УДК 582.284(575.1)

CC BY 4.0

МАКРО- И МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МАКРОМИЦЕТА *LENTINUS TIGRINUS* (BULL.) FR.

[1]Шерманова М. Н. ORCID ID 0009-0002-9319-0642,
[1]Шеркулова Ж. П. ORCID ID 0000-0003-0588-9614,
[2]Узаков З. З. ORCID ID 0000-0001-6284-2383

[1]Каршинский государственный университет, Карши, Республика Узбекистан;
[2]Каршинский государственный технический университет,
Карши, Республика Узбекистан, e-mail: uzakovzafar40@gmail.com

В настоящем исследовании проведено комплексное изучение макроморфологических, микроморфологических и культуральных особенностей макромицета *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr., собранного на территории Кашкадарьинской области Республики Узбекистан. Образцы гриба были собраны на стволах срубленных деревьев родов *Populus* spp. и *Salix* spp. и исследованы по комплексу признаков, включая внешнюю морфологию плодовых тел, морфометрические характеристики базидиоспор, микроморфологию поверхности плодового тела с использованием сканирующей электронной микроскопии, а также культуральные свойства чистого изолята. Установлено, что плодовые тела характеризуются воронковидной шляпкой, поверхность шляпки и ножки покрыта коричневыми чешуйками, а пластинки являются нисбегающими по ножке. Микроморфологический анализ показал, что базидиоспоры бесцветные, гладкостенные, эллипсоидальной или короткоцилиндрической формы. При морфометрическом анализе 30 базидиоспор (n = 30) определено, что их длина составила 6,0–10,4 мкм, ширина – 3,4–5,2 мкм; средняя длина составила 8,54 ± 1,13 мкм, средняя ширина – 4,47 ± 0,50 мкм. Исследование методом сканирующей электронной микроскопии выявило плотный, компактный и складчатый микрорельеф поверхности плодового тела. Культуральные исследования показали, что мицелий *L. tigrinus* на картофельно-декстрозном агаре формирует белые, плотные и воздушные колонии, тогда как в жидкой питательной среде образует гранулированные и ватообразные агрегаты. При культивировании при температуре 25–30 °C, pH 6,0 и скорости перемешивания 140 об./мин. выход мицелиальной биомассы в 100 мл питательной среды составил 0,44 ± 0,04 г (n = 3). Полученные результаты могут рассматриваться как исходная характеристика морфологических и культуральных особенностей изолята *L. tigrinus* и могут быть использованы при планировании последующих исследований его культуральных и биотехнологически значимых свойств.

Ключевые слова: *Lentinus tigrinus,* макроморфология, микроморфология, базидиоспоры, сканирующая электронная микроскопия, чистая культура, мицелий, биотехнология

Благодарности. *Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам Каршинского государственного университета и Каршинского государственного технического университета за оказанную научно-методическую поддержку, содействие в проведении лабораторных исследований и консультации при обработке и интерпретации результатов исследования.*

MACRO- AND MICROMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE MACROFUNGUS *LENTINUS TIGRINUS* (BULL.) FR.

[1]Shermanova M. N. ORCID ID 0009-0002-9319-0642,
[1]Sherkulova J. P. ORCID ID 0000-0003-0588-9614,
[2]Uzakov Z. Z. ORCID ID 0000-0001-6284-2383

[1]Karshi State University, Karshi, Uzbekistan;
[2]Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan, e-mail: uzakovzafar40@gmail.com

This study presents a comprehensive investigation of the macromorphological, micromorphological, and cultural characteristics of the macrofungus *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr., collected in the Kashkadarya Region of the Republic of Uzbekistan. The fungal specimens were collected from the trunks of felled trees belonging to the genera *Populus* and *Salix* and examined based on a range of characteristics, including the external morphology of the fruiting bodies, morphometric characteristics of the basidiospores, the micromorphology of the fruiting body surface using scanning electron microscopy, and the cultural properties of a pure isolate. The fruiting bodies were characterized by a funnel-shaped pileus, a pileus and stipe surface covered with brown scales, and lamellae that were decurrent along the stipe. Micromorphological analysis showed that the basidiospores were hyaline, smooth-walled, and ellipsoidal or short-cylindrical in shape. Morphometric analysis of 30 basidiospores (n = 30) showed a length of 6.0–10.4 μm and a width of 3.4–5.2 μm; the mean length was 8.54 ± 1.13 μm, and the mean width was 4.47 ± 0.50 μm. Examination by scanning electron microscopy revealed a dense, compact, and folded microrelief of the fruiting body surface. Cultural studies showed that the mycelium of *L. tigrinus* formed white, dense, and aerial colonies on potato dextrose agar, whereas in liquid nutrient medium it formed granular and cotton-like aggregates. When cultivated at a temperature of 25–30 °C, pH 6.0, and a shaking speed of 140 rpm, the mycelial biomass yield in 100 mL of nutrient medium was 0.44 ± 0.04 g (n = 3). The results obtained may be considered a baseline characterization of the morphological and cultural features of the *L. tigrinus* isolate and may be useful for planning further studies of its cultural and biotechnologically relevant properties.

Keywords: *Lentinus tigrinus,* macromorphology, micromorphology, basidiospores, scanning electron microscopy, pure culture, mycelium, biotechnology

Acknowledgements. *The authors express their sincere gratitude to the staff of Karshi State University and Karshi State Technical University for their scientific and methodological support, assistance in conducting the laboratory research, and valuable consultations during the processing and interpretation of the research results.*

Введение

Род *Lentinus* относится к отделу *Basidiomycota* и представлен преимущественно сапротрофными грибами, участвующими в разложении древесных остатков [1]. В естественных условиях представители данного рода встречаются на сухостойных стволах деревьев, пнях и разлагающейся древесине [2; 3, с. 4]. Большинство видов распространено в тропических и субтропических регионах и характеризуется экологической пластичностью и способностью адаптироваться к различным условиям окружающей среды [2]. Плодовые тела отличаются плотной и прочной структурой, поверхность шляпки обычно покрыта чешуйками различных оттенков коричневого цвета. Пластинки имеют белую или светло-жёлтую окраску, при этом на поверхности ножки также могут наблюдаться чешуевидные образования [2; 3, с. 4].

Вид *Lentinus tigrinus* отличается от других представителей рода рядом характерных морфологических признаков. В частности, поверхность шляпки покрыта волокнистыми структурами, формирующими рисунок, напоминающий тигровую окраску. Ножка может располагаться центрально или несколько эксцентрично. Пластинки являются нисбегающими по ножке, что рассматривается как один из важных диагностических признаков при идентификации данного вида [3, с. 42].

В последние годы значительно возрос интерес к изучению морфологического разнообразия *L. tigrinus*. В ряде исследований показано наличие у данного вида двух морфологических форм плодовых тел – агарикоидной и секотиоидной. У агарикоидной формы гименофор представлен открытыми пластинками, тогда как у секотиоидной формы в процессе развития ткань плодового тела разрастается от краёв пластинок и постепенно окружает гименофор, в результате чего споры оказываются внутри замкнутой структуры. Наличие этих форм характеризует выраженный морфологический диморфизм *L. tigrinus* [4].

Геномное секвенирование *Lentinus tigrinus* позволило получить дополнительные сведения о генетических механизмах, связанных с формированием агарикоидной и секотиоидной форм плодовых тел, а также о генах, потенциально участвующих в их развитии. Полученные геномные и транскриптомные данные расширяют представления о биологии данного вида и создают основу для последующего изучения механизмов развития плодовых тел [4].

В Республике Узбекистан также проводятся исследования, посвящённые распространению и биотехнологическому потенциалу отдельных видов макромицетов, в частности *Trametes versicolor* [5]. Вместе с тем сведения о морфологических и культуральных особенностях локальных популяций *Lentinus tigrinus* в условиях Узбекистана остаются ограниченными. В связи с этим представляется актуальным комплексное изучение макро- и микроморфологических признаков, морфоанатомических особенностей и культуральных характеристик *Lentinus tigrinus*, включая особенности роста чистых культур на различных твёрдых и жидких питательных средах.

Цель исследования заключалась в комплексном изучении макроморфологических, микроморфологических и культуральных характеристик *Lentinus tigrinus*, выделенного из образцов, собранных на территории Кашкадарьинской области, исследовании микроструктуры плодового тела методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), а также оценке особенностей развития его чистой культуры на твёрдых и жидких питательных средах.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в 2024–2025 гг. на территории Кашкадарьинской области Республики Узбекистан. Материал собирали в марте, апреле и мае на территории села Лангар Камашинского района и города Бешкента Каршинского района. Образцы отбирали из плодовых тел *Lentinus tigrinus*, развивавшихся на стволах срубленных деревьев тополя (*Populus* spp.) и ивы (*Salix* spp.).

В ходе исследования было собрано всего 35 плодовых тел *L. tigrinus*. Из них 16 плодовых тел были собраны во время двух сборов в селе Лангар, а 19 плодовых тел – во время двух сборов на территории города Бешкента. Из 35 собранных образцов были выделены две чистые культуры. Для молекулярной идентификации один из выделенных изолятов – изолят 2 – был выбран для проведения ITS-анализа. Собранные образцы были исследованы в лабораторных условиях методом приготовления временных микроскопических препаратов [6, с. 25–28].

Гербарные материалы *Lentinus tigrinus* хранятся в научно-исследовательской лаборатории кафедры микробиологии и биотехнологии Каршинского государственного университета. Образцам присвоен гербарный ваучерный номер Lent Y. Изолят 2 (*Isolate 2*), использованный для ITS-анализа, зарегистрирован в базе данных GenBank под номером доступа PV815685; соответствующей чистой культуре присвоен код YT-Q8.

Микроскопические наблюдения проводили с использованием цифрового микроскопа модели B-382PHiALC DC6V 1000 mA. Исследование образцов методом сканирующей электронной микроскопии проводили в 2026 г. с использованием настольного сканирующего электронного микроскопа SNE-ALPHA (NanoEye, SEC Co., Ltd., Suwon, Республика Корея; серийный номер APH-03435).

Идентификацию вида осуществляли на основании современных микологических определителей и таксономической литературы [3, с. 15–20]. Молекулярную идентификацию исследуемых образцов осуществляли путём анализа последовательности участка ITS1–5.8S rRNA–ITS2 с дальнейшим сравнением полученных последовательностей с данными GenBank. Такой подход широко применяется для молекулярной идентификации представителей макромицетов [7–9]. По результатам сравнительного анализа последовательности и с учётом морфологических признаков исследованный изолят был идентифицирован как *Lentinus tigrinus*. Последовательность зарегистрирована в базе данных GenBank под номером доступа PV815685.

Для получения чистой культуры из стерильной внутренней ткани плодового тела вырезали фрагменты размером 5 × 5 мм и картофельно-декстрозный агар. Культуры инкубировали в стерильных условиях при температуре 25 ± 1 °C. Методика выделения и культивирования чистых культур основывалась на общепринятых микологических подходах [10, с. 42–48]. В процессе культивирования оценивали скорость роста колоний, их окраску и текстуру, а также микроморфологические особенности мицелия [11]. Для приготовления жидкой питательной среды 250 г тыквы варили в 1 л дистиллированной воды, после чего полученный отвар фильтровали через фильтровальную бумагу. В стерильную коническую колбу Эрленмейера объёмом 250 мл вносили 100 мл профильтрованного тыквенного отвара. В качестве источника углерода добавляли 5 мл отвара, приготовленного из варёного риса, а в качестве источника азота – 5 мл отвара из отрубей. Минеральные соли не добавляли. Конечное значение pH питательной среды доводили до 6,0. Приготовленные питательные среды стерилизовали в автоклаве при температуре 121 °C, давлении 1,5 атм в течение 30 мин.

Результаты оценивали на основании трёх независимых экспериментов (n = 3). Полученные данные представлены в виде среднего арифметического значения ± стандартного отклонения. Стандартное отклонение рассчитывали на основании результатов трёх независимых экспериментов. Статистические расчёты выполняли с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Плодовые тела *L. tigrinus* могут развиваться как поодиночке, так и образуя крупные группы на древесном субстрате (рис. 1б). Размер плодовых тел варьирует в зависимости от стадии развития; плодовое тело состоит из шляпки и ножки. Шляпка имеет воронковидную форму, её диаметр составляет 3,5–9,0 см. Поверхность шляпки имеет беловато-кремовую окраску и покрыта мелкими коричневыми чешуйками, при этом центральная часть характеризуется более тёмной окраской (рис. 1а). У молодых плодовых тел края шляпки загнуты внутрь, тогда как у зрелых экземпляров они становятся волнистыми и приобретают неправильную форму.



а б в

Рис. 1. Макроморфологические признаки Lentinus tigrinus: а – общий вид плодового тела; б – плодовые тела, развивающиеся на срубленном стволе Populus spp.; в – пластинки
Примечание: фото авторов

Ножка цилиндрическая, центральная или несколько эксцентричная, длиной 1,0–4,5 см; её поверхность покрыта мелкими коричневыми чешуйками, окраска варьирует от беловатой до светло-коричневой. Ткань ножки плотная, волокнистая, у зрелых экземпляров становится более твёрдой. Ножка прочно прикрепляется к субстрату. Совокупность выявленных морфологических признаков соответствует диагностическим признакам *L. tigrinus*, описанным в литературе [3, с. 42].

Lentinus tigrinus относится к пластинчатым макромицетам и формирует густо расположенные пластинки на нижней стороне шляпки (рис. 1в). Пластинки нисбегающие по ножке (decurrent), местами анастомозируют между собой. У молодых плодовых тел они имеют белую или светло-кремовую окраску, тогда как у зрелых экземпляров приобретают светло-жёлтый или кремовато-жёлтый оттенок (рис. 1в). На поверхности пластинок расположен гимениальный слой, в котором развиваются базидии и базидиоспоры.

При микроскопическом исследовании базидиоспоры *L. tigrinus* преимущественно имели эллипсоидальную или короткоцилиндрически-эллипсоидальную форму (рис. 2а). Споры были бесцветными, гладкостенными, тонкостенными и одноклеточными.

В ходе микроскопического исследования проведена морфометрическая оценка базидиоспор *L. tigrinus*. Всего было измерено 30 базидиоспор (n = 30). Длина спор составляла 6,0–10,4 мкм, ширина 3,4–5,2 мкм. Средняя длина базидиоспор составила 8,54 ± 1,13 мкм, средняя ширина 4,47 ± 0,50 мкм. Среднее отношение длины к ширине (L/W) составило 1,92 ± 0,21, при диапазоне значений 1,57–2,41 (табл. 1).

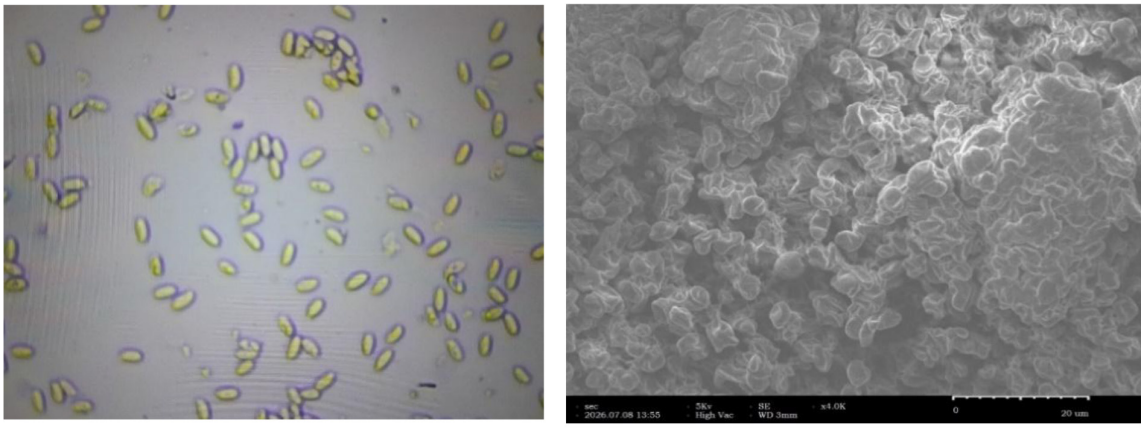
Таблица 1

Морфометрические характеристики базидиоспор *Lentinus tigrinus*

Показатель	Значение
Число измеренных спор (n)	30
Длина спор, мкм	6,0–10,4
Средняя длина, мкм	8,54±1,13
Ширина спор, мкм	3,4–5,2
Средняя ширина, мкм	4,47±0,50
Соотношение L/W	1,92±0,21
Диапазон L/W	1,57–2,41

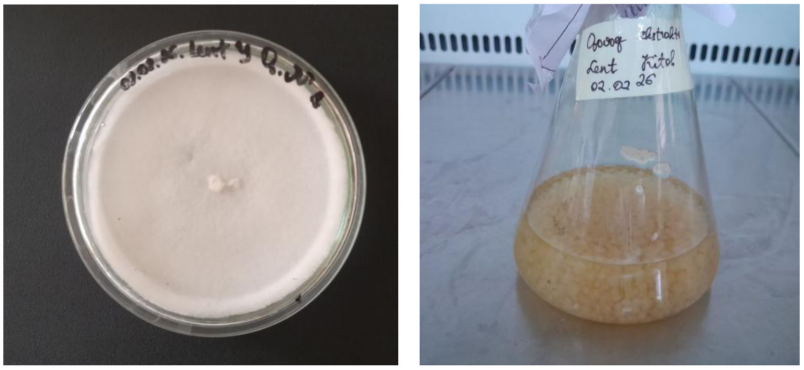
Примечание: составлено авторами.

Поверхность плодового тела *L. tigrinus* исследовали методом сканирующей электронной микроскопии. При увеличении ×4000 установлено, что внешняя поверхность плодового тела характеризуется плотным расположением взаимосвязанных складчатых микроструктур (рис. 2б). На поверхности наблюдалось множество складчатых и округлых микроструктур, формирующих плотный и компактный поверхностный слой. Микроструктуры характеризовались неравномерным складчатым микрорельефом и относительно равномерно распределялись по исследованным участкам поверхности.



а б

Рис. 2. Микроморфологические особенности плодового тела Lentinus tigrinus: а – базидиоспоры в световом микроскопе; б – поверхность плодового тела по данным сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). При увеличении ×4000 выявлены плотный складчатый микрорельеф и компактные микроструктуры наружной поверхности. Масштабная линейка – 20 мкм. Примечание: фото авторов



а б

Рис. 3. Чистая культура Lentinus tigrinus:
а – мицелиальная колония на картофельно-декстрозном агаре;
б – мицелиальная биомасса, выращенная в жидкой питательной среде
Примечание: фото авторов

Таблица 2

Условия жидкофазного культивирования и выход мицелиальной биомассы *Lentinus tigrinus*

Показатель	**Значение**
Тыквенный отвар	100 мл
Рисовый отвар	5 мл
Отвар отрубей	5 мл
Минеральные соли	Не добавлялись
Конечное значение pH	6,0
Температура культивирования	25–30 °C
Скорость перемешивания	140 об./мин.
Продолжительность культивирования	12–14 суток
Число независимых опытов (n)	3
Выход мицелиальной биомассы	0,44±0,04 г

Примечание: составлено авторами.

Крупных трещин, признаков механических повреждений и выраженной деформации тканей не выявлено, что свидетельствует о сохранности исследованных образцов на момент проведения СЭМ-анализа. Полученные данные дополняют морфологическую характеристику *L. tigrinus* и могут быть использованы при дальнейшем изучении микроморфологических особенностей плодового тела.

На твёрдой питательной среде *L. tigrinus* формировал белый, плотный, хлопьевидно-ватообразный мицелий (рис. 3а). Колония равномерно разрасталась от центральной части в радиальном направлении и постепенно покрывала поверхность чашки Петри. Поверхность мицелия была относительно ровной, края колонии – хорошо выраженными. В процессе культивирования образования пигмента не наблюдалось.

В жидкой питательной среде мицелий *L. tigrinus* формировал различные морфологические структуры в зависимости от состава среды. Преимущественно наблюдались хлопьевидные и гранулярные формы роста. В жидкой питательной среде на основе тыквенного экстракта формировались гранулярные агрегаты (рис. 3б). Биомасса имела белую или светло-кремовую окраску; плотность и размеры агрегатов клеточной массы различались в зависимости от состава питательной среды.

Культивирование проводили на шейкере при скорости перемешивания 140 об./мин., температуре 25–30 °C и значении pH 6,0. Полученные результаты свидетельствуют о способности изолята *L. tigrinus* развиваться при указанных условиях культивирования. Продолжительность культивирования составляла 12–14 суток. Выход мицелиальной биомассы в 100 мл тыквенного экстрак-

та составил 0,44 ± 0,04 г (n = 3; Mean ± SD) (табл. 2).

Выявленные в ходе исследования макро- и микроморфологические признаки *L. tigrinus* в целом соответствовали описаниям, представленным в таксономической литературе. В частности, развитие плодовых тел поодиночке или небольшими группами, формирование воронковидной шляпки и наличие мелких коричневых чешуек на её поверхности рассматриваются как характерные диагностические признаки данного вида [3, с. 42; 12, с. 10–12]. Согласно результатам проведённых наблюдений, диаметр шляпки варьировал в пределах 3,5–9,0 см, что соответствует морфометрическому диапазону, приведённому Pegler (1983) [3, с. 42–43]. Кроме того, установлено, что центральная часть шляпки имеет более тёмную окраску по сравнению с краями, а у молодых плодовых тел края шляпки загнуты внутрь. Данные признаки могут быть связаны с особенностями онтогенетического развития плодового тела данного вида.

Результаты исследования показали, что пластинки *L. tigrinus* расположены плотно, а в процессе созревания плодовых тел их окраска изменяется от белой или светло-кремовой до желтовато-кремовой. Указанные признаки относятся к характерным морфологическим особенностям представителей рода *Lentinus* и также отмечены в работах Corner (1981) и Pegler (1983) [12, с. 30–32; 3, с. 42].

Микроскопический анализ показал, что базидиоспоры преимущественно имеют эллипсоидальную или короткоцилиндрическую форму, являются бесцветными (гиалиновыми), тонкостенными и гладкостенными. Выявленные признаки в целом соответствуют данным, представленным в литературных источниках.

Изучение культуральных характеристик показало, что *L. tigrinus* на твёрдой питательной среде формирует белые, плотные, хлопьевидно-ватообразные колонии и развивается без образования пигмента. Согласно данным Berovic и соавт. (2022), белый цвет вегетативного мицелия является характерным признаком ряда базидиомицетов, способных разлагать лигноцеллюлозные субстраты. Полученные результаты в целом согласуются с данными Dulay и соавт. (2026) и Berovic и соавт. (2022), согласно которым *Lentinus tigrinus* в условиях культивирования также формирует белый плотный мицелий [13; 14].

В жидкой питательной среде мицелий развивался в виде гранулярных (pellet) агрегатов и хлопьевидных структур. Полученные результаты согласуются с данными Dudekula и соавт. (2020), согласно которым морфология мицелия при глубинном культивировании зависит от состава питательной среды, степени аэрации и интенсивности перемешивания [15].

В целом полученные результаты имеют общие черты с данными других исследователей. При использованных условиях культивирования – температуре 25–30 °C и pH 6,0 – была зарегистрирована способность изолята *L. tigrinus* к росту.

Заключение

В результате проведённого исследования охарактеризованы макроморфологические, микроморфологические и культуральные признаки *Lentinus tigrinus*, распространённого на территории Кашкадарьинской области Республики Узбекистан. Плодовые тела преимущественно развивались одиночно или небольшими группами на стволах срубленных деревьев *Populus* spp. К характерным морфологическим признакам исследованных образцов относились воронковидная форма шляпки, покрытие её поверхности коричневыми чешуйками, а также плотно расположенные пластинки, нисбегающие по ножке. Микроморфологический анализ показал, что базидиоспоры бесцветные, гладкостенные, преимущественно эллипсоидальной или короткоцилиндрической формы. По результатам морфометрического анализа длина базидиоспор составляла 6,0–10,4 мкм, ширина 3,4–5,2 мкм, при среднем размере 8,54 ± 1,13 × 4,47 ± 0,50 мкм (n = 30). Среднее отношение длины к ширине (L/W) составляло 1,92 ± 0,21. SEM-анализ показал, что поверхность плодового тела характеризуется плотным, компактным и складчатым микрорельефом.

При культивировании на твёрдой питательной среде *L. tigrinus* формировал белые, плотные, хлопьевидно-ватообразные колонии без образования пигмента. В жидкой питательной среде наблюдалось формирование гранулярных (pellet) и хлопьевидных мицелиальных агрегатов. При температуре 25–30 °C, pH 6,0 и скорости перемешивания 140 об./мин. продолжительность культивирования составляла 12–14 суток, а выход биомассы в 100 мл тыквенного экстракта достигал 0,44 ± 0,04 г (n = 3; Mean ± SD).

Полученные результаты могут рассматриваться как исходная характеристика исследованного изолята *L. tigrinus* и могут быть использованы при планировании последующих исследований его культуральных и потенциально биотехнологически значимых свойств.

Список литературы

1. Karunarathna S. C., Tibpromma S., Karunarathna B. S., Dai D.-Q., Kumla J., Lu W., Perera R. H., Wang M., Priyadarshani T. D. C., Hapuarachchi K. K., Suwannarach N. Mushrooms in climate change mitigation: A comprehensive review // Frontiers in Microbiology. 2026. Vol. 16. Article 1727022. URL: https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2025.1727022/full (дата обращения: 28.07.2026). DOI: 10.3389/fmicb.2025.1727022.

2. Fabros J. A., Dulay R. M. R., De Leon A. M., Kalaw S. P., Reyes R. G. Distribution, cultivation, nutritional composition, and bioactivities of *Lentinus* (Polyporaceae, Basidiomycetes): A review // Current Research in Environmental & Applied Mycology (Journal of Fungal Biology). 2022. Vol. 12. № 1. P. 170–219. URL: https://www.creamjournal.org/article/distribution-cultivation-nutritional-composition-and-bioactivities-of-lentinus-polyporaceae-basidiomycetes-a-review (дата обращения: 28.07.2026). DOI: 10.5943/cream/12/1/13.

3. Pegler D. N. The Genus *Lentinus*: A World Monograph // Kew Bulletin. Additional Series. 1983. Vol. 10. 281 p.

4. Wu B., Xu Z., Knudson A., Carlson A., Chen N., Kovaka S., LaButti K., Lipzen A., Pennacchio C., Riley R., Schackwitz W., Umezawa K., Ohm R. A., Grigoriev I. V., Nagy L. G., Gibbons J., Hibbett D. Genomics and Development of *Lentinus tigrinus*: A White-Rot Wood-Decaying Mushroom with Dimorphic Fruiting Bodies // Genome Biology and Evolution. 2018. Vol. 10. № 12. P. 3250–3261. DOI: 10.1093/gbe/evy246.

5. Шеркулова Ж. П., Мустафаев И. М., Узаков З. З. Распространение и инновационный потенциал лекарственного гриба *Trametes versicolor* (L.) Lioyd в Узбекистане // Научное обозрение. Биологические науки. 2025. № 4. С. 46-51. URL: https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1434 (дата обращения: 19.07.2026). DOI: 10.17513/srbs.1434.

6. Левинсон Л. Б., Роскин Г. И. Микроскопическая техника: учебное пособие для вузов. 3-е изд. М.: Советская наука, 1957. 467 с.

7. Dulay R. M. R., Cabrera E. C., Kalaw S. P., Reyes R. G. Nucleotide sequencing and identification of wild mushrooms from the Philippines // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2020. Vol. 27. Article 101666. DOI: 10.1016/j.bcab.2020.101666.

8. Dulay R. M. R., Cabrera E. C., Kalaw S. P., Reyes R. G. Nucleotide sequence-based identification of *Lentinus* isolates from Luzon Island, Philippines // Journal of ISSAAS. 2022. Vol. 28. № 1. P. 51–62. URL: https://issaasphil.org/wp-content/uploads/2022/06/5.-Dulay-et-al.-2022.-Nucleotide-sequence-based-identification-FINAL.pdf

9. Ishaq M., Galappaththi M. C. A., Khan M. B., Ullah S., Fiaz M., Khalid A. N. *Lentinus squarrosulus* an edible macro-fungus reported from Pakistan // Studies in Fungi. 2022. Vol. 7. Article 6. DOI: 10.48130/SIF-2022-0006.

10. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка, 1973. 243 с.

11. Dulay R. M. R., Cabrera E. C., Kalaw S. P., Reyes R. G., Hou C. T. Nutritional requirements for mycelial growth of three *Lentinus* species from the Philippines // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2020. Vol. 23. Article 101506. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878818119319504 (дата обращения: 28.07.2026). DOI: 10.1016/j.bcab.2020.101506.

12. Corner E. J. H. The Agaric Genera *Lentinus*, *Panus*, and *Pleurotus* with Particular Reference to Malaysian Species // Beihefte zur Nova Hedwigia. 1981. Heft 69. 169 p.

13. Dulay R. M. R., Manzano E. M. Submerged fermentation of mycelial biomass and exopolysaccharide of Philippine *Lentinus tigrinus:* FTIR spectroscopy and bioactivity profiling // Italian Journal of Mycology. 2026. Vol. 55. № 1. P. 80–110. URL: https://italianmycology.unibo.it/article/view/24237 (дата обращения: 28.07.2026). DOI: 10.60923/issn.2531-7342/24237.

14. Berovic M., Boh Podgornik B., Gregori A. Cultivation Technologies for Production of Medicinal Mushroom Biomass: Review // International Journal of Medicinal Mushrooms. 2022. Vol. 24. № 2. P. 1–22. URL: https://www.dl.begellhouse.com/download/article/648efc4c721cff46/IJM-42445.pdf (дата обращения: 28.07.2026). DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2021042445.

15. Dudekula U. T., Doriya K., Devarai S. K. A critical review on submerged production of mushroom and their bioactive metabolites // 3 Biotech. 2020. Vol. 10. Article 337. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-020-02333-y (дата обращения: 28.07.2026). DOI: 10.1007/s13205-020-02333-y.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Funding: The research was conducted without external funding.