

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Неустроевой Надежны Викторовны  
«Лишайникоподобные симбиотические ассоциации ксилотрофных грибов и водорослей», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.08 – экология и 03.02.01 – ботаника

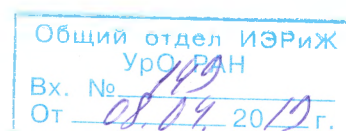
Настоящая диссертация изложена на 135 с. м/п текста (основная часть на 116 с.), состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложений, включает 27 таблиц и 20 рисунков.

**Актуальность темы** диссертации определяется очень слабой изученностью широко распространенного и, по всей видимости, не случайного феномена заселения базидиокарпов ксилотрофных грибов микроскопическими водорослями. Выявление видового состава таких водорослей, состава альго-микотических комбинаций в разных условиях, физиологических аспектов их существования, несомненно, являются важными задачами альгологии, микологии и экологии, в частности в плане развития представлений об интегративных отношениях между организмами и об их роли в эволюции живого мира.

Во **введении** автором убедительно показана актуальность выбранной темы и дана системная характеристика диссертации. К сожалению, не дано четкого определения ассоциативного симбиоза, фигурирующего в основных положениях работы и широко введенного в оборот ак. О.В. Бухариным (2007). Согласно ему, это многокомпонентная интегральная система, включающая хозяина в качестве макропартнера, стабильный доминантный микросимбионт и минорные ассоциированные микросимбионты с разнонаправленными воздействиями, определяющими формирование, стабильность существования и продуктивность симбиоза в целом.

В **гл. 1 «Объекты и методы исследования»** дана характеристика видов грибов, заселенные водорослями базидиокарпы которых рассматриваются в качестве объекта исследований. Описан обширный методический арсенал работы: методы отбора образцов, их идентификации, оценки численности водорослей, их фотосинтетической и азотфиксирующей активности, методы оценки усвоения ассимилятов грибом. Это, в частности, разные техники микроскопии, выделения культур, радиометрия с изотопом  $^{14}\text{C}$ , хроматография, биологическая статистика. К сожалению, не всегда дается характеристика конкретных биогеоценозов, в которых были собраны образцы. Не ясен также объем исследований в разных географических районах. На с. 10-14 автор неоправданно расширяет трофический диапазон рассматриваемых видов грибов: в действительности в регионе каждый из них практически исключительно приурочен либо к хвойным, либо к лиственным.

В **гл. 2 «Конспект мицетобионтных водорослей»** приведен уникальный в своем роде аннотированный список из 75 видов водорослей и цианей, отмеченных автором на базидиокарпах ксилотрофов, из них 55 – с полной



видовой идентификацией, 20 определено до рода. Не совсем ясно, почему водоросль *Coenochloris oleifera* указан как чисто антарктический вид, при этом в качестве эпифита на деревьях (*Pinus*, *Populus*).

В гл. 3 «Таксономическая и эколого-биоморфологическая характеристика мицетобионтных водорослей» по результатам проведенного анализа отмеченные на базидиокарпах водоросли объективно оцениваются как весьма разнородная группа, составленная преимущественно широко распространенными эврибионтами, для которых связь с грибами носит факультативный характер. Не совсем понятен в названии главы термин «эколого-биоморфологическая характеристика» (не лучше ли «экоморфологическая?»), при том, что в названии подглавы 3.2 используется иная терминологическая диспозиция: «Биоморфологический и эколого-географический состав». В таблице 3.2 опечатка: в составе цианей р. *Nostoc* указан 1 вид, в предыдущей главе их 3.

В гл. 4 «Гостальные особенности мицетобионтных водорослей» констатируется, что хотя водоросли на базидиокарпах присутствуют факультативно, есть некоторая специфичность видового и таксономического состава водорослей по отношению к видам и родам ксилотрофных грибов. Действительно, наибольшее сходство состава водорослей отмечено для грибов *Trichaptum fuscoviolaceum* и *T. biforme* (0,76). Вместе с тем, судя по таблице 4.5, наименьшее сходство состава водорослей также обнаруживается для грибов этого рода – *T. fuscoviolaceum* и *T. abietinum* (0,33). Это скорее показывает определяющее влияние лесотипологического фактора, поскольку два первых вида характерны для относительно сухих горелых сосново-березовых лесов, а *T. abietinum* – для более влажных темнохвойных лесов. К сожалению, автор не дифференцирует состав водорослей, развивающихся на поверхности, в опушении и в контексте базидиокарпов. В таблице 4.2 три вида грибов неверно указаны в качестве возбудителей бурой гнили. Не совсем понятна неравновеликость выборок базидиокарпов по фоновым видам грибов, взятых для сравнительного анализа (табл. 4.3). Судя по рисунку 4.5, специфичность биоморфологического состава водорослей на базидиокарпах грибов родов *Trichaptum* и *Stereum* не очевидна.

В гл. 5 «Географическая и экологическая изменчивость сообществ мицетобионтных водорослей» показано, что в списках водорослей из различных районов преобладает регионально изменчивый компонент. Анализ уровня сходства состава водорослей между регионами также не выказывает устойчивой тенденции. Однако вряд ли виды водорослей, найденные на базидиокарпах лишь в одном из районов исследования, можно вслед за автором считать случайными (с. 75). В этом плане весьма показательны отличия, выявленные автором в составе альго-микотических комбинаций на природных и антропогенных территориях, а также тенденции сезонной сукцессии таких комбинаций.

Материалы гл. 6 «Физиологические связи миксотобионтных водорослей с грибами» в целом свидетельствуют в пользу гипотезы о симбиозе ксилотрофных грибов и заселяющих их базидиокарпы водорослей и цианей по некоторому подобию с симбиозом в лишайниках. В основе гипотезы лежит логика комплиментарности метаболитов гриба, прежде всего  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , выделяемых через базидиокарп, фотосинтетической активности эпифитов. Доказанное автором усвоение базидиокарпами и мицелием ксилотрофных грибов продуктов фотосинтеза и азотфиксации водорослей в подвижной и статической формах является важным аргументом для обоснования симбиоза, которое, с учетом видовых особенностей водорослей и грибов, вероятно, не ограничивается рамками классического мутуализма. Вместе с тем, преждевременно говорить, что симбиотические отношения с водорослями – это не только дополнительный, но и альтернативный по отношению к древесине источник питания ксилотрофных грибов (с. 90).

**Выводы** по работе изложены в 5 пунктах, соответствуют поставленным задачам, достаточно обоснованы и, несмотря на некоторую дискуссионность терминологии, по сути не вызывают возражений.

**Список литературы** включает 261 источник, в т.ч. 161 на иностранных языках. В приложения вынесено 6 широкоформатных таблиц.

**Автореферат** соответствует структуре и содержанию диссертации.

**Замечания по работе**, изложенные при рассмотрении отдельных глав, не затрагивают ее принципиальных моментов, носят корректирующий или дискуссионный характер и не ставят под сомнение полученные результаты.

Проведенный выше анализ диссертационной работы Н.В. Неустроевой показал **актуальность** избранной темы. **Достоверность** полученных результатов обеспечена качественной проработкой важнейших отечественных и иностранных публикаций, отражающих современное состояние рассматриваемых вопросов; достаточным объемом первичного материала по урало-европейской части России, собранного в ходе многолетних исследований; современными признанными методами его обработки и анализа. Результаты работы **апробированы** на 14 научных конференциях, в т.ч. на 6 международных и всероссийских, достаточно полно изложены в 16 научных публикациях, из которых 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Авторство диссертации и непосредственное **участие диссертанта** на всех этапах ее выполнения не вызывают сомнений. Вынесенные на защиту положения достаточно обоснованы, поставленные задачи диссертационного исследования решены, цель достигнута.

**Научная новизна** работы состоит в предпринятом диссертантом первом системном исследовании феномена заселения базидиокарпов ксилотрофных грибов микроскопическими водорослями и цианеями. Выявлен и проанализирован состав альго-микотических комбинаций на территории урало-европейской России. Показана фотосинтетическая и азотфиксирующая активность их автотрофного компонента, доказано усвоение его ассимилятов в гифах базидиокарпов и мицелия грибов, что дает

основание характеризовать изученный феномен в качестве факультативного альго-микотического метаболического симбиоза с высокой изменчивостью состава компонентов.

**Теоретическое значение** работы определяется важностью полученных результатов для развития представлений об интегративных отношениях между организмами и их роли в эволюции живого мира, для развития представлений о круговороте биогенных веществ в лесных экосистемах, а также в плане формирования целостных представлений о географическом распространении и экологии микроскопических водорослей и цианей. **Практическое значение** работы определяется ее вкладом в пополнение банка чистых культур микроскопических водорослей и цианей, использованием ее материалов в вузовских курсах по ботанике, альгологии, микологии, экологии, а также перспективой использования ее результатов в биотехнологиях.

**Заключение.** Таким образом, настоящая диссертация является оригинальным законченным научным исследованием, которое можно оценить как значительный вклад в ботаническую и экологическую науку. Представленная работа соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно пп. 9–11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор – Н.В. Неустроева – заслуживает присуждения ей искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.08 – экология и 03.02.01 – ботаника.

**Официальный оппонент:**

доктор биологических наук, заведующий сектором биоразнообразия и динамики природных комплексов ТюмНЦ СО РАН (структурное подразделение Институт проблем освоения Севера)  
Арефьев Станислав Павлович

625026, Тюмень, ул. Малыгина, 86  
+79222682103

*sp arefyev@mail.ru*



*Подпись С.П. Арефьева  
за Северо. Век. документацией  
Арефьев (Марица С.З.)*