

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

---

Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

МЕЗЕНЦЕВА  
Любовь Михайловна

УДК 581:582.284

РАЗЛОЖЕНИЕ ЛИСТОВОГО ОПАДА БАЗИЦИАЛЬНЫМИ ГРИБАМИ

(03.00.05 - ботаника)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Свердловск - 1982

Работа выполнена в лаборатории экологии низших растений-редуцентов Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Научный руководитель: доктор биологических наук

**Степанова Н.Т.**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор

Селиванов И.А.

доктор биологических наук, профессор

Белянков Д.А.

Ведущее учреждение - Ботанический институт им.В.Л.Комарова

АН СССР

Защита состоится "12" апреля 1983 года на заседании специализированного совета Д 002.05.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при институте экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР по адресу: Свердловск, 620008, ул.8 марта, 202. Институт экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР.

*6-1320008*

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Автореферат разослан "11" апреля 1983 г.

Ученый секретарь специализированного совета, кандидат биологических наук



Нифонтова М.Г.

Актуальность проблемы. Базидиальные грибы – подстилочные сапротрофы – постоянные компоненты лесных биогеоценозов, являются важным функциональным звеном экосистемы, т.к. благодаря своей уникальной способности разрушать лигно-целлюлозный комплекс элементов подстилки активно участвуют в биологическом распаде. В процессе утилизации растительных остатков запасенная в них при фотосинтезе энергия освобождается, проходя через трофические цепи. Подстилка постепенно разлагается сапротрофами до конечных продуктов минерализации органического вещества, пригодных к употреблению продуцентами, что обеспечивает непрерывность круговорота веществ в экосистеме. Биологическая активность подстилочных сапротрофов определяет скорость разложения растительных остатков и интенсивность круговорота веществ и энергии в биогеоценозе.

Активное участие этих грибов в процессах минерализации отмерших органических веществ в почвообразовании и гумусообразовании связано с их способностью выделять в окружающую среду экзоферменты (целлюлазы, оксидазы), органические кислоты и физиологически активные вещества. В связи с этим приобретает большое значение изучение вопросов, касающихся функциональной роли данной группы грибов в лесных биогеоценозах.

Биологические и экологические особенности подстилочных сапротрофов до настоящего времени недостаточно изучены. Мало данных о видах, доминирующих в процессе деструкции листового опада, и о динамике и скорости разложения листьев и хвои, как основных компонентов лесной подстилки. Недостаточно исследованы вопросы, связанные с количественным определением баланса веществ микогенного разложения опада, а исследования такого

рода дадут возможность более полно судить о роли подстилочных сапротрофов в круговороте органических веществ.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы явилось изучение закономерностей разложения листового опада под влиянием базидиальных грибов.

В задачу исследования входило:

1. Определение скорости разложения листьев березы, вейника и хвои сосны в природных условиях.

2. Изучение скорости разложения листового опада и динамики этого процесса под влиянием чистых культур базидиальных грибов.

3. Определение баланса веществ, образующихся в результате микогенного разложения листового опада.

4. Изучение взаимоотношений базидиальных грибов в смешанной культуре на суоло-агаре.

Район работ. Изучение процессов разложения листового опада в природных условиях проводилось в сосняках зеленомошно-ягодниковых осново-березовых лесов Южного Урала (Челябинская область, Ильменский государственный заповедник им. В.И. Ленина) и с чистыми культурами базидиальных грибов в лаборатории экологии низших растений-редуцентов института экологии растений и животных УНЦ АН СССР в 1974-1979 годах.

Научная новизна. Впервые проведено исследование динамики разложения листьев березы, вейника и хвои сосны чистыми культурами подстилочных сапротрофов и дереворазрушающих грибов.

Проведены исследования по определению количества мицелия в субстрате, позволившие выявить баланс веществ, образующихся в результате микогенного разложения листьев березы, вейника и хвои сосны.

Проанализированы взаимоотношения между подстилочными сапротрофами, а также между ними и дереворазрушающими грибами на искусственной орее.

Получены данные по динамике разложения листьев березы, ветки и хвои сосны в лесной зоне Южного Урала.

Теоретическая и практическая ценность работы. Результаты проведенного исследования дают возможность оценить роль отдельных видов подстилочных сапротрофов в процессе разложения листового опада, что в конечном итоге позволит определить значение всего комплекса грибов в круговороте веществ того или иного биогеоценоза.

Наиболее активные виды подстилочных сапротрофов могут быть использованы в биологическом методе деструкции различных растительных остатков, в частности, при разложении отходов целлюлозно-бумажной промышленности, для переработки лигно-целлюлозного комплекса, входящего как компонент в животные корма, а также при мероприятиях, направленных на повышение продуктивности лесных насаждений путем изменения структуры микофлоры.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на конференциях молодых ученых Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР (Свердловск, 1976, 1977, 1978), Всесоюзной конференции по биоповреждениям (Москва, 1978), VI конференции по спорным растениям Средней Азии и Казахстана (Душанбе, 1978), конференции "Проблемы экологии, рационального использования и охраны природных ресурсов на Урале" (Свердловск, 1980), Всесоюзном симпозиуме микологов и лишенологов (Минск, 1982), заседании Всероссийского ботанического общества (Свердловск, 1982).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ.

Объем работы. Диссертационная работа общим объемом 136 страниц машинописного текста, состоит из введения, пяти глав и выводов, содержит 19 таблиц, 20 рисунков. Список литературы включает 243 наименования (178 отечественных, 65 иностранных).

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### Краткая характеристика природных условий района работ.

Ильменский государственный заповедник им.В.И.Ленина расположен на территории Челябинской области в подзоне сосново-березовых лесов горнолесной зоны (Колесников,1961). Климат заповедника континентальный. Среднегодовая температура +1,8°C. Среднегодовое количество осадков 454 мм. Наиболее распространенным типом почв являются лесостепные: темносерые и серые (Богатырев,1940).

Изучение скорости разложения листового опада производилось нами в разновозрастных зеленомошно-ягодниковых сосняках, типичных для территории заповедника.

Сосняк зеленомошно-ягодниковый спелый занимает вершину небольшого увала (300-350 м). Древетой слагают *Pinus silvestris* L. и *Larix sibirica* Ledeb.Т. Состав 9СII, бонитет III, возраст сосны 95-100 лет, лиственницы - 90-100 лет. Единично встречается береза. Подстилка маломощная, переплетена гифами грибов. В травяном ярусе преобладает *Сalamagrostis arundinacea* (L.) Roth. Спад состоит из стеблей травянистых растений, хвои сосны, мелких веток, шишек.

Сосняк зеленомошно-ягодниковый средневозрастный занимает западный склон небольшой гранитной гряды. Древостой образован *Pinus silvestris* L. и *Betula pendula* Roth. Состав 7СЗБ. Бонитет II. Возраст сосны 40-60 лет, березы - 40 лет. В травяном покрове фрагментарно встречается *Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth. Подстилка маломощная, переплетена гифами грибов. Опад состоит из хвои сосны, листьев березы, отмерших травянистых растений.

Методика полевых исследований. Для исследования процесса разложения листового опада в сосняках зеленомошно-ягодниковых мы брали опад основных лесобразующих пород - листьев березы и хвою сосны. Из травянистых - листья вейника тростниковидного - постоянного компонента травяного яруса боров заповедника. Материал для опытов (листья и хвоя) собирали осенью во время листопада, доводили до воздушно-сухого состояния и использовали в дальнейшем в полевых и лабораторных исследованиях.

Для изучения процесса разложения опада в естественных условиях навески листьев березы, вейника и хвои сосны (5 г) помещали в капроновые мешочки размером 10x15 см, с величиной ячеек 0,1 см. Мешочки маркировали и размещали на подстилку, прикрепляя к земле кольшками на четыре срока - 6, 12, 18 и 24 месяцев (повторность 15-кратная). По контрольным образцам определяли исходную влажность листьев и хвои и абсолютно сухую массу их в период закладки опыта. По окончании эксперимента мешочки извлекали из подстилки, образцы высушивали до абсолютно-сухого состояния и по разнице массы образцов до и после опыта определяли общую потерю вещества субстрата за определенное время, т.е. скорость разложения опада.

На пробных площадках производили сбор плодовых тел грибов для выделения их в чистую культуру с последующим использованием в лабораторных опытах. Выделение чистых культур проводили по общепринятой методике (Бухало, 1973).

Методика лабораторных исследований. Для изучения процесса разложения листьев березы, вейника и хвои сосны использовали подстилочные сапротрофы и ксилотрофы, характерные для исследуемых сосняков, а также виды из коллекции грибов лаборатории экологии низших растений-редуцентов института экологии растений и животных УНЦ АН СССР:

Порядок Agaricales

семейство Tricholomataceae Rose

- \* *Clitocybe langei* Sing. ex Hora
- Clitocybe nebularis* (Bätsch ex Fr.) Kummer
- Collybia hariolorum* (Fr.) Quél.
- Marasmius cohaerens* (Pers. ex Fr.) Fr.
- \* *Marasmiellus albus-corticis* (Secr.) Sing.
- Muscena strobilicola* Favre et Kühn.
- \* *Muscena citricolor* (Berk. et Curt.) Sacc.
- Muscena epipterygioides* Pears.
- Xeromphalina cornuj* (Quél.) Favre

Порядок Aphylliphorales

семейство Corticiaceae

- Phlebia radiata* Fr.
- Stereum hirsutum* (Fr.) S.F.Gray

семейство Polyporaceae

- Coriolus versicolor* (Fr.) Quel.

---

Примечание. Значком (\*) отмечены виды грибов из коллекции лаборатории экологии низших растений-редуцентов института экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Листья березы, вейника и хвои сосны навески опада по 2 г помещали в колбы Эрленмейера объемом 250–500 мл, увлажняли и стерилизовали в автоклаве при 1 атм в течение 0,5 часа, затем субстрат инокулировали чистыми культурами базидиальных грибов.

Изучение процесса разложения опада было проведено нами в динамике. Для этого величину распада мы определяли через каждые два месяца в течение полугода. На каждый срок опыта была принята 10-кратная повторность. По окончании опыта навески высушивали при 105°C до абсолютно сухого состояния и по разнице их массы до и после разложения определяли общую потерю субстрата. Контролем служили колбы с опадом без мицелия (повторность 5-кратная). Колбы с опытом и контролем по мере подсыхания увлажняли.

Определение количества водорастворимых веществ проводилось при снятии опыта одновременно с определением потери вещества субстрата. Для этого содержимое в каждой колбе промывалось дистиллированной водой (50–70 мм<sup>3</sup>). Затем культуральную жидкость пропускали через микрофильтр и выпаривали в фарфоровых чашках. По разнице массы чашек с сухим остатком и пустых чашек находили количество растворимых органических веществ. Вещества, перешедшие в раствор, определяли также в процентах от общей потери массы опада в опыте.

Качественный состав водорастворимых органических веществ определяли методом хроматографии на бумаге, используя смесь растворителей буманол-муравьиная кислота в отношении 1,2 : 1. Индикатор бромфиолетовый синий или бромкрезоловый зеленый.

Биомассу мицелия в субстрате находили по интенсивности дыхания гриба через два, четыре и шесть месяцев опыта. Интен-

сивность дыхания выражалась в мг  $\text{CO}_2$ , выделенных 1 г мицелия за 1 час (расчеты велись по абсолютно сухому весу мицелия). По отношению массы образовавшегося мицелия к количеству потребленного грибом субстрата определяли экономический коэффициент (Таусон, 1950). Количество веществ, потребленных грибом, находили по разнице между общей потерей опада и количеством веществ, перешедших в раствор. Общую потерю субстрата принимали за 100%. Зная, сколько ассимилированных веществ потратил гриб на образование своей биомассы и сколько их перешло в раствор, определяли, какая часть разрушенных грибом веществ пошла на дыхание гриба.

Разделение грибов на целлюлозоразрушающие и лигнинразрушающие проводилось по оксидазному тесту Бавендама (Bawendamm, 1928).

Изучение взаимоотношений базидиальных грибов в смешанной культуре проводилось на сусло-агаре в чашках Петри. Культуры грибов по два-три вида помещали напротив друг друга на расстоянии 3-4 см, исследование проводилось в трехкратной повторности. Культуры выращивались в темноте, при комнатной температуре ( $22-25^\circ\text{C}$ ). Через 2-3 недели проводилось описание взаимодействия исследуемых грибов.

Цифровой материал обработан с помощью общепринятых статистических методов.

## ГЛАВА II. РАЗЛОЖЕНИЕ ЛИСТОВОГО ОПАДА В СОСНЯКАХ ЗЕЛЕНОМОШНО-ЯГОДНИКОВЫХ

Как показали результаты исследований, процесс разложения опада в природных условиях происходит неравномерно в течение заданного срока опыта. За первые шесть месяцев - с 15 мая по

II октября 1977 года потеря массы субстратов была наибольшей. У листьев березы она составила 46,0%; у хвои сосны - 31,3%, у листьев вейника - 30,2%. За следующие шесть месяцев с II октября 1977 г. по 12 мая 1978 г. убыль массы листьев березы увеличилась только на 5,7%, хвои сосны - на 7,1%, а листьев вейника - на 4,8%. Таким образом, за 12 месяцев потеря массы опада немного превышает потерю массы за первые шесть месяцев распада и составляет у листьев березы 51,7%, хвои сосны - 38,4% и листьев вейника - 35,0%.

За первую половину второго года опыта - с 15 мая по 13 октября 1978 г. потеря массы листьев березы, вейника и хвои сосны увеличилась, соответственно, на 14,1; 17,4; 14,4%, что в 2-3 раза меньше, чем за тот же период первого года опыта. Таким образом, за 18 месяцев потеря массы листьев березы составила 65,8%, хвои сосны - 52,8% и листьев вейника - 52,4%.

С увеличением срока опыта процесс разложения замедляется, т.к. по мере расхода легкоподвижных веществ в растительных остатках увеличивается доля стойких лигно-целлюлозных соединений.

После двух лет разложения листья березы и хвоя сосны представляют собой рыхлую массу из сильно потемневших мелких обломков листовых пластинок и игл, при растирании легко превращающихся в порошок. Листья вейника сохраняли свою форму, но стали мягкими и ломкими. Листья и хвоя пронизаны мицелием грибов, образующих пушистые нитевидные налеты.

В целом за два года разложения потеря массы листьев березы составила 78,5%, хвои сосны - 62,5% и листьев вейника - 58,7%. На основании результатов наших опытов можно предположить, что полное разложение листьев березы происходит за 3 года, а листьев вейника и хвои сосны - за 4-5 лет.

ГЛАВА Ш. РАЗЛОЖЕНИЕ ЛИСТОВОГО ОПАДА ЧИСТЫМИ  
КУЛЬТУРАМИ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Развитие базидиальных грибов на субстрате и определение наличия у них фенолоксидаз. Рост мицелия у всех исследуемых нами видов грибов начинался на второй-четвертый день и через несколько дней покрывал весь субстрат. При развитии на опаде у некоторых видов подстилочных сапротрофов в 30-60 дневной культуре наблюдалось формирование плодовых тел: у *Clitocybe lanzei* на листьях березы, вейника и хвои сосны, у *Muscena strobilicola* и *Collybia hariolorum* на листьях березы.

С целью установления наличия фенолоксидаз у исследованных нами грибов был проведен оксидазный тест по методу Бавендама; оказалось, что только у *Clitocybe nebularis* и *Muscena eipterygioides* реакция на оксидазы была отрицательной. Однако, отрицательная реакция на оксидазы не исключает лигнинразрушающей способности у *Clitocybe nebularis*. Свидетельством разложения лигнина под воздействием этой культуры является побеление листьев. Последнее имело место в наших опытах и согласуется с данными В.И.Частухина и М.А.Николаевской (1969) по распаду листьев дуба грибом *Clitocybe nebularis*.

Разложение листьев березы чистыми культурами подстилочных сапротрофов. Как показали результаты исследования, большинство видов подстилочных сапротрофов способны интенсивно разлагать листья березы. К группе самых активных мы отнесли *Clitocybe lanzei*, *Collybia hariolorum*, *Muscena strobilicola*, *Muscena citricolor* и *Marasmiellus albus-corticis*, под влиянием которых общая потеря вещества субстрата за шесть месяцев составила 43,9-63,2% (от исходной массы). Штаммы грибов *Xerophyalina cornuj*, *Muscena eipterygioides*, *Marasmius cohaerens*,

*Clitocybe nebularis* разрушили за это же время 21,0-34,2% субстрата. В контрольных колбах за шесть месяцев потеря массы листьев березы составила 5,9%.

Данные динамики разложения листьев березы свидетельствуют о том, что основной распад их приходится на первые два месяца опыта. В дальнейшем процесс распада замедляется, о чем свидетельствуют также данные о потере массы листьев березы в единицу времени (мг/сут) в разные сроки опыта.

Разложение хвои сосны чистыми культурами подстилочных сапротрофов. В группу наиболее активных редуцентов хвои сосны вошли три вида грибов: *Clitocybe lanzei*, *Muscena strobilicola*, *Xeromphalina cornu*, под влиянием которых общая потеря массы субстрата за шесть месяцев составила от 40,2 до 55,7%. Остальные виды разрушили за тот же срок 21,4-38,6% хвои. В контроле потеря массы хвои сосны составила 4,6%. Как показали результаты исследования, максимальный распад хвои происходит в первые два месяца опыта. На этот же период приходится и наибольшая потеря массы субстрата в единицу времени.

Разложение листьев вейника чистыми культурами подстилочных сапротрофов. Максимальная потеря массы листьев вейника была в опыте с культурой гриба *Clitocybe lanzei* и составила за шесть месяцев 67,0%. Под влиянием грибов *Muscena strobilicola*, *Collybia hariologus*, *Marasmius subaerens* убыль массы субстрата за это время составила 40,4-48,0%. Остальные виды разрушили 18,2-26,6% листьев вейника.

В процессе разложения листьев вейника подстилочными сапротрофами наблюдается такая же закономерность, что и в опытах с листьями березы и хвоей сосны - основной распад листьев вейника и наибольшая скорость их разложения приходится на первые два месяца опыта.

Разложение листьев березы, вейника и хвои сосны комплексом культур подстилочных сапротрофов. Заражение субстрата производилось одновременно тремя видами грибов. Исследование было проведено в двух вариантах:

I. Заражение опада видами рода *Mycena*: *Mycena strobilicola*, *Mycena citricolor*, *Mycena epipterygioides*.

II. Заражение опада видами грибов из разных родов: *Mycena strobilicola*, *Marasmius cohaerens*, *Xeromphalina cornu*.

За шесть месяцев величина общей потери листьев березы в I и II вариантах составила 41,2 и 40,8%, хвои сосны - 49,5 и 51,0%, и листьев вейника - 42,8 и 46,7%, соответственно. Разложение опада видами грибов, относящихся к одному роду и к разным родам, не влияет на величину общей потери субстрата. Различия величин потери массы опада в I и II варианте не существенны и статистически не достоверны ( $t < 2$ ).

Наибольшая потеря масс опада под влиянием комплекса культур и максимальная скорость его разложения так же, как и в предыдущих опытах, наблюдается в первые два месяца.

Разложение листового опада чистыми культурами дереворазрушающих грибов-ксилотрофов. Результаты опытов показали, что дереворазрушающие грибы являются активными деструкторами листового опада. Общая потеря масс листьев березы, вейника и хвои сосны в опытах с грибами-ксилотрофами за шесть месяцев составила 39,7-54,3%; 33,6-62,4%; 39,7-47,1%, соответственно. В течение всего периода разложение листового опада грибами-ксилотрофами происходит снижение интенсивности распада листьев и хвои, что следует из данных динамики и скорости разложения субстратов.

## ГЛАВА IV. БАЛАНС ВЕЩЕСТВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ОПАДА БАЗИДИАЛЬНЫМИ ГРИБАМИ

Подстилочные сапротрофы и ксилотрофы в процессе своей жизнедеятельности, разлагая сложные органические соединения до более простых, используют часть веществ субстрата на формирование мицелия, а также в качестве источника энергии. В результате разложения грибами субстрата образуется мицелий гриба, продукты окисления - углекислота и вода, и в среде накапливаются промежуточные побочные продукты обменных процессов (органические кислоты, физиологически активные вещества и др.).

### Накопление растворимых органических веществ в среде.

Как показали результаты исследования (табл. I), в процессе разложения листьев березы, вейника и хвои сосны базидиальными грибами у большинства изученных нами грибов количество растворимых веществ за период культивирования (от двух до шести месяцев) снижается ( $t > 2,11$ ). В опытах с такими видами как *Clitocybe lanzei*, *Collybia hariolorum*, *Muscena citricolor*, *Marasmiellus albus-corticis*, *Muscena epipterygioides* этот факт отмечался при развитии на всех трех видах субстрата. Количество растворимых веществ может значительно варьировать в зависимости от субстрата и редуцента. Наибольшее количество растворимых веществ было обнаружено при разложении листьев вейника, а наименьшее - при разложении хвои сосны. Максимальное накопление массы растворимых веществ (в граммах) за шесть месяцев отмечалось в опытах с культурами грибов: *Clitocybe lanzei*, *Marasmiellus albus-corticis*, *Muscena strobilicola*, *Muscena citricolor*, *Collybia hariolorum*, *Coriolus versicolor*, *Phlebia radiata*.

Таблица I

Изменение количества растворимых веществ  
при разложении листового опада (%)  
(данные за два /а/ и шесть /б/ месяцев)

Варианты оптов	Штаммы грибов	Листья березы		Хвоя сосны		Листья вейника	
		а	б	а	б	а	б
	<i>Clitocybe langei</i>	16,0-	9,1	21,8-	8,3	15,5-	9,5
	<i>Collybia hariolorum</i>	27,6-	10,7	27,0-	6,4	25,0-	11,0
	<i>Mycena citricolor</i>	27,8-	15,1	17,9-	7,1	32,9-	19,3
	<i>Marasmiellus albus-corticis</i>	22,6-	15,7	20,6-	9,0	33,5-	19,8
	<i>Mycena epipterygoides</i>	30,6-	11,8	17,5-	8,9	20,2-	13,0
	<i>Marasmius cohaerens</i>	35,4-	11,9	11,6-	11,9	9,5-	10,3
	<i>Mycena strobilicola</i>	10,9-	10,0	12,9-	9,3	20,3-	10,7
	<i>Xeromphalina cornuj</i>	17,6-	16,4	11,3-	5,3	32,6-	19,7
	<i>Clitocybe nebularis</i>	21,3-	19,1	15,9-	13,7	27,8-	24,1
I	<i>Mycena strobilicola</i>						
	<i>Mycena citricolor</i>	4,7-	7,6	5,1-	7,3	23,5-	12,4
	<i>Mycena epipterygoides</i>						
II	<i>Mycena strobilicola</i>						
	<i>Marasmius cohaerens</i>	4,5-	6,8	5,7-	8,7	18,1-	12,1
	<i>Xeromphalina cornuj</i>						
	<i>Coriolus versicolor</i>	19,5-	10,2	10,4-	8,3	27,0-	18,0
	<i>Stereum hirsutum</i>	17,6-	7,7	13,9-	6,7	11,2-	9,3
	<i>Phlebia radiata</i>	5,3-	8,5	15,1-	5,3	24,8-	18,6

При культивировании штаммов подстилочных сапротрофов и дереворазрушающих грибов в среде были обнаружены органические кислоты. При развитии *Clitocybe lanzei* - лимонная, винная, масляная; в опытах с *Muscena epipterygioides* - яблочная, фумаровая, лимонная, масляная, а также органическая кислота с  $R_f = 0,062$ . При культивировании видов дереворазрушающих грибов были обнаружены масляная и глюконовая - в опытах с *Coriolus versicolor*; лимонная, винная - в опытах с *Phlebia radiata*. Несмотря на то, что количество органических кислот небольшое, к концу культивирования грибов наблюдалась тенденция к закислению среды во всех колбах с культурами грибов. Достоверное снижение pH по сравнению с контролем ( $t > 2,6$ ) выявлено для *Clitocybe lanzei* и *Coriolus versicolor* при разложении листьев вейника.

Образование биомассы мицелия базидиальными грибами. В результате проведенного исследования установлено, что в процессе разложения листьев березы и хвои сосны у большинства исследованных видов образование биомассы мицелия с увеличением срока опыта резко снижается ( $t > 2,31$ ). В то же время при разложении листьев вейника величина экономического коэффициента в большинстве вариантов постоянна в течение всего периода культивирования грибов ( $t < 2,31$ ) (табл.2).

У подстилочных сапротрофов наибольшая величина экономического коэффициента определена у грибов: *Muscena strobilicola* (21,4%), *Clitocybe lanzei* (18,0%), *Xeromphalina cornu* (14,6%).

Величина экономического коэффициента варьирует в зависимости от субстрата. Большинство базидиальных грибов наибольшую биомассу мицелия образуют при разложении хвои сосны, ви-

Таблица 2

Изменение биомассы мицелия при разложении  
листового опада в период от двух (а) до  
шести (б) месяцев (%)

Варианты опытов	Штамы грибов	Листья березы		Хвоя сосны		Листья вейника	
		а	б	а	б	а	б
	<i>Clitocybe langei</i>	14,1-	5,8	18,0-	6,0	6,2-	4,9
	<i>Collybia hariolorum</i>	9,0-	7,0	6,6-	6,7	4,6-	6,5
	<i>Mycena citricolor</i>	13,0-	2,2	12,2-	2,1	5,1-	2,9
	<i>Marasmiellus albus-corticis</i>	9,9-	3,0	10,6-	3,2	5,2-	3,2
	<i>Mycena epipterygoides</i>	5,6-	6,1	7,0-	4,2	3,3-	3,2
	<i>Marasmius cohaerens</i>	6,6-	3,5	5,8-	5,4	5,3-	5,1
	<i>Mycena strobilicola</i>	3,4-	2,4	21,4-	4,1	4,7-	5,0
	<i>Xeromphalina cornuj</i>	9,3-	3,6	14,6-	3,3	5,5-	3,1
	<i>Clitocybe nebularis</i>	7,3-	2,7	11,4-	2,2	4,9-	3,2
I	<i>Mycena strobilicola</i> <i>Mycena citricolor</i> <i>Mycena epipterygoides</i>	5,3-	8,8	5,7-	3,1	10,9-	3,1
II	<i>Mycena strobilicola</i> <i>Marasmius cohaerens</i> <i>Xeromphalina cornuj</i>	5,1-	7,6	5,2-	4,7	9,1-	3,9
	<i>Coriolus versicolor</i>	17,1-	9,0	23,8-	3,8	6,0-	13,3
	<i>Stereum hirsutum</i>	19,4-	13,1	22,5-	10,1	16,7-	19,2
	<i>Phlebia radiata</i>	9,7-	2,0	21,2-	2,4	8,2-	2,9

димо, ввиду большей экологической приуроченности данных видов к этому субстрату.

Затраты вещества субстрата на энергетические процессы.

Полученные нами данные о затратах утилизированных грибами веществ листового опада на дыхание согласуются с данными других авторов (Частухин, Николаевская, 1969; Радионова, 1970; Степанова, Мухин, 1979), показавших, что большая часть ассимилированных веществ грибы затрачивают на энергетические процессы с образованием конечных продуктов распада - углекислоты и воды. Зная, что в среднем 6,0% потребленных веществ подстилочные сапротрофы затрачивают на образование своей биомассы, 16,6% переходит в раствор, можно определить, что в среднем 77,4% ассимилированных веществ составляют продукты дыхания. У дереворазрушающих грибов биомасса составляет, в среднем, 12,4%, растворимые вещества - 12,9%, продукты дыхания - 74,7%.

Интенсивность дыхания культур грибов зависит от возраста культуры. Так, например, через два месяца культивирования грибы *Collybia hariolorum* и *Clitocybe lanzei* имеют интенсивность дыхания 12,2 и 10,4 мг/СО<sub>2</sub>, через шесть месяцев - 7,2 и 5,4 мг/СО<sub>2</sub>, соответственно. Уменьшение интенсивности дыхания с возрастом культуры, возможно, происходит в связи с понижением интенсивности общего обмена и ферментативной активности мицелия.

## ГЛАВА У. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ В СМЕШАННОЙ КУЛЬТУРЕ

В природе в процессе минерализации органического вещества различные виды грибов, поселяющиеся на природных субстратах, вступают между собой в определенные взаимоотношения.

Исследования показали, что между базидиальными грибами появились следующие три типа взаимоотношений: I тип - взаимный антагонизм, характеризующийся появлением между культурами зоны ингибирования, образованием мицелиального валика и остановкой роста мицелия при непосредственном контакте (38 комбинаций). II тип - односторонний антагонизм, при котором происходит полное или частичное нарастание одного гриба на другой (15 комбинаций). III тип - индифферентные отношения, проявляющиеся в образовании зоны взаимного прорастания мицелиев (1 комбинация).

Из результатов анализа взаимоотношений базидиальных грибов следует, что между испытанными грибами преобладают антагонистические отношения, усиливающие конкурентоспособность видов в борьбе за субстрат.

### ВЫВОДЫ

I. Разложение листьев березы, вейника и хвои сосны в сосняках зеленомошно-ягодниковых происходит с различной интенсивностью. Быстрее происходит разложение листьев березы, общая потеря массы которых за два года составила 78,5%, а хвои сосны и листьев вейника - 62,5 и 58,7%, соответственно. Наибольшая потеря массы субстратов наблюдается в первые месяцы разложения.

2. Исследованные нами грибы – подстилочные сапротрофы являются активными редуцентами листового опада, за исключением *Clitocybe nebularis*, под действием которого потеря массы листьев и хвои не превысила 21,4%. Максимальная потеря массы листового опада наблюдалась под влиянием *Clitocybe lanzei* и составила на различных субстратах 55,7–67,0%.

Активность подстилочных сапротрофов может варьировать в зависимости от вида субстрата. С наибольшей скоростью под влиянием большинства видов грибов происходит разложение листьев березы.

При одновременном заражении листьев и хвои подстилочными сапротрофами, относящимися к одному роду и к разным родам, состав редуцентов не влияет на скорость разложения субстрата.

3. Исследованные виды дереворазрушающих грибов–ксилотрофов являются активными деструкторами листового опада. Потеря массы листьев и хвои составила под их влиянием 33,6–62,4%.

4. В процессе разложения листового опада подстилочными сапротрофами и грибами–ксилотрофами наибольшая потеря массы субстратов происходит на первых этапах распада. С увеличением срока разложения общая потеря массы листьев и хвои увеличивается, а скорость разложения уменьшается.

5. Количество растворимых органических веществ в среде зависит от субстрата и редуцента. Максимальное их количество обнаружено в среде в период интенсивного разложения опада.

6. В процессе микогенного разложения листового опада в среднем 6,0% ассимилированных веществ субстрата расходуется подстилочными сапротрофами и 12,4% – грибами–ксилотрофами на построение своей биомассы. Большая часть разрушенных веществ субстрата базидиальные грибы расходуют на энергетические процессы. Продукты дыхания (вода и углекислота) составляют в

опытах с подстилочными сапротрофами 77,4% и грибами-ксило-трофами - 74,7%.

7. Основным типом взаимоотношения между базидиальными грибами в смешанной культуре на сусло-агаре являются антагонистические отношения, выражающиеся в появлении зоны ингибирования, мицелиального валика и остановкой роста мицелия между взаимодействующими видами.

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Мезенцева Л.М. Баланс веществ, образующихся при разложении листьев и хвои подстилочными сапротрофами. Свердловск, 1977.- 13 с.- Рукопись представлена Институтом экологии раст. и жив. УНЦ АН СССР. Деп. в ВИНИТИ, 24.02.1977, № 715-77.
2. Мезенцева Л.М. Баланс веществ, образующихся при разложении опада базидиальными грибами.- В кн.: Материалы I Всесоюз. конф. по биоповреждениям. Москва, 1978, с.115-116.
3. Степанова Н.Т., Мезенцева Л.М. Скорость разложения опада базидиальными грибами.- В кн.: Материалы VI конференции по спорным растениям Средней Азии и Казахстана. Душанбе, 1978, с.251-252.
4. Мезенцева Л.М., Степанова Н.Т. Динамика разложения мягкого опада подстилочными сапротрофами.- В кн.: Биогеоэкологическая роль грибов: Информационные материалы лаборатории экологии низших растений-редуцентов Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР, Свердловск, 1979, с.22-29.
5. Мезенцева Л.М. Динамика разложения мягкого опада при одновременном заражении несколькими видами базидиальных грибов.- В кн.: Проблемы экологии, рационального использования и

охраны природных ресурсов на Урале. Тезисы докладов.  
Свердловск, 1980, с.66-67.

6. Мезенцева Л.М., Степанова Н.Т. Баланс веществ, образующихся при микогенном разложении листового опада.- Экология, 1981, № 4, с.32-37.
7. Мезенцева Л.М. Взаимоотношения некоторых видов базидиальных грибов в смешанной культуре. В кн.: Экология и биология низших растений: Тез.докл. Всесоюзного симпозиума микологов и лихенологов. Минск, 1982, с.95-96.
8. Степанова Н.Т., Мезенцева Л.М. Разложение листового опада подстилочными сапротрофами. В кн.: Экология и биология низших растений: Тез.докл. Всесоюзного симпозиума микологов и лихенологов. Минск, 1982, с.166-167.

*Мезенцева*

Подписано к печати и в свет 2.03.83 г. НС-30990  
Формат 60x84/16 Бумага типографская № 1. Печать  
офсетная. Объем 1,0 уч.-изд.л. Тираж 100 экз.  
Заказ 178. Бесплатно. УНЦ Институт экологии рас-  
тений и животных

---

Типолаборатория госуниверсите та , 620083,  
г. Свердловск, К-83, пр. Ленина, 51