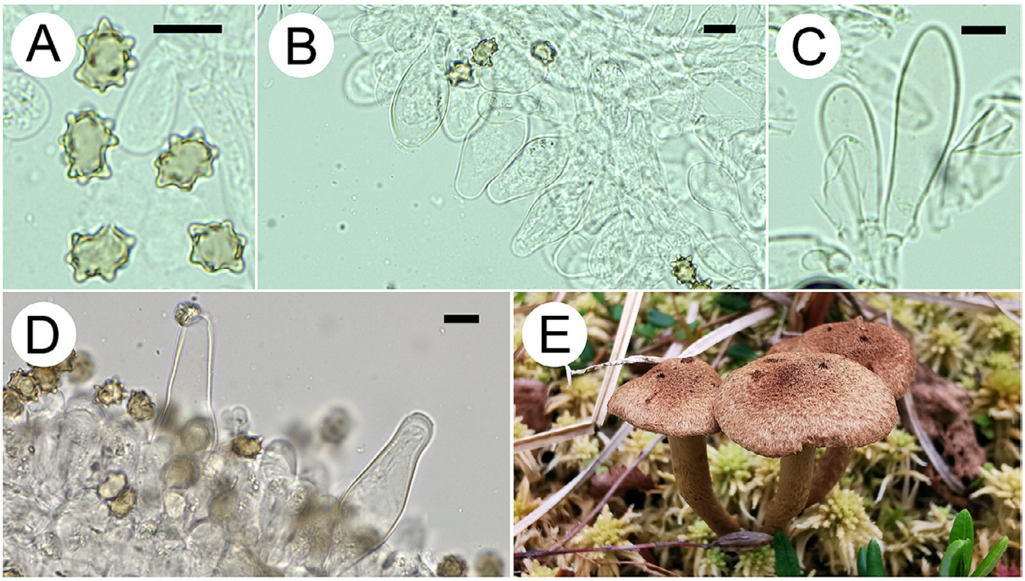


Fig. 3. *Inocybe teraturgus* (SYKOf 2793).
A — споры / basidiospores; B — хейлоцистиды / cheilocystidia; C — каулоцистиды / caulocystidia; D — плевроцистиды / pleurocystidia; E — базидиомы / basidiomes.
Масштабные линейки / Scale bars: 10 µm.

части ножки, расположены пучками, сходны с хейлоцистидами, булавовидные, веретеновидные, 51–62 × 12–21 мкм. Пряжки имеются.

Изученные образцы. **Россия,** Республика Коми, Вуктыльский р-н, национальный парк «Югыд ва», бассейн р. Подчерье, район устья р. Большой Емель, подножие горы Сотчем-парма, 63.49569°N, 58.66338°E, болото с *Pinus sylvestris* L., среди *Sphagnum* sp., 3 VIII 2017, *Паламарчук*, SYKOf 2793 (GenBank nrITS OP821374); там же, бассейн р. Торговая, 64.15106°N, 59.39136°E, болото с *Picea obovata* Ledeb. и *Betula* sp., в зарослях *Betula nana* L., среди *Sphagnum* sp., 29 VII 2020, *Паламарчук*, SYKOf 3352 (GenBank nrITS OP821375); там же, 64.13156°N, 59.38584°E, болото с *Picea obovata* и *Betula* sp., среди *Sphagnum* sp., 29 VII 2020, *Паламарчук*, SYKOf 3385 (GenBank nrITS OP821382).

Экология и распространение. Одиночно или группами среди мхов рода *Sphagnum* на болотах с хвойными и лиственными деревьями в Европе (Швеция, Норвегия, Финляндия) и Северной Америке (Matheny, Kropp, 2001). На основании данных литературы — довольно редкий вид. Находки вида на территории Республики Коми представляют первое указание вида по обнаруженным плодовым телам для России. Совсем недавно нуклеотидные последовательности (ITS1-5.8s-ITS2) этого вида были обнаружены в четырех образцах почвы с территории Магаданской обл. (PlutoF…, 2023). Все три образца, собранные нами, найдены в предгорьях Урала, на болотах с участием сосны, ели и березы, среди *Sphagnum* spp.

Молекулярные данные. Сравнение полученных ITS последовательностей нуклеотидов трех образцов *Inocybe teraturgus* (OP821374, OP821375, OP821382) (участок ITS1-5.8s rRNA-ITS2) с данными, депонированными в международные базы GenBank, BOLD и UNITE, показало 99.2–100% сходство с большинством сравниваемых образцов *I. teraturgus* (табл. 2). В некоторых последовательностях отмечены отличия по трем–четырем парам оснований. В целом выявлено высокое сходство полученных нами последовательностей ITS с аналогичной последовательностью типового образца *I. teraturgus* (GenBank UDB034403) из Швеции — эти последовательности идентичны на 99.2%, отличия выявлены в пяти–шести парах нуклеотидов. Таким образом, высокий процент сходства ITS последовательностей подтверждает правильность идентификации вида по морфологическим признакам.

Вид был описан в 1992 г. из Швеции (Moser, 1992). Согласно описанию, для него характерна короткая (15–30 мм дл.) волокнистая ножка, подобно представителям группы видов *Inocybe dulcamara* (Pers.) P. Kumm. Образцы из Республики Коми отличаются более длинной (25–70 мм) волокнисто-чешуйчатой ножкой, соответствующей описанию данного вида из Северной Америки, где длина ножки составляет 55–130 мм (Matheny, Kropp, 2001).

*Inocybe teraturgus* отличается от других представителей группы довольно крупными спорами со множеством бугорочков (большинство спор больше 9.5 мкм, средняя длина споры 10 мкм), в сочетании с бутылковидными плевроцистидами и произрастанием только среди мхов рода *Sphagnum*. Для *Inocybe leptophylla*

*Таблица 2*

**Результаты сравнения ITS последовательностей образцов *Inocybe teraturgus* с данными депонированными в международных базах GenBank, BOLD и UNITE (алгоритм сравнения blastN)** / Comparison of *Inocybe teraturgus* nrITS sequences from Komi Republic with data deposited in the GenBank, BOLD and UNITE databases (blastN-analysis)

| Код сиквенса в GenBank GenBank accession number (nrITS) | Код сиквенса в BOLD / UNITE BOLD / UNITE accession number (nrITS) | Таксон/ Страна Taxon name/ Country of origin | Длина сиквенса, п.н. Accession length, bp | Сходство сиквенсов, % Percent identification, % (Match, bp) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **OP821374**, 746 bp | **OP821375**, 774 bp | **OP821382**, 794 bp |
| | NO-BAS5842-18 | *Inocybe teraturgus* / Норвегия | 690 | 100% (652/652) | 100% (656/656) | 100% (676/676) |
| JN580887 | GBA-GA12309-15 | *Inocybe teraturgus* / Финляндия | 605 | 100% (605/605) | 100% (605/605) | 100% (605/605) |
| MH366600 | | *Inocybe teraturgus* / Финляндия | 647 | 100% (642/642) | 100% (646/646) | 100% (647/647) |
| MT237481 | | *Inocybe teraturgus* / США | 714 | 99.51% (661/664) | 99.55% (665/668) | 99.57% (687/690) |
| | UDB034403* | *Inocybe teraturgus* / Швеция | 682 | 99.20% | 99.20% | 99.20% |
| | UDB037860* | *Inocybe teraturgus* / Норвегия | 690 | 99.80% | 99.80% | 99.80% |

Примечание: Знаком * — показан UNITE ID — номер сиквенса из базы данных UNITE (https://unite.ut.ee/).

Полужирным шрифтом выделены изучаемые сиквенсы образцов из Республики Коми.

Note: Asterisk* — UNITE accession number (https://unite.ut.ee/).

Bolded GenBank accession numbers shows newly generated sequences for this study.

также характерны крупные споры, однако отсутствуют плевроцистиды, а *I. lanuginosa* и *I. stellatospora* имеют споры мельче (средняя длина споры 8 мкм).

Находки *Inocybe stellatospora* и *I. teraturgus* на территории Республики Коми значительно расширяют известные ареалы этих видов. Поскольку плодовые тела всех видов группы *I. lanuginosa* (*I. lanuginosa, I. leptophylla, I. stellatospora, I. teraturgus*) очень схожи между собой по макроскопическим признакам, надежно различить эти виды можно только по размерам спор, а также наличию, форме и размерам плевроцистид. Для уточнения распространения этих видов на территории России, необходим более детальный и пристальный анализ коллекций образцов рода *Inocybe*, морфологически схожих с *I. lanuginosa*, из других регионов.

## Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Оценка эколого-ценотического, видового и популяционного разнообразия растительного мира ключевых особо охраняемых природных территорий Республики Коми» (№ 122040600026-9).

**References / Литература**

Bandini D., Oertel B., Eberhardt U. 2022. More smooth-spored species of *Inocybe* (Agaricales, Basidiomycota): type studies and 12 new species from Europe. *Persoonia* 48: 91–149. https://doi.org/10.3767/persoonia.2022.48.03

BOLD. Barcode of life data system. 2022. http://www.boldsystems.org/ (Date of access: 15 IX 2022).

Bolshakov S., Kalinina L., Palomozhnykh E., Potapov K., Ageyev D., Arslanov S., Filippova N., Palamarchuk M., Tomchin D., Voronina E. 2021. Agaricoid and boletoid fungi of Russia: the modern country-scale checklist of scientific names based on literature data. *Biological Communications* 66(4): 316–325. https://doi.org/10.21638/spbu03.2021.404

Cripps C. L., Larsson E., Vauras J. 2020. Nodulose-spored *Inocybe* from the Rocky Mountain alpine zone molecularly linked to European and type specimens. *Mycologia* 112(1): 133–153. https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1677419

Gardes M., Bruns T. D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes — application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* 2: 113–118. https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x

GenBank Overview. 2022. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/ (Date of access: 15 IX 2022).

*Gerbarnoe delo: spravochnoe rukovodstvo* [The herbarium handbook]. 1995. Kew: 341 p. [Гербарное дело: справочное руководство. 1995. Кью: 341 с.].

Malysheva E. F., Malysheva V. F. 2022. *Paxillus cuprinus* (Agaricomycota, Boletales, Paxillaceae), first record of basidiomes registered in Russia. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 56(2): 323–332. https://doi.org/10.31111/nsnr/2022.56.2.323

Matheny P. B., Hobbs A. M., Esteve-Raventós F. 2019. Genera of Inocybaceae: New skin for the old ceremony. *Mycologia* 112(1): 83–120. https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1668906

Matheny P. B., Kropp B. R. 2001. A revision of the *Inocybe lanuginosa* group and allied species in North America. *Sydowia* 53(1): 93–139.

Moser M. M. 1992. On two interesting species of *Inocybe* from Sweden. *Persoonia* 14: 571–576.

Mueller G. M., Bills G. F., Foster M. S. 2004. *Biodiversity of Fungi, inventory and monitoring methods*. Watham: 777 p.

Nezdoiminogo E. L. 1996. *Semeistvo Pautinnikovye* [Family Cortinariaceae]. St. Petersburg: 408 p. [Нездойминого Э. Л. 1996. *Семейство паутинниковые*. СПб.: 408 с.]

Palamarchuk M. A. 2012. *Agarikoidnye bazidiomitsety Pechoro-Ilychskogo zapovednika (Severnyi Ural)* [Agaricoid basidiomycetes of the Pechoro-Ilych Reserve (North Urals)]. Syktyvkar: 152 p. [Паламарчук М. А. *Агарикоидные базидиомицеты Печоро-Илычского заповедника (Северный Урал)*. Сыктывкар: 152 с.].

Palamarchuk M. A. 2016. Agaricoid basidiomycetes of the northern part of the National park "Yugyd va" (Subpolar Ural). *Mikologiya i fitopatologiya* 50(1): 24–34. [Паламарчук М. А. 2016. Агарикоидные базидиомицеты северной части национального парка «Югыд ва» (Приполярный Урал). *Микология и фитопатология* 50(1): 24–34].

PlutoF. Global soil organisms. 2023. Occurrence dataset https://doi.org/10.15468/fdpeaw accessed via GBIF.org on 2023-01-30. https://www.gbif.org/occurrence/3976167094 (Date of access: 30 I 2023).

UNITE. 2022. https://unite.ut.ee/ (Date of access: 15 IX 2022).

Zamora J. C., Svensson M., Kirschner R., Olariaga I., Ryman S., Parra L. A., Geml J., Rosling A., Adamčík S., Ahti T. *et al.* 2018. Considerations and consequences of allowing DNA sequence data as types of fungal taxa. *IMA Fungus* 9(1): 167–175. https://doi.org/10.5598/imafungus.2018.09.01.10