



005017017

На правах рукописи

Голубцова

ГОЛУБЦОВА Олеся Сергеевна

**ОСОБЕННОСТИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ У ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ПИРОГЕННОЙ
СУКЦЕССИИ ЛЕСА В СРЕДНЕМ ПРИОБЬЕ**

03.02.08 – «Экология» (биология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

10 МАЯ 2012

Тюмень - 2012

Работа выполнена в Нижневартовском государственном гуманитарном университете на кафедре экологии

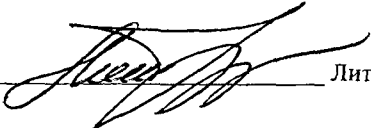
- Научный руководитель: кандидат биологических наук, профессор
Нижневартовского государственного
гуманитарного университета
Иванова Нина Александровна
- Официальные оппоненты: **Ильминских Николай Геннадьевич**,
доктор биологических наук, профессор
кафедры общей биологии Тюменской
государственной сельскохозяйственной
академии
- Еремченко Ольга Зиновьевна**,
доктор биологических наук, профессор
Пермского государственного национального
исследовательского университета
- Ведущая организация: **Институт экологии растений и животных
УрО РАН**

Защита состоится «4» июня 2012 г. в 14⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 220.064.02 при Тюменской государственной
сельскохозяйственной академии по адресу:
625003, г. Тюмень, ул. Республики 7.
Тел/факс: (3452) 46-87-77; E-mail: dissTGSNA@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменской
государственной сельскохозяйственной академии.

Автореферат разослан «24» апреля 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат с.-х. наук


Литвиненко Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В настоящее время проблема лесных пожаров является крайне актуальной. Это связано с изменением климата в сторону потепления, многолетней хозяйственной деятельностью человека на лесных территориях и их загрязнением, незаконными вырубками, строительством промышленных сооружений (Калиниченко, Писаренко, Смирнов, 1991; Чижов, 1998; Брюханов, 2002).

Изучением процессов восстановления лесных сообществ, в том числе после пожаров занимались многие отечественные и зарубежные исследователи: Коулс, 1899; Морозов, 1912; Клементс, 1916; Сукачев, 1962; Седых, 1979; Горшков, Баккал, Ставрова, 1995; Фурьев, 1996; Комарова, 1999; Миркин, Наумова, Соломещ, 2002; Ишутин, 2004.

Пожар в лесу может иметь естественное и антропогенное происхождение. Он рассматривается как отрицательный, так и положительный природный фактор, оказывающий значительное влияние на формирование и динамику растительных сообществ (Валендик, Иванова, 1989; Белов, 1973; Горев, 2004).

Причины восстановительных смен (демутаций) различны. Выделяют внутренние причины, которые находятся в природе самих ценозов, и внешние, определяются действием факторов среды (Шенников, 1964; Поликарпов, 1978; Разумовский, 1981; Русанов, 2007; Хазиев, 2011).

Одна из важнейших внутренних причин восстановительной сукцессии состоит в том, что любой фитоценоз, влияя на почвенную и воздушную среду местообитания, меняет ее, а те в свою очередь оказывают влияние на сообщество (Гельцер, Яковлев, 1996; Русанов, 2007; Хазиев, 2011).

На территории Западной Сибири возобновление лесных сообществ после пожара изучено недостаточно. Данная проблема является крайне актуальной в связи с развитием нефтегазового комплекса, расширением антропогенной деятельности и как следствие – повышением риска возникновения пожаров (Леса и лесное хозяйство ХМАО-Югры, 2007; Состояние..., 2008).

Цель исследования – выявление особенностей динамики абиотических и биотических факторов и функциональных процессов у доминирующих видов травянистых растений в сообществах, находящихся на разных этапах послепожарного возобновления в подзоне средней тайги на территории Нижневартовского района ХМАО-Югры.

Задачи исследования:

1. Дать оценку особенностей абиотических факторов почвы и воздуха на разных этапах пирогенной сукцессии.

2. Выявить динамику численности микроорганизмов, грибов и функциональных процессов в почве.

3. Исследовать изменение биопродуктивности и физиологических процессов растений: интенсивность дыхания, фотосинтеза, содержания пигментов, водный режим.

4. Изучить взаимосвязи функциональных процессов травянистых растений с абиотическими и биотическими факторами среды.

Научная новизна работы. Впервые проведено комплексное исследование динамики абиотических и биотических факторов, функциональных особенностей видов-доминантов травянистых растений, находящихся на разных этапах послепожарного возобновления леса на территории Среднего Приобья (ХМАО-Югры). Полученные результаты расширяют теоретические знания о взаимосвязи функциональных процессов травянистых растений с комплексом факторов среды в формирующемся сообществе после пожара. Проведен подробный корреляционный анализ с выявлением ведущих абиотических и биотических факторов среды на различных этапах пирогенной сукцессии. Показана взаимосвязь формирования сообществ с численностью микроорганизмов и грибов, а также подробная корреляционная зависимость функциональных процессов у травянистых растений в процессе пирогенной сукцессии с изменениями факторов среды, в том числе с микробиологической активностью почв.

Практическая значимость работы. Выявленные закономерности изменения факторов среды и эколого-физиологических механизмов адаптации травянистых растений при восстановлении леса после пожаров могут быть использованы при создании технологий естественного и искусственного восстановления лесов. Эколого-физиологические особенности растений – для разработки методов биоиндикации и оценки экологического состояния сообществ. Материалы диссертации используются при чтении курсов лекций «Физиология растений», «Общая экология», «Экология и рациональное природопользование», «Растительный мир ХМАО».

Личный вклад автора состоит в самостоятельном сборе и обработке фактического материала, его анализе, проведении лабораторных и полевых исследований, формировании научных положений и выводов, написании текста диссертации.

Обоснованность выводов и достоверность результатов работы обеспечены значительным объемом фактического материала, пятилетними лабораторными и полевыми экспериментами с применением классических и современных методов исследований и подтверждением их результатами математической статистики.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Формирование абиотических факторов на первых этапах пирогенной сукцессии в большей степени определяется влиянием пожара, в дальнейшем типом и видовым разнообразием сообщества.
2. Численность микроорганизмов и грибов, интенсивность дыхания, целлюлозоразлагающая и протеазная активность почв увеличивается в процессе пирогенной сукцессии.
3. Скорость функциональных процессов и образование пигментов у травянистых растений в процессе пирогенной сукцессии определяется их принадлежностью к экологическим группам и связаны с совокупностью абиотических и биотических факторов среды, и их взаимодействием.
4. Наиболее значимыми факторами среды для протекания функциональных процессов у травянистых растений на разных этапах пирогенной

сукцессии являются свет, влажность, минеральный состав, кислотность почвы.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на III Международной научно-практической конференции «Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика» (Нижневартовск, 2006); Международной научно-практической конференции «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2007); VII Международной научной конференции «Наука и образование» (Белово, 2008); Международном экологическом форуме «Оптимизация управления антропогенными воздействиями в целях устойчивого развития северных территорий» (Нижневартовск, 2008); IV Международной научно-практической конференции «Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика» (Нижневартовск, 2010); I Международной научной конференции «Современная биология: вопросы и ответы» (Санкт-Петербург, 2012); III Международной научно-практической конференции «Проблемы современной биологии» (Москва, 2012).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 8 печатных работ, в том числе две в журнале, рекомендованном ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов, библиографического списка и приложений. Список цитируемой литературы содержит 212 наименований, в том числе 18 на иностранных языках. Работа изложена на 176 страницах, включает 9 таблиц, 36 рисунков и 21 приложение.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 ДИНАМИКА ФАКТОРОВ СРЕДЫ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ ЛЕСА, КАК ФАКТОР СМЕНЫ СООБЩЕСТВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

В главе дано описание особенностей экологических сукцессий в процессе послепожарного возобновления леса, абиотических факторов, и микробиологических процессов, эколого-физиологических механизмов, адаптаций растений на разных стадиях пирогенной сукцессии.

2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено описание почвенно-климатических условий и растительности на территории Среднего Приобья (Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры).

3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в лабораторных и полевых условиях, с 2006 по 2010 гг., в период активной вегетации растений (конец июня, июль, начало августа) на территории Нижневартовского района, Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Для изучения были выбраны семь участков, находящиеся на разных этапах пирогенной сукцессии. При изучении физиологических и биохимических особенностей, содержания пигментов в листьях травянистых растений использовали виды-доминанты (таблица 1).

Таблица 1 – Изученные доминантные виды травянистых растений в сообществах, находящихся на разных этапах пирогенной сукцессии.

Тип сообщества, возраст, тип почвы	Название доминантного вида		Семейство
	русское	латинское	
Кипрейно-разнотравное сообщество (2-3 года), подзолистые	Иван-чай узколистный	<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub	Кипрейные (Onagraceae)
	Клевер ползучий	<i>Trifolium repens</i> L.	Бобовые (Fabaceae)
	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Злаки (Poaceae)
	Вейник тупоколосковый	<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.	Злаки (Poaceae)
Травяно-кустарничковое сообщество (3-5 лет), подзолистые	Иван-чай узколистный	<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub	Кипрейные (Onagraceae)
	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Злаки (Poaceae)
	Вейник тупоколосковый	<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.	Злаки (Poaceae)
Осиново-березовое разнотравное сообщество (6-10 лет), дерново-подзолистые	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Злаки (Poaceae)
	Седмичник европейский	<i>Trientalis europaea</i> L.	Первоцветные (Primulaceae)
	Майник двулистный	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	Лилейные (Liliaceae)
Сосново-березовое брусничное сообщество (10-12 лет), дерново-подзолистые	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Злаки (Poaceae)
	Седмичник европейский	<i>Trientalis europaea</i> L.	Первоцветные (Primulaceae)
	Майник двулистный	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	Лилейные (Liliaceae)
Сосново-кедровое брусничное сообщество (15-20 лет), дерново-подзолистые	Хвощ лесной	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	Хвощевые (Equisetaceae)
	Майник двулистный	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	Лилейные (Liliaceae)
	Осока шаровидная	<i>Carex globularis</i> L.	Осоковые (Cyperaceae)
Кедровник хвощово-осоковый (50-55 лет), подзолистые	Хвощ лесной	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	Хвощевые (Equisetaceae)
	Осока шаровидная	<i>Carex globularis</i> L.	Осоковые (Cyperaceae)

Описание лесных сообществ проводили по методике геоботанического описания (Нешатаев, 1987).

Интенсивность освещения в сообществах измеряли с помощью люксметра (X1000), в единицах лк. (Баринов, 1992), температурный режим почвы – почвенным термометром (Тазабеков, Гнездилова, 1972), температурный режим воздуха – с помощью метеорологического термометра (Андреева и др., 2002).

Влажность почвы определяли весовым методом (Чернавина, 1978), влажность воздуха – гигрометром (Андреева, Баккал, 2002), плотность почвы устанавливали по сухому весу единицы площади почвы, кислотность почвенного раствора измеряли с помощью прибора рН Scan WP2 (пылевлагозащитный, карманный).

Содержание кислорода в почве изучали по методике Н. Грина и др. (1990), окислительно-восстановительный потенциал почв – методом автографии на фотобумаге (Денисова, 1999).

Отбор почвенных образцов, подстилки и опада проводили методом конверта (Андреева и др., 2002), определение количества гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), химический анализ почвы – методами, рекомендованными Е.В. Аринушкиной (1962).

Численность микроорганизмов в почве определяли методом обрастания стекол по Н.Г.Холодному и посевом почвенных суспензий с различной степенью разведения (от 1:10 до 1:1000000) на (МПА) (Ежев, 1974; Аникиев, Лукомская, 1983), грибов – на твердую питательную среду Чапека (Егоров, 1976).

Интенсивность дыхания почвенных микробиоценозов изучали *ex situ* – в лабораторных условиях, по учету количества выделенного углекислого газа (Денисова, 1999) титриметрическим методом, целлюлозоразлагающую активность микроорганизмов в почве – по скорости разложения картона и хлопчатобумажной ткани, протеазную – методом аппликации на рентгеновской пленке (Егоров, 1976; Денисова, 1999).

Для изучения общей биологической продуктивности, структуры биомассы, площади листовой поверхности использовали по двадцать экземпляров каждого вида травянистых растений. Структуру биомассы растения определяли по методике В.И. Пьянкова, Л.А. Иванова (2000), площадь листьев – весовым методом по Л.А. Иванову (Третьяков, 1982), интенсивность фотосинтеза – газометрическим методом по скорости CO_2 -газообмена листьев растений (Гавриленко, Жигалова, 2003) с помощью инфракрасного газоанализатора Infracalit III (Германия) со шкалой 0-0,1%.

Скорость суммарного дыхания (ΣR) (фотодыхание в величину не входит) по методике И.А. Мурья, Д.К. Величкова (1981).

Содержание пигментов определяли спектрофотометрическим методом на приборе – SPECORD 30 (Analytik jena - Германия) (Гавриленко, Жигалова, 2003).

При изучении интенсивности транспирации использовали метод быстрого взвешивания по Л.А. Иванову (Медведев, 1996). Содержание воды в органах – по разнице между сырым и сухим весом.

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием методов биометрии (Лакин, 1990; Андреева и др., 2002), пакета прикладных программ Statistica 11.5; Excel 2007 из пакета Microsoft Office XP.

Для оценки взаимосвязи изучаемых параметров использовали коэффициент корреляции Пирсона (Андреева и др., 2002). Оформление картографического материала проводили с помощью ГИС-технологий MapInfo 11.

4 ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В СООБЩЕСТВАХ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПОСЛЕПОЖАРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСА

В процессе пирогенной сукцессии интенсивность освещения в сообществах уменьшалась. Самые высокие показатели интенсивности освещения на всех измеряемых уровнях были в горельнике – $39 \pm 3,2$ тыс. лк, что связано с полным отсутствием растительности и открытостью участка. В кипрейно-разнотравном и травяно-кустарничковом сообществах ее показания изменялись от $20 \pm 2,6$ до $33 \pm 2,9$ тыс. лк. В кедровнике хвощово-осоковом на уровне почвы она не превышала $6 \pm 0,41$ тыс. лк, на высоте от 1,3 м до 2,5 м варьировала от $11 \pm 1,1$ тыс. лк до $14 \pm 0,7$ тыс. лк. В данном сообществе отмечена высокая сомкнутость деревьев в связи с доминированием сосны сибирской. Полученные результаты согласуются с литературными данными при изучении других сообществ (Поликарпов, 1978; Луганский и др., 1996).

Таким образом, выявлено снижение интенсивности освещения в сообществах от первоначальных этапов пирогенной сукцессии к последующим, что связано с увеличением высоты и сомкнутости растительного покрова.

Максимальные показатели температуры почвы были в горельнике, в кипрейно-разнотравном и травяно-кустарничковом сообществах. Отмечена единая динамика – верхние слои почвы прогрелись интенсивнее, особенно на первых этапах. С увеличением глубины почвы температура снижается.

Температура воздуха на открытом пространстве сообществ и в горельнике была максимальной. На последующих этапах сукцессии она снижалась. Самые низкие значения были зафиксированы на уровне травяно-кустарничкового яруса в сообществах, находящихся на более поздних этапах послепожарного восстановления. Данная динамика обусловлена тем, что сообщества первых этапов подвержены более интенсивному световому и тепловому воздействию вследствие отсутствия деревьев.

Влажность почвы и воздуха в фитоценозах, в процессе лесовозобновления увеличивается. Максимальные показатели содержания воды в почве выявлены на последних этапах сукцессии в сосново-кедровом брусничном сообществе – $42,11 \pm 0,01\%$ и в кедровнике хвощово-осоковом – $42,24 \pm 0,08\%$. Полученная закономерность связана с тем, что в лесу кроны деревьев задерживают осадки и влагу, испаряющуюся с напочвенного покрова; температура воздуха в летнее время здесь ниже, скорость ветра меньше, сомкнутость деревьев больше. (Раменский, 1971; Блэк, 1973; Тарабукина, Савинов, 1990; Смоленцев, 2002; Малиновских, 2003).

Плотность почвы была самой высокой на первых трех участках. В горельнике она составляла $1,8 \pm 0,3$ кг/дм³, в кипрейно-разнотравном сообществе – $1,6 \pm 0,2$ кг/дм³, в травяно-кустарничковом – $1,4 \pm 0,1$ кг/дм³, в кедровнике хвощово-осоковом $1 \pm 0,15$ кг/дм³. Снижение плотности почвы связано с увеличением содержания воды, активацией деятельности микроорганизмов и грибов, почвенных животных, разрастанием корней растений (Качинский, 1975; Орешков, Шишкин, 2003; Добровольский и др., 2003; Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005; Добровольский, Никитина, 2006).

В процессе пирогенной сукцессии выявлено снижение восстановительного потенциала почвы и повышение окислительного, что говорит о преобладании аэробных условий на поздних этапах. Содержание кислорода в почве увеличивалось от первых этапов пирогенной сукцессии к последующим, и изменялось от $3 \pm 0,09\%$ до $19,2 \pm 0,97\%$, что подтверждает результаты по изучению окислительно-восстановительного потенциала.

В процессе послепожарного возобновления леса количество зольных элементов в подстилке, опаде и верхнем слое почвы снижалось. Максимальное содержание отдельных химических элементов (NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-}) в почве выявлено в горельнике, кипрейно-разнотравном и травяно-кустарничковом сообществах, наименьшее – в сосново-кедровом брусничном и кедровнике хвощово-осоковом.

Уменьшение зольности у изученных субстратов в процессе сукцессии мы связываем со снижением скорости минерализации органики на поздних этапах сукцессии и с накоплением большого количества минеральных веществ в живой биомассе кустарничков и древесных растений (Громцев, 2000; Добровольский, 2001; Дюкарев, 2005; Лукина и др., 2008).

После пожара происходит обогащение почвы минеральными элементами, которые на первых этапах сукцессии способствуют бурному росту пионерных видов растений.

В процессе лесовосстановления менялась кислотность почвенного раствора: на поверхности почвы от 3,8 до 5, на уровне корней растений она имела такую же тенденцию, что и на поверхности почвы и варьировала от 4,1 кислой до 6,5 слабокислой среды.

Содержание гумуса в верхнем слое почвы и подстилке увеличивалось в процессе пирогенной сукцессии. Его содержание в почве изменялось от $3,25 \pm 0,1$ мг/г в кипрейно-разнотравном сообществе до $5,2 \pm 0,18$ мг/г в кедровнике хвощово-осоковом. В подстилке количество гумуса было ниже и составляло $2,76 \pm 0,096$ мг/г в кипрейно-разнотравном сообществе, $4,52 \pm 0,21$ мг/г в кедровнике хвощово-осоковом. Невысокое содержание гумуса в верхних слоях почвы и подстилке возможно связано с низкой скоростью разложения труднодоступных растительных полимеров, и их вымыванием в нижние горизонты почвы (Качинский, 1975; Никонов и др., 2004).

Обобщенные результаты особенностей изменения абиотических факторов среды в процессе пирогенной сукцессии представлены на рис. 1.

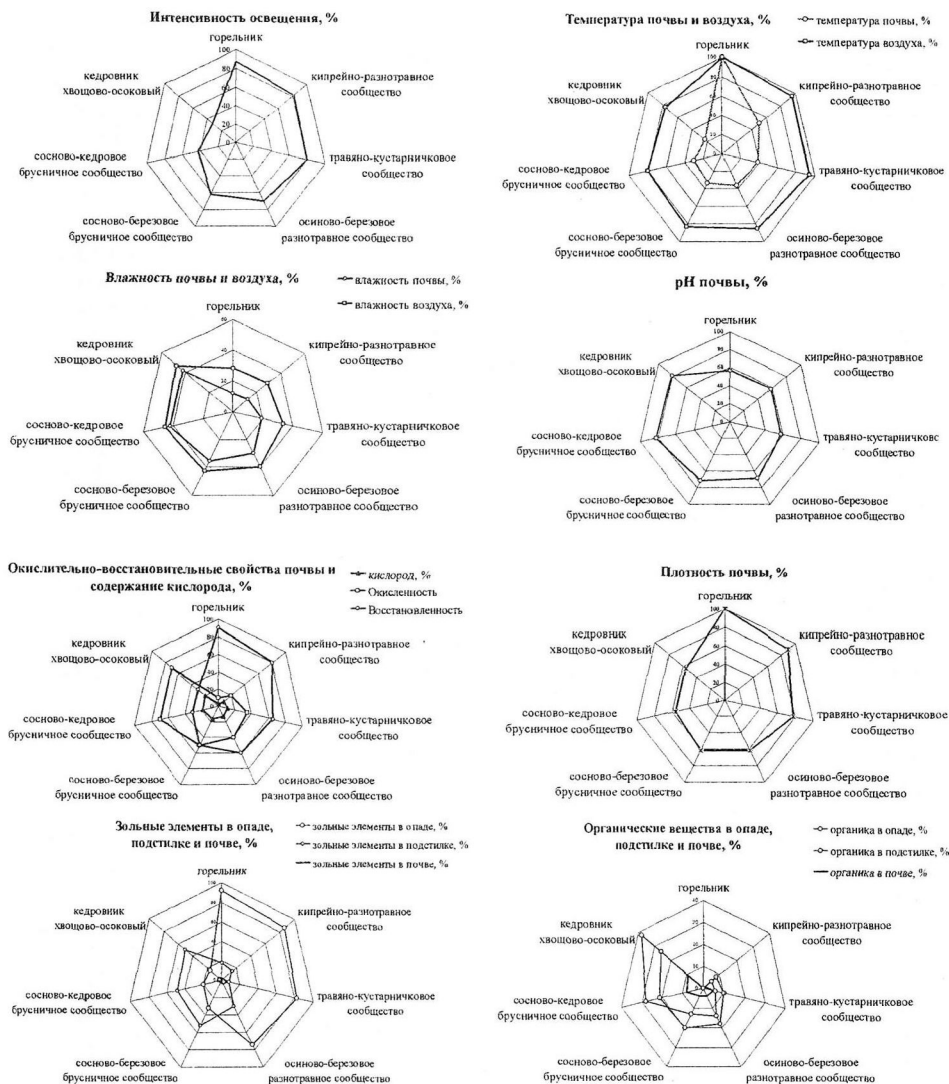


Рис. 1 – Динамика изменения абиотических факторов в сообществах в процессе пирогенной сукцессии, %

Изменение комплекса факторов почвенной среды (рис. 1) в процессе пирогенной сукцессии сопровождается увеличением численности микроорганизмов и грибов.

Максимальное количество грибов выявлено на поздних стадиях пионерной сукцессии в сосново-кедровом брусничном сообществе на глубине 10 – 15 см, (рис. 2).

В почвах изученных сообществ доминировали грибы из родов: *Rhizopus*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Penicillium*. На первых этапах преобладали представители родов *Rhizopus*, *Mucor* и *Trichoderma*. На последних стадиях - прокариотные мицелиальные микроорганизмы *Actinomyces*, которые активно разлагают целлюлозу и лигнин (Никонов и др., 2004; Звягинцев и др., 2005; Федоренко, 2006).

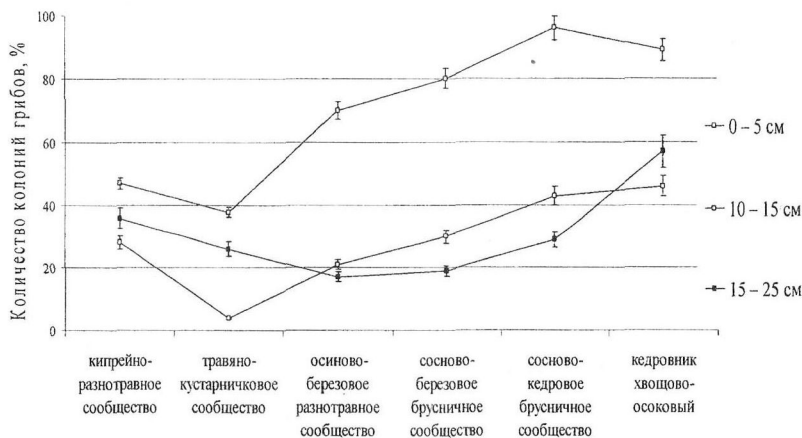


Рис. 2 – Изменение численности грибов на разной глубине почвы в процессе послепожарного возобновления леса.

Важной характеристикой почвы является интенсивность дыхания. В процессе развития сукцессии этот показатель возрастал. На территории горельника она составляла – $2,4 \pm 0,4$ мг/дм²ч, в кипрейно-разнотравном – $2,98 \pm 0,53$ мг/дм²ч, в осиново-березовом разнотравном – $3,19 \pm 0,19$ мг/дм²ч, в сосново-кедровом брусничном сообществе и кедровнике хвощово-осоковом – $3,46 \pm 0,46$ мг/дм²ч и $3,6 \pm 0,6$ мг/дм²ч соответственно.

Полученная закономерность связана с повышением содержания кислорода в почве, обогащением ее органикой, снижением кислотности и как следствие – активацией деятельности почвенного микробиоценоза.

Целлюлозоразлагающая активность почвы увеличивается от первой стадии лесовосстановления к последующим (рис. 3).

В горельнике скорость разложения картона и ткани была минимальной и составляла $19 \pm 0,06\%$ и $34 \pm 0,02\%$ соответственно, в кипрейно-разнотравном сообществе – $48 \pm 0,5\%$ и $75,5 \pm 0,38\%$, в кедровнике хвощово-осоковом – $91 \pm 1,06\%$ и $96 \pm 0,47\%$ соответственно.

Протеазная активность почвы в процессе лесовосстановления также повышалась (рис. 3). В процентном отношении ее активность изменялась от $20 \pm 4\%$ до $55 \pm 6\%$.



Рис. 3 – Целлюлозоразлагающая и протеазная активность почв на разных этапах послепожарного восстановления леса

Повышение протеазной активности почв на поздних этапах пирогенной сукцессии возможно связано с наличием большого количества субстратов питания, которые могут использовать грибы и Актиномицеты, а также изменением абиотических факторов среды в сообществах (Добровольский и др., 1998; Никонов и др., 2004).

В результате полученных нами исследований, выявлено, что микробиологическая активность в почвах повышается на поздних стадиях лесовосстановления.

5 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В СООБЩЕСТВАХ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ

В процессе послепожарного лесовосстановления происходит снижение площади ассимиляционного аппарата, накопление органической биомассы на одно растение, которое варьировало от $3,9 \pm 1,3$ г/растение у Иван-чая до $0,65 \pm 0,2$ г/растение у Осоки шаровидной. Исключение составляли растения Хвоща лесного, что мы связываем с биолого-генетическими особенностями данного вида.

Анализ структуры биомассы отдельных органов выявил, что на первых этапах пирогенной сукцессии основной вклад в ее структуру вносят листья,

второе место занимают корни. Вклад стеблей и генеративных органов был значительно ниже.



Рис. 4 – Структура биомассы травянистых растений, находящихся на разных этапах пирогенной сукцессии

В процессе пирогенной сукцессии доля корней в структуре биомассы растёт, листьев и генеративных органов сокращается (рис. 4), что является адаптивным механизмом к изменению факторов среды, в том числе, дефициту количества минеральных веществ в почве.

У изученных растений в процессе пирогенной сукцессии интенсивность фотосинтеза снижалась, и была минимальной в кедровнике хвощово-осоковом, в котором доминировал Хвощ лесной (рис. 5).

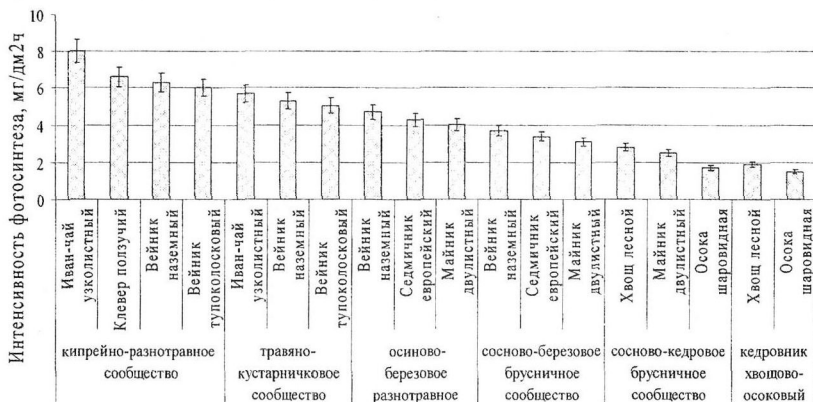


Рис. 5 – Интенсивность фотосинтеза травянистых растений на разных этапах послепожарного возобновления.

В соответствии с классификацией Е. Ландольта (1977) и Д.Н. Цыганова (1983) растения первых этапов пирогенной сукцессии относятся к световой группе, поздних – к ультратеневой. Известно, что гелиофиты характеризуются более высокой интенсивностью фотосинтеза и продуктивностью (Лархер, 1978; Березина, Афанасьева, 2009).

У травянистых растений в процессе пирогенной сукцессии уменьшается общее содержание пигментов, хлорофилла а, растет количество хлорофилла b и каротиноидов (рис. 6).

Отношение хлорофилла а к b, суммы хлорофиллов к каротиноидам уменьшается.

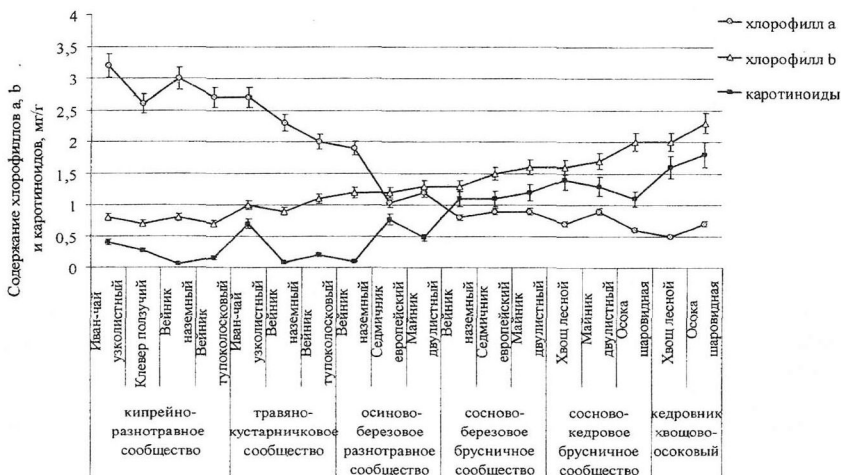


Рис. 6 – Содержание хлорофилла а, b и каротиноидов у травянистых растений, находящиеся на разных этапах пирогенной сукцессии

Интенсивность дыхания листьев растений в процессе пирогенной сукцессии снижалась, что связано со сменой экологических групп растений, в результате изменения факторов среды в сообществах.

Интенсивность транспирации была наиболее высокой у растений кипрейно-разнотравного сообщества. В ходе сукцессии она снижалась (рис. 7).

Наибольшее содержание воды на единицу сухого веса и площади листа выявлено у представителей кипрейно-разнотравного сообщества. На более поздних стадиях лесовосстановления этот показатель у растений был ниже. Выявленная закономерность связана с особенностями биологии изученных видов травянистых растений и их принадлежностью к разным экологическим группам, а также особенностями комплекса экологических факторов. Таким образом, напряженность водообмена на поздних стадиях пирогенной сукцессии у травянистых растений снижается.

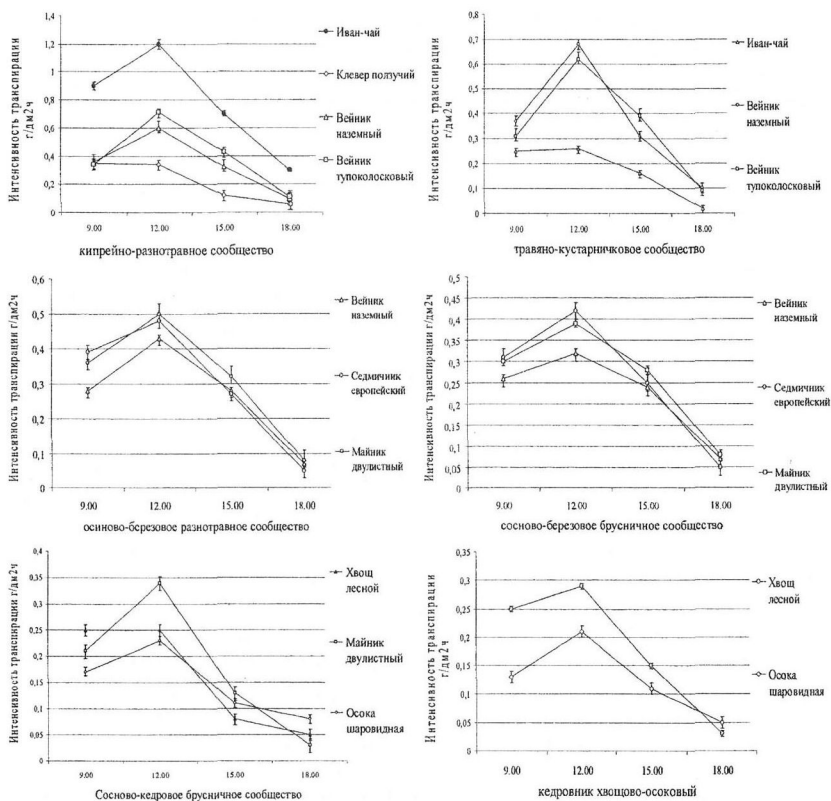


Рис. 7 – Суточные кривые интенсивности транспирации листьев травянистых растений на разных этапах пирогенной сукцессии

6 КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ФАКТОРАМИ СРЕДЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ

Выявлена наиболее высокая корреляционная зависимость интенсивности фотосинтеза с освещенностью, влажностью почвы, содержанием минеральных веществ, температурой почвы и воздуха на первых этапах пирогенной сукцессии. На более поздних стадиях прослеживается высокая корреляция фотосинтеза с плотностью почвы, толщиной подстилки, содержанием кислорода в почве и кислотностью почвенного раствора.

В процессе лесовосстановления интенсивность дыхания растений имела высокую корреляционную зависимость с большинством абиотических факторов. На поздних стадиях сукцессии данная взаимосвязь усиливается. Максимальная

корреляция была выявлена между дыханием растений и содержанием кислорода в почве, в сосново-березовом брусничном сообществе ($r = 0,99$).

Интенсивность транспирации на начальных этапах пирогенной сукцессии коррелирует с влажностью воздуха, освещенностью, кислотностью почвы, содержанием кислорода и минеральных веществ в почве $r = 0,98; -0,96; 0,96; -0,86; 0,91$ соответственно; на последних стадиях – с плотностью, кислотностью, содержанием минеральных веществ и температурой почвы $r = 0,89; 0,74; 0,71; -0,70$ соответственно.

В процессе пирогенной сукцессии наиболее значительное влияние на механизмы адаптации растений при формировании растительных сообществ оказывают освещенность, влажность почвы и воздуха, температура почвы и воздуха, плотность и содержание минеральных элементов в почве.

ВЫВОДЫ

1. В процессе пирогенной сукцессии от начальных этапов лесовосстановления к последующим уменьшается интенсивность освещения на 67,8%, температура почвы от 24,4 до 6,93°C, температура воздуха от +25 до +15,4°C. Увеличивается влажность почвы от 11,63 до 42,2% и воздуха от 28 до 47,3%, снижается плотность почвы от 1,8 до 1 кг и ее восстановительный потенциал, растет окислительный потенциал и содержание кислорода от 3 до 19,2%. Кислотность почвенного раствора на поверхности почвы и на уровне корней меняется от 3,8 кислой до 6,5 слабокислой. Количество зольных элементов в верхнем слое почвы, подстилке и опаде сокращается от 95 до 62%, но растет содержание органики от 5 до 38%. Количество гумуса в подстилке увеличивается от 2,76 до 4,52 мг/г, в верхнем слое почвы его содержание изменялось от 3,25 до 5,2 мг/г. Снижается накопление сульфатов, аммиачного азота, магния, кальция.

2. На первых этапах пирогенной сукцессии в почве численность микроорганизмов и грибов была низкой. В процессе сукцессии их количество увеличивалось, и было максимальным в кедровнике хвощово-осоковом – 1,3 млн./г почвы и 96% соответственно. На начальных стадиях лесовосстановления доминировали грибы родов *Rhizopus*, *Mucor* и *Trichoderma*, на последних - прокарпийные мицелиальные микроорганизмы *Actinomyces*. В процессе пирогенной сукцессии увеличивалась целлюлозоразлагающая активность почвы от 19 до 96%, протеазная активность почвы от 20 до 55%, интенсивность дыхания от 2,4 до 3,6 мг/дм²ч.

3. Численность микроорганизмов и грибов в почве имела высокую корреляционную зависимость с содержанием минеральных веществ ($r = -0,98$), температурой почвы ($r = -0,96$) и воздуха ($r = 0,90$), с содержанием кислорода в почве ($r = 0,95$), толщиной подстилки ($r = 0,97$), влажностью и плотностью почвы ($r = 0,96$ и $0,95$ соответственно).

4. В процессе сукцессии снижается биомасса растений от 3,9 до 0,65 г/растение, ассимиляционная площадь листьев, изменяется вклад отдельных органов в структуру биомассы. На первых этапах сукцессии основной вклад в структуру биомассы растений вносят листья, на поздних стадиях – корни. В

процессе послепожарного восстановления леса уменьшается интенсивность фотосинтеза растений от 8 до 1,5 мг/дм²ч, а также общее содержание пигментов и хлорофилла а, увеличивается количество хлорофилла b и каротиноидов. Отношения хлорофиллов а к b и хлорофиллов а+b к каротиноидам уменьшались. В ходе лесовосстановления величина темнового дыхания листьев снижается от 2 до 0,4 мгСО₂/г сухой массы. При пирогенной сукцессии уменьшается интенсивность транспирации от 0,77 до 0,12 г/дм²ч, а так же содержание воды на одно растение и на единицу площади листа.

5. Корреляционный анализ выявил высокую взаимосвязь интенсивности фотосинтеза на первых этапах пирогенной сукцессии с освещенностью ($r = -0,99$), влажностью почвы ($r = 0,99$), содержанием минеральных веществ ($r = 0,90$), температурой почвы и воздуха ($r = -0,91$ и $-0,98$); на последующих – с плотностью и кислотностью почвы ($r = -0,99$ и $-0,99$), содержанием кислорода в ней ($r = -0,99$), толщиной подстилки ($r = 0,96$).

6. Интенсивность дыхания растений в процессе лесовосстановления коррелирует с большинством факторов среды. Максимальная корреляционная зависимость выявлена между дыханием растений и содержанием кислорода в почве ($r = 0,99$), плотностью почвы ($r = -0,99$), освещенностью ($r = 0,98$), кислотностью почвы ($r = 0,98$), температурой почвы ($r = -0,99$).

7. На начальных стадиях восстановления леса интенсивность транспирации имела высокую корреляционную зависимость с влажностью воздуха ($r = 0,98$), освещенностью ($r = -0,96$), кислотностью почвы ($r = 0,96$), содержанием кислорода и минеральных веществ ($r = -0,86$ и $0,91$ соответственно), на последних – с кислотностью почвенного раствора ($r = 0,74$), плотностью почвы ($r = 0,89$), с содержанием минеральных веществ ($r = 0,71$) и температурой почвы ($r = -0,70$).

8. Функциональные процессы растений в меньшей степени коррелировали с численностью микроорганизмов, грибов и целлюлозоразлагающей активностью почв. Интенсивность фотосинтеза имела высокую корреляционную зависимость с количеством грибов в почве ($r = -0,66$), и эта зависимость увеличивалась в процессе лесовосстановления ($r = -0,94$). Выявлена высокая зависимость между накоплением органического вещества на одно растение и количеством грибов в почве ($r = 0,99$), микроорганизмами ($r = 0,89$) и целлюлозоразлагающей активностью почвы ($r = 0,99$) на всех этапах послепожарного лесовосстановления.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Голубцова О.С. Особенности содержания пигментов у травянистых растений, находящихся в сообществах на разных стадиях пирогенной сукцессии // Естественные и технические науки. М.: Спутник+, 2010. №4. С. 69-73.
2. Иванова Н.А., Голубцова О.С. Особенности фотосинтеза и биологическая продуктивность травянистых растений на разных этапах послепожарного возобновления леса в среднетаежной подзоне Западной Сибири // Естественные и технические науки. М.: Спутник+, 2010. №4, С. 73-77.

Научные статьи и материалы:

3. Голубцова О.С. Динамика изменения абиотических факторов в растительных сообществах в процессе пирогенной сукцессии // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Абакан, 2007. Том 1. С. 12-13.
4. Голубцова О.С. Структура биомассы и типы экологической стратегии травянистых растений на разных стадиях пирогенной сукцессии // Наука и образование: Сб. тр. VII Междунар. науч. конф. Белово, 2008. С. 543-545.
5. Иванова Н.А., Голубцова О.С. Особенности абиотических факторов в сообществах, находящихся на разных этапах послепожарного возобновления в условиях среднетаежной подзоны Западной Сибири // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов – теория, методы, практика: Докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. Нижневартовск, 2010. С. 131-134.
6. Голубцова О.С., Иванова Н.А. Динамика изменения видового состава и проективного покрытия растений на разных стадиях послепожарного восстановления леса в условиях Среднего Приобья // Вестник НГГУ. Нижневартовск, 2011. С. 6-11.
7. Голубцова О.С. Особенности интенсивности транспирации у травянистых растений на разных стадиях пирогенной сукцессии / Современная биология: вопросы и ответы: Мат. I Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург – Петрозаводск, 2012. С. 139-143.
8. Голубцова О.С. Изменение численности микроорганизмов и грибов, ферментативной активности в почвах на разных стадиях послепожарного восстановления леса / Проблемы современной биологии: Мат. III Междунар. науч.-практ. конф. // Естественные и технические науки. М.: Спутник+, 2012. С. 103-109.

Подписано в печать 19.04.2012. Тираж 120 экз.
Печать трафаретная. Заказ 095.
Отпечатано в печатном цехе «Ризограф»
Тюменского Аграрного Академического Союза
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7