



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2015 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
«Перспектив Свободный-2015»,
посвященной 70-летию Великой Победы

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

Красноярск, 2015.

«Экология и природопользование»

ТОКСИЧНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДАХ РЕКИ ЕНИСЕЙ И ЕЁ ПРИТОКАХ В ЧЕРТЕ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

Сентюрова М. В., Вишняков А. Н.
научный руководитель к.б.н. профессор Григорьев Ю. С.
Сибирский Федеральный университет

Загрязнение водной среды нефтью и нефтепродуктами - наиболее актуальная экологическая проблема конца XX - начала XXI вв. Нефтегенные загрязняющие вещества обнаруживаются повсюду и повсеместно: в водоемах, почвах, подземных водоносных горизонтах, в воздухе, и имеют поистине глобальное распространение [с.12, 1]. На сегодняшний день нефть – один из самых распространенных загрязнителей, обладающий высокой степенью токсичности и представляющий опасность как для людей, так и для биосферы в целом.

Значительные количества нефтепродуктов поступают в поверхностные водные объекты (реки и водохранилища) с недостаточно очищенными промышленными сточными водами, а также с рассредоточенным стоком. Самоочищающей способности водных объектов зачастую недостаточно для приведения качества природных вод в состояние, удовлетворяющее нормативам [с.56, 2]. В этой ситуации важно не только оперативно обнаружить загрязнение, но и определить степень токсического действия на живые организмы, обитающие в водной среде.

Интегральную оценку воздействия токсикантов на природную среду можно получить методами биотестирования. Однако для детального исследования влияния загрязняющих веществ на объекты окружающей среды необходимо также знать их содержание, определяемое с помощью физико-химического анализа.

Целью настоящей работы явилось определение токсичности вод реки Енисей и малых её притоков в черте города Красноярск в разные сезоны года с одновременным контролем за содержанием в пробах нефтепродуктов.

В качестве тест-объекта использовали культуру микроводоросли *Chlorella vulgaris* - термофильный штамм. Маточную культуру водоросли выращивали в культиваторе КВ-05 в течении 22 часов при постоянной температуре $36 \pm 0,5$ °С, интенсивности света 60 Вт/м^2 и непрерывном перемешивании, обеспечивающем поступление углекислого газа из воздушной среды (0,03%). В качестве питательной среды использовали 50%-ную среду Тамия. Пересев культуры в свежую среду проводился 1 раз в сутки. При таких условиях выращивания, культура находилась в экспоненциальной стадии роста и была альгологически чистой. Засев культуры производился с исходной оптической плотностью 0,010, измеряемой прибором ИПС-03 в кювете 2 см, при длине волны 560 нм.

Для исследования сезонной токсичности вод р.Енисей в черте г. Красноярск проводился отбор проб из водоемов города с различной антропогенной нагрузкой. Пробы отбирались на 4 станциях:

Станция №1 – р. Енисей, район Нефтебазы правый берег;

Станция №2 – р. Енисей, о.Отдыха;

Станция №3 – р. Кача, пробы с моста в районе кольца Брянской;

Станция №4 – р. Енисей, район торгового центра Комсомолл – Стрелка.

Отбор проб проводился, осенью (сентябрь-октябрь) 2014 г. и весной (февраль-март) 2015 г. 10 и 20 числа каждого месяца, согласно ГОСТ Р 51592-2000 «Вода.



Общие требования к отбору проб «Госстандарт России». Карта станций отбора проб представлена на рисунке 1.

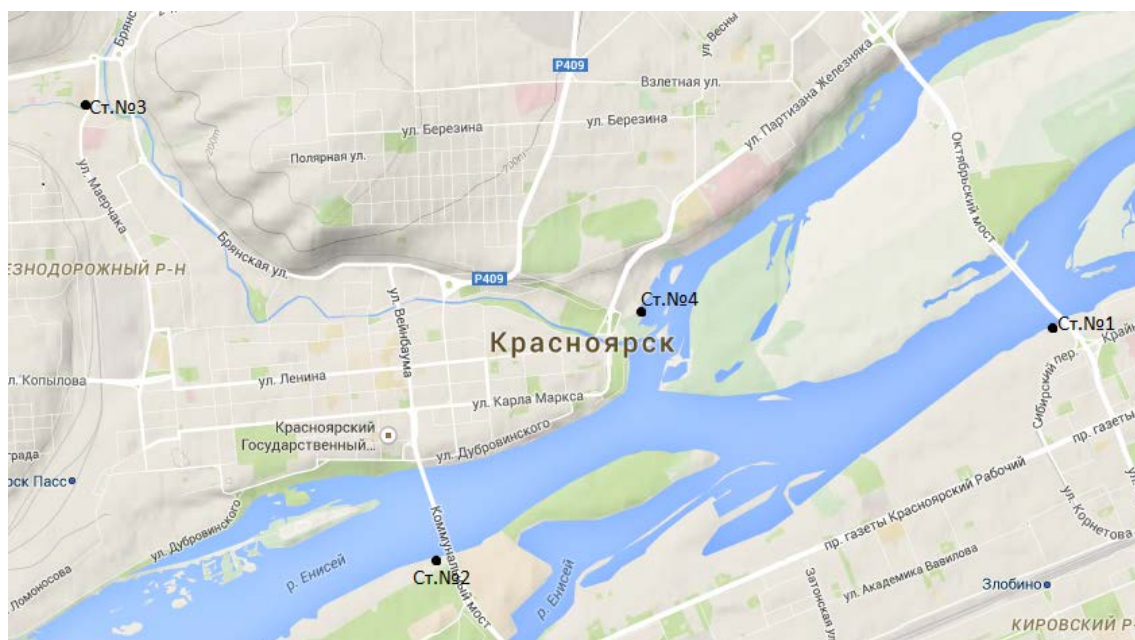


Рисунок 1. Карта отбора проб

Оценка токсического действия исследуемой воды проводилась через измерение физиологической активности тест-объекта (культура водоросли хлорелла) путем регистрации замедленной флуоресценции (ЗФ) хлорофилла на специализированном приборе флуориметр Фотон 10 (Григорьев и др., 1996, Григорьев, 2009). Из выращенной накопительной культуры суспензия клеток вносилась в кюветы Фотона 10 в таких объемах, чтобы оптическая плотность суспензии в кюветах с 5 мл дистиллированной (контроль) и природной (опыт) воды соответствовала 0,030. Модельный токсикант в виде раствора $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ вносили в таком объеме, что бы полученная концентрация ионов меди составляла $0,04 \text{ мг/дм}^3$. Миллисекундную замедленную флуоресценцию регистрировали в красной области спектра (680-750 нм) при возбуждении импульсами синего света (длина волны 480 нм).

Суть флуоресцентного метода определения токсичности проб состоит в том, что замедленная флуоресценция измеряется при двух интенсивностях возбуждающего света. В «режиме высокого света» интенсивность ЗФ представлена в основном быстрыми компонентами затухания, которые при токсическом воздействии значительно снижаются. В «режиме низкого света» в свечении доминируют медленные компоненты затухания ЗФ, интенсивность которых в присутствии токсикантов существенно возрастает. В результате отношение этих двух параметров (величина ОПЗФ) снижается в десятки раз при неблагоприятном воздействии на растительный тест-организм. При этом длительность измерения состояния объекта не превышает нескольких секунд, а весь эксперимент включая пробоподготовку занимает около 20-25 минут.

Для определения массовой концентрации нефтепродуктов в исследуемых пробах природной воды, проводились анализы на основании ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости

«Флюорат-02». Диапазон измерения массовой концентрации нефтепродуктов 0,005-50 мг/дм³.

Флуориметрический метод измерения массовой концентрации нефтепродуктов основан на их экстракции гексаном из пробы воды и измерении интенсивности флуоресценции экстракта на анализаторе жидкости.

Для оценки характера зависимости токсичности вод от концентрации нефтепродуктов проводили математическую обработку экспериментальных данных с использованием методов корреляционного анализа.

Результаты исследований токсичности проб воды приведены на рисунках 2 и 3.

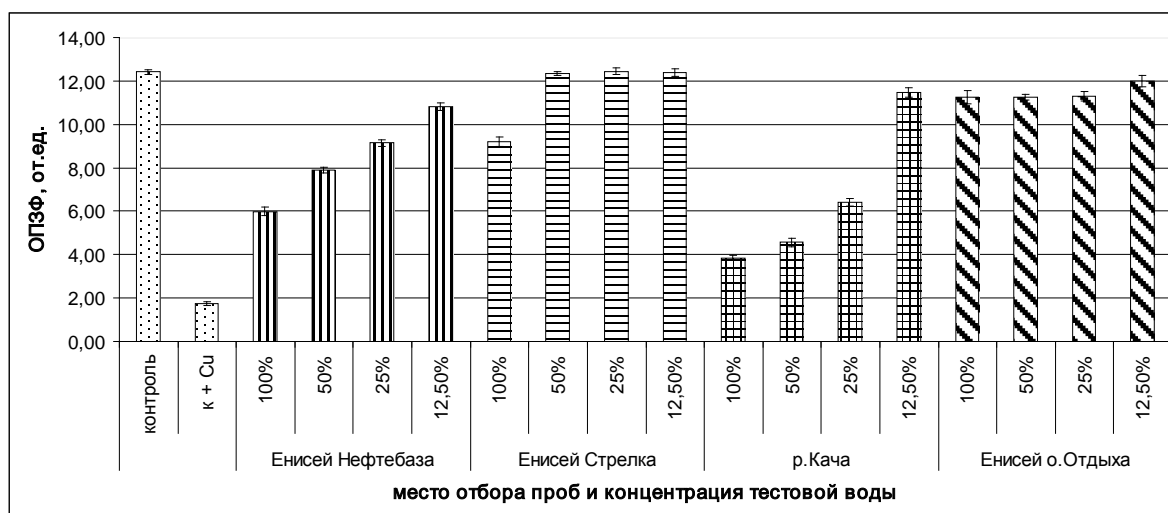


Рисунок 2. Токсичность вод р.Енисей в черте г.Красноярск в осенний период

Воды, отобранные в районе Нефтебазы и р. Кача, оказали наибольший токсический эффект на тест-объект. В пробах воды из этих объектов относительный показатель замедленной флуоресценции (ОПЗФ) снижается более чем на 50%. Данный показатель приходил в норму только после 4-х кратного разбавлении воды, что говорит о высокой токсичности исследуемых образцов.

Анализ проб воды, отобранных осенью, показал отсутствие токсичности в районах Стрелки и о. Отдыха - подавление функции тест-объекта была менее 20%.

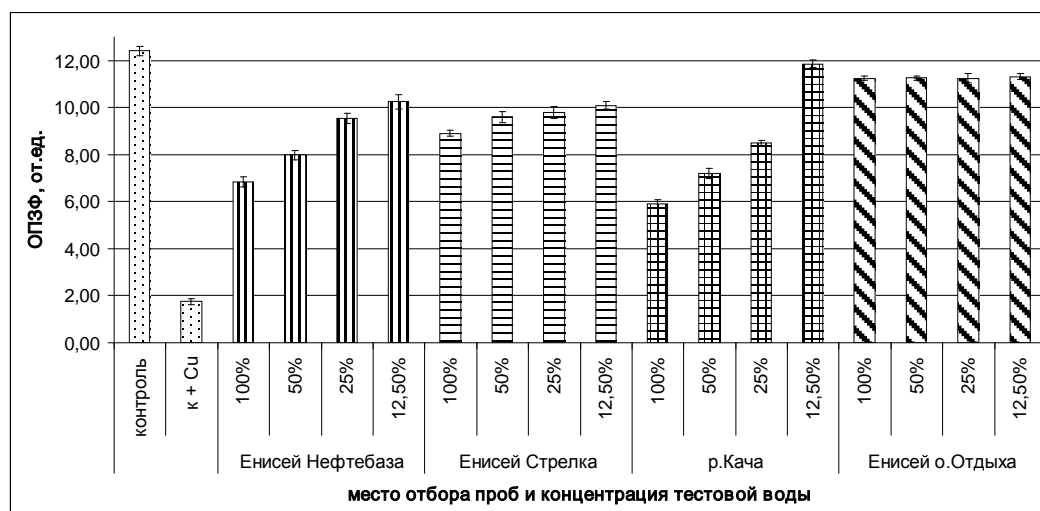


Рисунок 3. Токсичность вод р.Енисей в черте г.Красноярск в весенний период

Токсичность проб воды, отобранных в весенний период, была отмечена в районе Нефтебазы (подавление функции тест-объекта на 43%) и в районе р. Кача (2-ая Брянская). Условно чистыми районами можно назвать, район Стрелки и район о. Отдыха.

Параллельно с биотестированием проводился химический анализ исследуемых проб – на содержание нефтепродуктов и основные анионы. Результаты химического анализа на нефтепродукты представлены на рисунке 4.

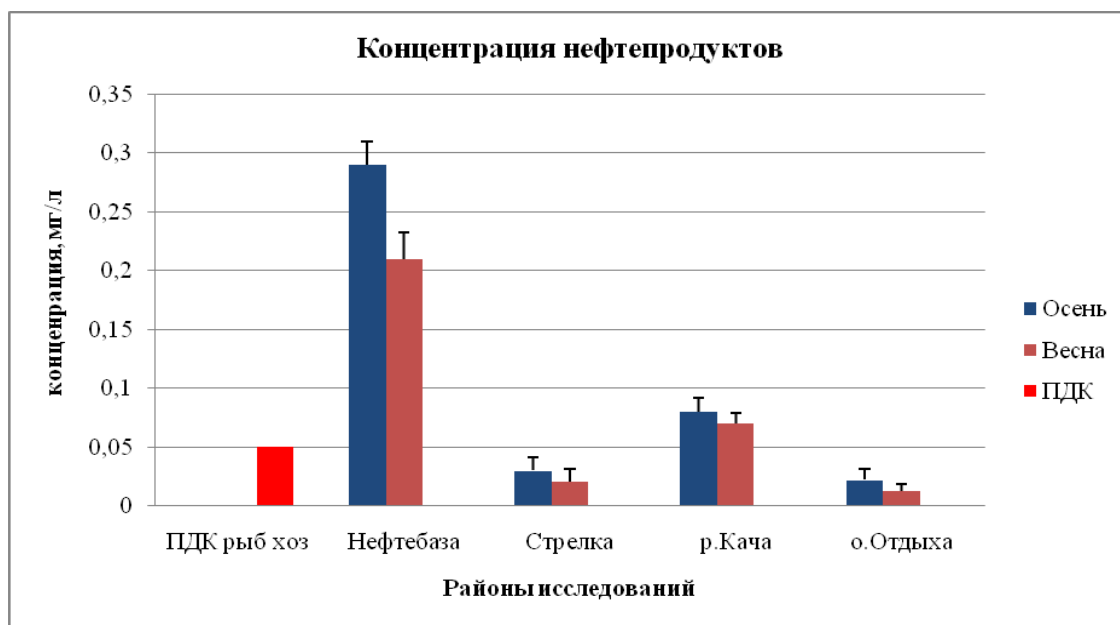


Рисунок 4. Сезонная динамика концентрации нефтепродуктов в водах р. Енисей в черте г. Красноярска

Химический анализ проб воды, отобранных в осенний период, показал превышение допустимых концентраций нефтепродуктов: район Нефтебазы – в 4 раза, район р. Кача (2-ая Брянская) – в 1,5 раза. В весенний период концентрация нефтепродуктов превысила ПДК в районах Нефтебазы – в 5 раз, р. Кача – в 1,3 раза, в остальных районах исследования превышения концентрации нефтепродуктов не наблюдалось. В пробах, отобранных осенью, отмечаются большие концентрации нефтепродуктов по сравнению с весенним периодом, что объясняется ливневыми смывами с дорог, а также транспортировкой нефтепродуктов по реке.

Анализ динамики изменения токсичности воды р. Енисей показал, что наибольшей токсичностью отличаются пробы воды, отобранные в осенний период, что связано, по-видимому, с сезонным повышением концентрации загрязнителей в ливневых водах и с активным периодом навигации по реке. Так же в данный период наблюдаются значительные превышения ПДК по нефтепродуктам.

Уровень содержания нефтепродуктов в водных объектах г. Красноярска зависит от антропогенной нагрузки. Углеводороды нефти поступают в водоемы при аварийных разливах (район Нефтебазы), со сточными водами, при грузоперевозках по воде. Анализ токсичности воды с четырех станций отбора показал, что наиболее чистые районы – о. Отдыха, район Стрелки.

Так же, можно отметить, что химические показатели концентрации нефтепродуктов коррелируют с показателями биотестирования. Динамика содержания

нефтепродуктов в пробах природной воды в исследуемые периоды подтверждает сезонную динамику токсичности природных вод по итогам биотестирования.

Список используемой литературы

1) Белонин, М.Д. Актуальные проблемы нефтеэкологии / М.Д. Белонин, Е.А. Рогозина // Охрана окружающей среды при поисках, разведке, разработке месторождений углеводородного сырья, его переработке и транспорте. – 2007.- №6. – С.12-18.

2) Сапрыкина, А. Ю.; Технология снижения содержания нефтепродуктов в воде малых и средних рек [Текст] науч. изд./ А.Ю. Сапрыкина – Москва, 2005 – 169с.

3) Григорьев Ю.С., Власова Е.С. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению относительного показателя замедленной флуоресценции культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer), Москва, 2009, 43 с., ПНД Ф Т 14.1:2:4.16-09 16.1:2.3:3.14-09.





УДК 582.475.4:581.3:581.143.6:574.21:543.97

ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ МАССЫ КЕДРОВОГО СТЛАНИКА ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИМИ И БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аксиненко М.А., Ларина Н.П.

научные руководители: к.б.н. Н.Е. Носкова, к.б.н., доцент И.А. Шадрин
Красноярский государственный аграрный университет

Разработки, внедрения и производства специальной пищевой продукции (БАД), в современных условиях относятся к основным приоритетам развития новых направлений в сфере питания. К биологически активным добавкам (БАД) проявляют заинтересованность как потенциальные потребители, так и специалисты из различных областей науки (производства). В России существуют нормативная, законодательная и методическая базы, на основе которых производится медико-биологическая оценка БАД на государственном уровне. В процессе проверки оценивается эффективность и безопасность биодобавок для жизни и здоровья человека. При этом используются химико-аналитические, биологические, клинические методы исследования. Физико-химические исследования требуют много времени, часто направлены на определение конкретного вещества или веществ и не всегда способны выявить токсичное влияние комплекса химических элементов на биологический объект и его отдаленные последствия. В этом случае, для предварительной оценки эффективности, качества и безопасности подобных продуктов целесообразно применение биотестов. Используемые тест - объекты, сигнализируют об опасности (о токсичности) независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменение жизненно важных функций организмов.

Соматический эмбриогенез - самая promising технология микроклонального размножения хвойных и базовая технология для мультисортового лесного хозяйства. В лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных и лесных культур ИАЭТ КрасГАУ путем соматического эмбриогенеза получены эмбриогенные клеточные линии сосны сибирской, кедрового стланика и сосны обыкновенной

Огромное количество ростовых центров в эмбрионных массах позволяет предположить высокое содержание различных биологически активных веществ, что соответственно делает очень заманчивым использование полученных эмбрионных масс в продуктах питания, БАДах, в смесях для корма животным, возможно - в косметических препаратах; в составе биопрепаратов для растений. Первые исследования физико-химических характеристик эмбриональной массы кедрового стланика и сосны обыкновенной, показало высокое содержание белка, растворимых сахаров, наличие незаменимых аминокислот, таких как лизин и аспарагин [*THE PRELIMINARY RESEARCH OF SOMATIC EMBRYONAL LINES OF PINES AS THE PERSPECTIVE SOURCES OF PROTEIN-CONTAINING BIOADDITIVES*

Aksinenko M.A., Larina N.P., Noskova N.E., Martynova O.V.].

Поскольку, эмбриональные массы, полученные в результате индукции соматического эмбриогенеза, на стадии пролиферации можно выращивать в условиях биореактора в больших объемах, их можно рассматривать в качестве перспективного источника биодобавок, а также, для выделения отдельных БАВ.

Применение биотехнологий для получения эмбриональных масс кедрового стланика как ценного сырья для изготовления БАД и БАВ в любых количествах и в любое время года, вне зависимости от погоды и урожая, с одной стороны, будет



способствовать развитию хозяйственной деятельности, связанной с фармакологией, косметологией, пищевой и перерабатывающей промышленностью, растениеводством. С другой стороны, позволит снизить интенсивность эксплуатации кедровых насаждений, будет способствовать сохранению кедровых лесов и увеличению кормовой базы для животных, что создаст благоприятные условия для их размножения, и, следовательно, будет иметь экологическое значение.

Возможность использования эмбрионных масс хвойных, полученных путем соматического эмбриогенеза, в качестве БАД и/или источников БАВ, предусматривает, наряду с изучением химического состава, и необходимость исследования их безопасности для живых организмов.

Целью настоящего исследования явилась оценка токсичности эмбриональной массы кедрового стланика, полученной путем соматического эмбриогенеза с использованием химико-аналитических и биологических методов.

Объектом исследования являлась стабильно пролиферирующая эмбриональная линия кедрового стланика (КСТНЧ11.24) содержащая глобулярные зародыши и суспензорную массу.

Химические исследования проводились на определение в эмбрионной массе фосфатов и тяжелых металлов.

Фосфаты определялись по методу, основанному на реакции фосфата с молибдатом в кислой среде, с последующим образованием молибдатфосфорного комплекса, его восстановлении до молибденового голубого в присутствии аскорбиновой кислоты и спектрофотометрическом измерении оптической плотности окрашенного раствора прямо пропорциональной содержанию фосфора в пробе в мг/кг сырого веса [ГОСТ Р 51430-99].

Определение тяжелых металлов цинка, меди, свинца и кадмия проводилось методом инверсионной вольтамперометрии (ГОСТ Р 51301-99, МУ № 31-04/04).

Биологические исследования токсичности эмбрионной массы проводилось с использованием в качестве тест-объекта инфузорий *Paramecium caudatum* (Ehrb.), что обосновано их достаточно высокой чувствительностью к токсическим воздействиям, их эффективным и быстрым ответом на изменение среды, легкостью культивирования, невысокой продолжительностью эксперимента. В ходе острого эксперимента отслеживалась выживаемость инфузорий в контроле и опыте. Подсчёт инфузорий в ячейках производили через 5 минут от начала эксперимента, затем через 30 и через 60 минут. По результатам эксперимента рассчитывался индекс токсичности (I) по формуле:

$$I = (M2 - M1) / M1, \text{ где}$$

I – индекс токсичности, M1 и M2 - средние арифметические числа выживших инфузорий в контроле и опыте, соответственно.

Уровень токсичности определялся по допустимым значениям индекса (таб.1).

Таблица 1. Допустимые значения индекса токсичности

Индекс(I)	Уровни
0 - 0,25	допустимый уровень
0,26 - 0,70	умеренный уровень
0,71 - 1	высокий уровень



Достоверность различий результатов эксперимента в контроле и опыте оценивалась по **коэффициенту Стьюдента**

Показатели хронического токсического действия на парамеции основаны на динамике выживаемости и смертности клеток инфузорий в ряду поколений. В ходе эксперимента эмбриональная масса испытывалась в качестве корма для парамеций. При этом в контроле кормом для парамеций служили перкарские дрожжи.

Химический анализ показал, что количество фосфатов в эмбриональной массе кедрового стланика в сыром веществе варьировало в пределах 2,64 - 3,47 мг/кг и в среднем составило $3,055 \pm 0,306$ мг/кг сырого веса, что соответствует 279 мг в пересчете на 100 г сухого веса. Хотя фосфор и является биогенным элементом, но содержание фосфатов во многих пищевых продуктах и добавках не редко приводит к их переизбытку. Согласно ТР/ТС 029/2012 пищевые продукты, сухие, порошкообразные должны содержать не более 10 г/кг. Суточная потребность в фосфоре для человека в среднем составляет около 1-2 г в сутки [<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D4%EЕ%F1%F4%EЕ%F0>]. Следовательно, количество фосфатов, содержащееся в эмбриональной массе кедрового стланика, не превышает допустимых норм и не представляется опасным.

Вольтамперометрический анализ выявил незначительное содержание меди в эмбриональной массе, во многих пробах близкое к пределу обнаружения. Присутствие свинца и кадмия в ходе анализа не обнаружилось. В тоже время, на вольтамперограммах во всех пробах четко прослеживались чрезвычайно высокие пики накопления цинка. Содержание цинка в эмбриональной массе кедрового стланика варьировало в пределах от 8,1 до 11,0 мг/кг сырого веса, что составило в среднем $9,55 \pm 2,67$ мг/кг сырого веса. Цинк относится к биогенным элементам и стоит на втором месте после железа по важности для человеческого организма, участвуя во всех процессах, которые обеспечивают его жизнедеятельность. Суточная потребность человеческого организма в цинке зависит от его возраста и физиологического состояния и для взрослого человека в среднем варьирует в пределах 15 – 20 мг. В сухом веществе эмбриональных масс такое количество содержится в 45 – 60 г. Токсичность наблюдается при дозах более 150 мг в сутки.

ПДК содержания цинка в сырых растительных продуктах составляет не более 10мг/кг, для пектиновых веществ 25 (ТР/ТС 021/2011). Следовательно, эмбриональные массы кедрового стланика можно рассматривать в качестве потенциального источника цинка, как биогенного элемента в составе БАД, и, возможно, в составе косметических средств.

В ходе тестирования эмбриональной массы кедрового стланика *Paramecium caudatum* поведение инфузорий и морфология их тела не изменялись по сравнению с контролем. Форма тела также оставалась без изменений на протяжении всего эксперимента. Средние показатели выживаемости инфузорий в контроле и в опыте достоверно не различались ($t = 0,53$, что меньше критического уровня (1,29) для доверительной вероятности $P=0,80$). Индекс токсичности вытяжки в опыте составил 0,03734, что соответствует допустимому уровню токсичности.

Хронический эксперимент показал, что добавление вытяжки из эмбриональной массы не только не проявляет токсичности по отношению к тест-объекту, но стимулирующее действие на размножение парамеций. За все время эксперимента количество парамеций в контроле увеличилось на 60 %, а в опыте – более чем на 81 %. При этом интенсивность размножения шла по экспоненте. В первые сутки эксперимента лаг-фаза и в контроле и опыте завершилась делением, и количество клеток инфузорий в обоих случаях увеличилось вдвое и составило одинаковое значение. В течение вторых суток регенеративная активность в контроле была



достоверно значительно слабее ($P=0,99$) по сравнению с опытом: количество клеток инфузорий в контроле увеличилось на 20%, тогда как в опыте этот показатель составил 62%.

При использовании вытяжки эмбриональной массы в качестве корма для инфузорий уже на вторые сутки визуально наблюдалось значительное увеличение плотности культуры парамеций по сравнению с контролем, где использовался традиционный корм – пекарские дрожжи.

Таким образом, химико-аналитическими исследованиями установлено, что количество фосфатов, содержащееся в эмбриональной массе кедрового стланика, не превышает допустимых норм и не представляется опасным. В ходе анализа выявлено незначительное содержание меди и отсутствие таких тяжелых металлов, как свинец и кадмий. В эмбриональной массе кедрового стланика обнаружено относительно высокое содержание цинка ($9,55 \pm 2,67$ мг/кг сырого веса при влажности 96,7%). В ходе биотестирования эмбриональной массы кедрового стланика *Paramecium caudatum* вытяжка из эмбриональной массы не только не проявляла токсичности по отношению к тест-объекту, но и оказывала стимулирующее действие на размножение парамеций. Отсутствие токсичности, присутствие стимулирующего эффекта, содержание в составе биогенного элемента цинка позволяет рассматривать эмбриональную массу кедрового стланика в качестве потенциального источника БАВ в составе БАД, и, возможно, в составе косметических средств.

Список литературы

1. Aksinenko M.A., Larina N.P., Noskova N.E., Martynova O.V. The preliminary research of somatic embryonal lines of pines as the perspective sources of protein-containing bioadditives Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век: мат-лы Международ. (заоч.) науч.-практ. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. С. 26-28
2. ГОСТ Р 51430-99. Соки фруктовые и овощные. Спектрофотометрический метод определения содержания фосфора
3. ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка).
4. МУ 31-04/04. Количественный химический анализ проб пищевых продуктов, продовольственного сырья, кормов и продуктов их переработки. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. Томск: ООО «Томьаналит», 2004. 19 с.
5. ТР/ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств



СООТНОШЕНИЕ АЛЛОХТОННОЙ И АВТОХТОННОЙ МИКРОБИОТЫ ХОЛОДНЫХ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР ЗАПАДНОГО КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ ПЕЩЕР САРМА И ТРОЙКА

Балмочных Е. С.

научный руководитель д-р биол. наук, проф. Безкоровайная И. Н.

Сибирский Федеральный Университет, Институт экономики управления и природопользования, кафедра экологии и природопользования

Карстовые пещеры представляют собой особую среду обитания живых организмов, характеризующуюся отсутствием света, стабильностью условий на протяжении геологически значимых промежутков времени, высокой степенью изолированности от наземных экосистем. Масштабы распространения и размеры карстовых пещер таковы, что позволяют выделять их в особую оболочку Земли – карстосферу [1].

Отбор образцов был произведен из двух пещер Сарма и Тройка (Западный Кавказ, Республика Абхазия, Гагрский хребет, горный массив Арабика, район Треугольник).

Цель данной работы - выявить соотношение аллохтонной и автохтонной микробиоты холодных карстовых пещер Западного Кавказа на примере пещер Сарма и Тройка.

В связи с тем, что температура воздуха и грунта в пещерах Кавказа составляет от +3°C до +4°C вне зависимости от температуры земной поверхности, важнейшей биологической характеристикой выделяемых в пещерах микроорганизмов являются температурные пределы роста. Учитывая стабильный пониженный температурный фон в пещерах Кавказа, следует ожидать постепенного снижения температурного оптимума в процессе эволюционной адаптации микроорганизмов к пещерным местообитаниям. Следствием этого должно быть обогащение микробного сообщества психрофильными и психротолерантными штаммами при одновременном вытеснении мезофильных форм.

Наши исследования показали, что между выделяемыми в пещерах региона психрофильными, психротолерантными и мезофильными изолятами нет четкой границы, и по таким показателям, как оптимальная и максимальная температуры роста они образуют непрерывный ряд. Выделены следующие экологические группы микроорганизмов:

+4-10°C	+30°C
психрофильные,	психротолерантные, мезофильные
психротолерантные	

Все изоляты, формирующие колонии при температуре +4°C, считали способными к росту в условиях пещеры и учитывали в качестве представителей естественной микробиоты пещер. При этом психрофильные формы относили к автохтонной микробиоте. Психротолерантные формы относили к аллохтонной микробиоте, способной к росту в условиях пещеры. Мезофильные формы, не способные к росту при +4°C, считали случайно привнесенными в пещеру (рис. 1).

Из проб отобранных в пещерах Сарма и Тройка было выделено 40 штаммов микроорганизмов, из них 18 изолятов микроскопических грибов и 22 изолята бактерий. Проверены на способность роста при разных температурах. 9 бактериальных и 6 грибных изолятов не способны к нормальному росту и развитию при температуре +29°C и выше. Все бактерии представлены неспорообразующими палочками.



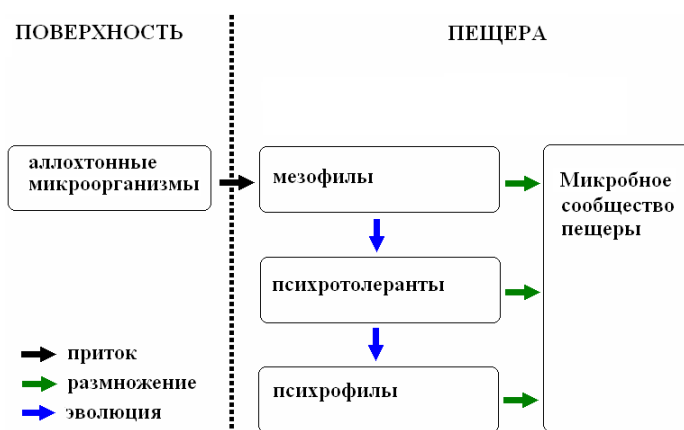


Рисунок 1. Схема "эволюционной" модели формирования микробного сообщества пещеры умеренной климатической зоны [2].

Первую группу составляют психрофильные формы, не способные к росту при температуре выше $+25..+29$ °С. Температурный оптимум развития изолятов данной группы лежит в пределах $+5...+10$ °С. Вторую группу составляют типично мезофильные формы с температурным оптимумом не ниже $+25..+27$ °С. Кроме того, достаточно большую группу составляют изоляты, по своему отношению к температуре занимающие промежуточное положение между психрофильными и мезофильными формами. Такие изоляты были отнесены к психротолерантным.

Соотношение микроорганизмов, имеющих разные температурные диапазоны роста, определяли путём параллельного культивирования чашек при температуре в среднем $+4$ °С, $+25$ °С и $+35$ °С. Культивирование при температуре $+4$ °С позволяло учесть бактерии, способные к росту и размножению в естественных условиях низкотемпературных местообитаний. Культивирование при $+25$ °С обеспечивало учёт всех температурных групп бактерий – от облигатных психрофилов до мезофилов. При температуре $+35$ °С учитывались только типично мезофильные формы.

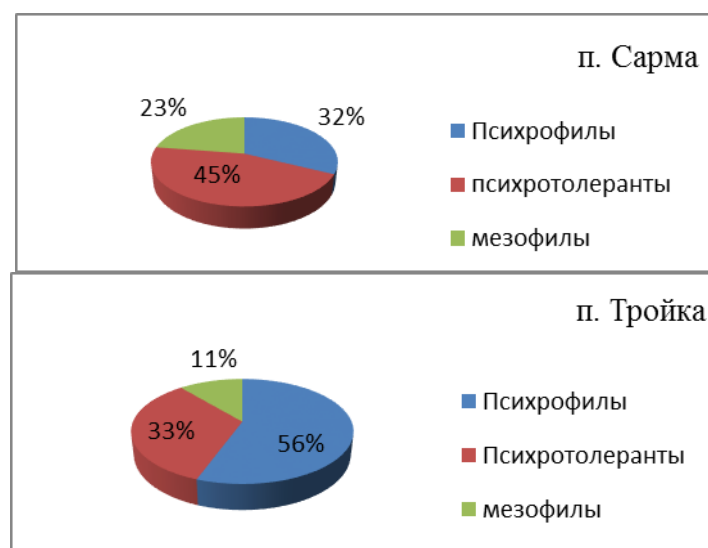


Рисунок 2. Соотношения психрофильных, психротолерантных и мезофильных микроорганизмов в микробных сообществах п. Сарма и п. Тройка.

Психрофилы представляют наибольший интерес, поскольку температурные пределы их роста не позволяют им существовать вне пещер.

Таким образом, большую долю в микробных сообществах холодных карстовых пещер Западного Кавказа составляют психрофилы (44%), немного меньше психротолерантов (39%), а наименьшую часть представляют мезофильные микроорганизмы (17%). Для разных пещер соотношение этих групп разное. В п. Сарма доля психрофильных организмов равна 32,3%, психротолерантных – 45,2%, мезофильных – 22,5%. В п. Тройка психрофильная группа микроорганизмов составляет 55,6%, психротолерантная – 33,3%, мезофильная – 11,1% (рис 2). Как видно из рисунка 2 в п. Сарма, по сравнению с п. Тройка, доля психрофилов меньше почти в 2 раза, а мезофилов больше. Из этого можно сделать вывод, что п. Сарма более подвержена антропогенной нагрузке по этому автохтонной микробиоты меньше, а аллохтонной больше.

Полученные данные позволяют утверждать, что в пещерах Сарма и Тройка присутствует аллохтонная микробиота, представленная адаптированными к низкой температуре бактериями и грибами.

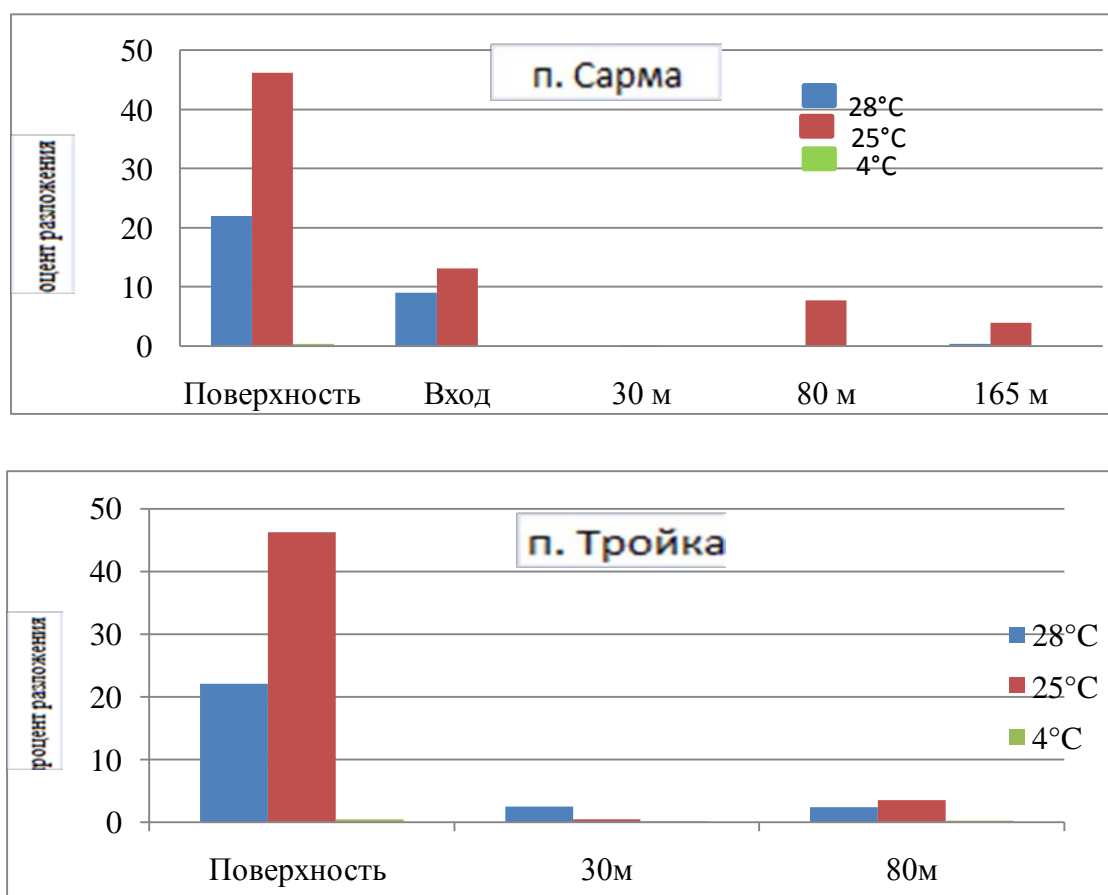


Рисунок 3. Целлюлозоразлагающая способность почвоподобных тел п. Тройка при температурах +28°C; +25°C; +4°C. По оси абсцисс обозначено место отбора проб, по оси ординат процент разложения.

Интегральным показателем активности биологических процессов почв и почвоподобных субстратов является активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Потенциальная способность пещерной микробиоты разлагать целлюлозу проявляется при не характерных для пещер и оптимальных для наземных

сообществ температурах (25° и 28° С). Целлюлозоразлагающая способность почвоподобных тел отличается от способности почв открытых местообитаний меньшей интенсивностью, так как температура мест залегания подземных полостей одинаково низкая по сравнению с поверхностью.

Как видно из рисунка 3 высокой целлюлозоразлагающей способностью обладают первый и второй образец («поверхность» и «вход») так как отобранные они были на поверхности, около пещеры Сарма и на входе в пещеру. В то время как целлюлозоразлагающая способность пещер стремится к нулю. Потенциальная активность целлюлозоразложения наибольшая при комнатной температуре +25°С (рис. 3) на поверхности она равна 46,2%; на входе в п. Сарма- 13,1%; на глубине 30 м- 0,1%; 80 м- 7,7%; 165 м- 3,9%; в п. Тройка (рис. 3) на глубине 30 м- 0,4%; 80 м- 3,5%.

Выявлены различия в потенциальной активности целлюлозоразлагателей между пещерами. В п. Сарма (рис. 3) потенциальная способность ниже, чем в п. Тройка при температурах +4 и +28, но при +25 она превышает способность п. Тройка к целлюлозоразложению.

Из данного анализа можно сделать вывод, что пещера Тройка по сравнению с пещерой Сарма более «чистая», так как менее подвержена антропогенной нагрузке. Автохтонная микробиота в ней преобладает над аллохтонной, занесенной с поверхности человеком либо естественным путем.

Заключение. Наполненность холодных карстовых пещер аллохтонной микрофлорой зависит от частоты посещения пещеры. Из-за своей отдаленности и труднодоступности пещеры Западного Кавказа малопосещаемые.

В составе микрофлоры пещер Сарма и Тройка доминируют психрофилы и психротолеранты – 43,9% и 39,3% соответственно. На мезофиллов приходится 16,9 %, что свидетельствует о привносе в пещеры экзогенного вещества.

Почвоподобные тела пещер Западного Кавказа отличаются низкой активностью потенциального целлюлозоразложения. Максимальной целлюлозоразлагающей способностью характеризуются грунты перед входом в пещеры и входного отверстия – 10-45 %. На глубине пещер ниже 30м она не превышает 8 %.

Пещера Тройка по сравнению с пещерой Сарма более «чистая», так как менее подвержена антропогенной нагрузке. Автохтонная микробиота в ней преобладает над аллохтонной.

Человек очень сильно влияет на микробиологический мир пещер. Чем чаще он посещает их, тем больше приносит нехарактерных для карстовых полостей элементов живой и не живой природы, тем самым нанося непоправимый урон эндемичным микроорганизмам.

Список литературы

1. Геоморфология Грузии / Ред.Л.И.Маруашвили. – Тбилиси: Мецниереба, 1971, 610 с.
2. Хижняк, С. В. Микробные сообщества карстовых пещер Средней Сибири // Автореф. дисс... докт. биол. наук, Красноярск: Красноярск. гос. аграр. ун-т, 2009. – 32 с.





УДК 582.09:502,172

СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ СОСНЯКОВ И ПИХТАРНИКОВ СРЕДНЕГОРНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Воробина А.С.

научный руководитель канд. биол. наук, доцент Шабалина О.М.

Сибирский федеральный университет

Важную роль в регулировании баланса атмосферы играют бореальные леса. Таежные экосистемы северных регионов являются активным резервуаром органического углерода, что весьма важно в свете проблемы глобального потепления климата (Углерод..., 1994).

Активные исследования пулов углерода проводятся во всем мире, эти исследования базируются на региональных оценках запасов углерода, полученных с помощью экспериментальных данных по фитомассе насаждений. При исследовании фитомассы насаждений основное внимание в большинстве исследований уделяется древостою, поскольку в его составе запасается до 80-99% всей фитомассы сообщества (Зябченко, 1984). Между тем продукционная деятельность насаждения в полном объеме может быть оценена лишь при исследовании всех его компонентов (Трофимова и др., 2012).

Заповедник «Столбы» расположен в окрестностях г. Красноярска, в системе хребтов Восточного Саяна. До 1925 г. на территории заповедника часто происходили пожары, наложившие отпечаток на современный облик растительности. В частности, значительные площади заповедника, особенно в низкогорной его части, заняты производными послепожарными сосняками (Кнорре и др., 2011).

Заповедные территории являются эталонами природы, в которых воздействие антропогенного фактора сводится к нулю, в результате на территории заповедников формируются старовозрастные леса, которые депонируют значительную часть углерода.

В связи с этим целью нашего исследования была оценка и соотношение запасов живой надземной фитомассы в различных ярусах сосняков и пихтарников среднегорно-таежной зоны заповедника «Столбы»

Объектами исследований являются сосновые и пихтовые насаждения среднегорной части «Государственного заповедника «Столбы». Исследуемые пробные площади находятся в среднегорно-таежной зоне ($h = 635-650$ м). Общая характеристика насаждений представлена в табл.

Исследования проводились на постоянных пробных площадях размером 50x50 м. На каждой пробной площади производился сплошной пересчет древостоя с указанием древесной породы, диаметра на высоте груди, общей высоты.

Характеристика подлеска и подроста проводилась на учетных профилях 2x20 м, заложенных в пределах пробной площади. Учетные профили разбивались на площадки 2x2 м, на каждой проводился сплошной пересчет растений подлеска и подроста с определением высоты, диаметра и числа парциальных ветвей (для кустарников). К подросту относили растения с $H < 2$ м (Методы..., 2002). Для определения запасов фитомассы производился отбор модельных растений.

Для оценки продуктивности живого почвенного покрова на каждой учетной площадке в пределах учетного профиля брали укосы с площади 50x50 см, разбирали по трем категориям (группам жизненных форм) - кустарнички, травы, мхи и лишайники – и взвешивали. Для определения воздушно-сухого веса брали образцы для дальнейшего высушивания и взвешивания в лаборатории.



Табл. Общая характеристика объектов исследований

№ ПП	Тип леса	Формула дре- востоя	Запас дре- востоя м ³ /га*	Средняя высота доминир. породы (м)	Средний диаметр доминир. породы (см)
ПП 1	Сосняк разнотравно- осочково- зеленомошный	8С1Л+П,К,Е,Б	487,1	С-22,0	С-29,4
ПП8	Пихтарник с кедром и елью осочково- мелкотравный	8П1Е1К+С,Б	304,6	П-13,3	П-18,4
ПП7	Сосняк кустарничково- зеленомошный	10С+К,П,Е,Б	574,8	С-24,5	С-46,3

Как правило, выделяют четыре пула (резервуара углерода): фитомасса древесной, кустарничковой и травянистой растительности (с подразделение на подземную и наземную); мертвая древесина ;подстилка; органическое вещество почвы (Карпачевский и др., 2014).

Пул наземной фитомассы включает в себя древостой, живой напочвенный покров (ЖНП), подрост, подлесок. По литературным данным в составе древостоя запасается 80-99%; ЖНП – 0-20%; подросте – 0-3%; подлеске – 0-1,5% всей фитомассы сообщества (Зябченко, 1984).

Полученные нами данные в целом соответствуют литературным, запас живой фитомассы древостоя в изученных насаждениях составляет 97,83-99,06 % (рис. 1).

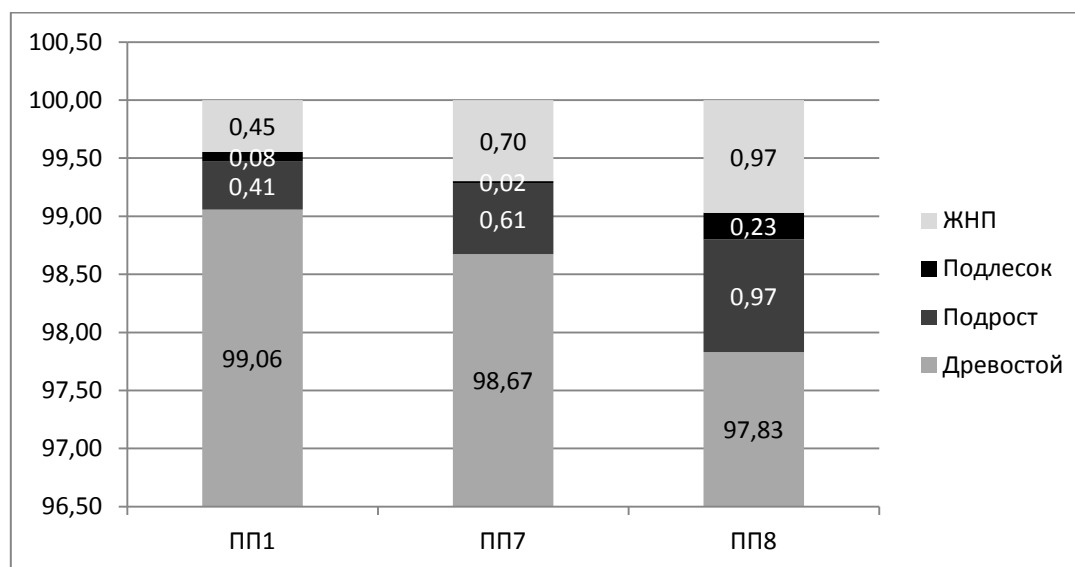


Рис.1. Структура надземной фитомассы сосновых и пихтовых насаждений среднегорной части заповедника «Столбы» (в %)

Максимальный запас фитомассы наблюдается в сосняке разнотравно-осочково-зеленомошном (ПП7) и составляет 3,25 т/га. Основную долю в структуре запаса фитомассы нижних ярусов данном сообществе составляет ЖНП-1,7 т/га, незначительно по за-

пасу отличается подрост - 1,5 т/га, фитомасса подлеска мала и составляет 40 кг/га (рис. 2).

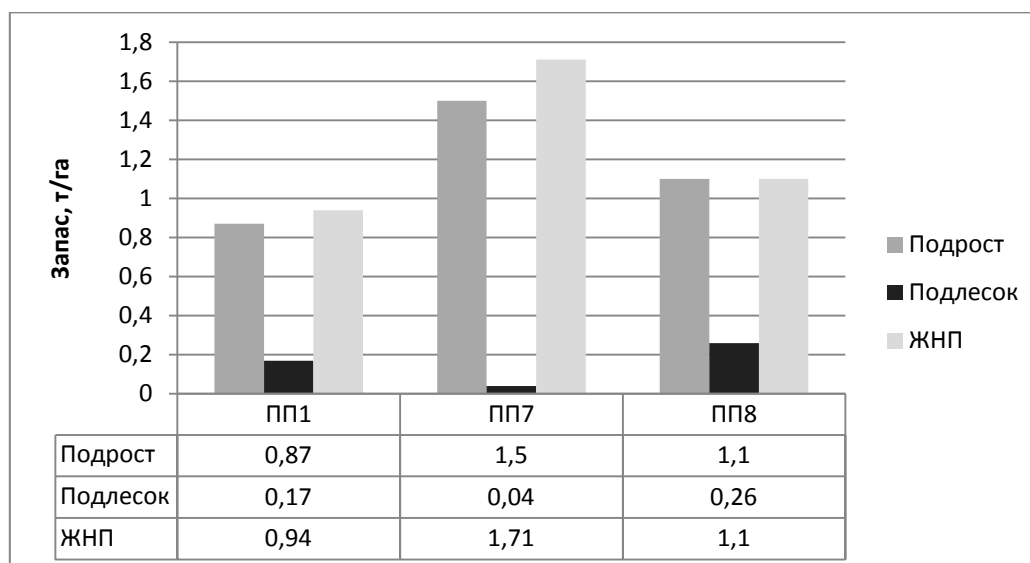


Рис. 2. Структура запасов фитомассы нижних ярусов сосновых и пихтовых насаждений среднегорной части заповедника столбы

В сосняке разнотравно-осочково-зеленомошном (ПП1) суммарный запас фитомассы нижних ярусов составляет 1,98 т/га. Запасы фитомассы подроста и ЖНП близки и составляют 0,87-0,94 т/га соответственно.

В пихтарнике с кедром и елью осочково-мелкотравном (ПП8) суммарный запас нижних ярусов составляет 2,46 т/га, равные доли в структуре запаса занимает подрост и ЖНП -1,1 т/га. В данном сообществе отмечено наибольшее, по сравнению с другими изученными насаждениями, значение фитомассы подлеска – 0,26 т/га, это объясняется тем что, во-первых, пихтарник перестойный, вываливающиеся деревья создают благоприятные условия, образуя «окна», вторым фактором развития подлеска является влажные почвы, характерные для пихтарника.

Список литературы

1. Нагимов З.Я. Лесное хозяйство: Надземная фитомасса сосновых насаждений в различных типах леса в условиях среднего Урала / З.Я. Нагимов И.Л. Трофимова, У.П. Кошечева // Агарный вестник Урала.-2012.-№8(100).-С.55-57.
2. Карпачевский М.Л. Основы устойчивого лесопользования: учебное пособие для вузов.-2-е изд., перераб. и доп./ М.Л. Карпачевский, В. К. Тепляков, Г.О. Яницкая, А.Ю. Ярошенко [и др.]; под общ. Ред. А.В. Беляковой, Н.М. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF).-М: WWF России, 2014.-266, [2] с.: ил.
3. Зябченко С. С. Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1984. 244 с.
4. А.В. Кнорре, А.Н. Зырянов, Е.Б. Андреева, В.В. Штаркер, Т.Н. Буторина, Е.А. Крутовская, Г.В. Кельберг, Д.М. Полушкин, И.К. Погонина, Р.А. Коловский. Государственный природный Заповедник «Столбы». Растительность, 2011//<http://www.zapovednik-stolby.ru/doc.php?id=10477>



СВЯЗЬ УСЫХАНИЯ ЕЛИ В ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ С АНОМАЛИЯМИ ВОДНОЙ МАССЫ (GRACE)

Голуков А. С.,

научный руководитель д-р биол. наук, проф. Харук В. И.

Сибирский Федеральный Университет,

Институт Космических и Информационных Технологий

В последние десятилетия, в Беларуси происходит массовое усыхание ельников в Беларуси [2], на Украине, Литве и Латвии. Среди наиболее вероятных причин усыхания темнохвойных рассматриваются фитопатогены и бактерии [3], насекомые-вредители [1], неблагоприятных воздействий климата [6]. Отмечена связь повреждений с элементами рельефа (крутизной склона, экспозицией, высотой над уровнем моря; [6]. Массовое усыхание ельников Беларуси представляет часть феномена усыхания темнохвойных в европейской России, Сибири и на Дальнем Востоке [6]. Отмечено, что зоны повреждения темнохвойных и возрастания индекса сухости совпадают [6]. Результаты работы [4] свидетельствуют о неблагоприятных климатических воздействиях как основном факторе усыхания ельников Беларуси. Воздействие водного стресса на усыхание ельников проявляется в корреляции с осадками, дефицитом влажности и индексом сухости, а также связанными с ними относительной влажностью воздуха и эвапотранспирацией. В статье [4] отмечается, что на водный стресс как фактор усыхания ельников указывает и приуроченность повреждений к возвышенным и выпуклым элементам рельефа, а также склонам юго-западной экспозиции, т.е. к наиболее подверженным водному стрессу участкам древостоев. Усыханию ели способствуют также заморозки в начале периода вегетации: известна чувствительность ели к поздним заморозкам, повреждающим молодые побеги. Положительное влияние облачности на состояние ельников обусловлено возрастанием влажности воздуха, что способствует снижению уровня десикации (обезвоживания) хвои в зимний период, уменьшению эффекта т.н. «зимней засухи».

В данной работе анализировалась связь между усыханием ельников и гравиметрическими данными (GRACE - Gravity Recovery And Climate Experiment). GRACE это первая миссия мониторинга Земли в истории космических полетов, чьи измерения не являются производными от электромагнитных волн или отражённых, излучаемых или передаваемых через поверхность Земли и / или атмосферу. Вместо этого, миссия использует микроволновую систему измерения дальности, чтобы точно измерить изменение скорости и расстояния между двумя идентичными космическими аппаратами, летящими по полярной орбите на расстоянии около 220 километров (140 миль) друг от друга, и в 500 км (310 миль) над Землей. Система измерения дальности достаточно чувствительна, чтобы обнаружить небольшие изменения расстояния, например, как 10 мкм (примерно одна десятая толщины человеческого волоса) на протяжении около 220 километров. [5]

Спутники GRACE (по прозвищу "Томь" и "Джерри") облетают земной шар 15 раз в день, они чувствуют мельчайшие изменения в гравитационном притяжении Земли. Когда первый спутник проходит по области немного более сильных действий силы тяжести, аномалии силы тяжести, то оказывается немного вперед относительно спутника сзади. Это приводит к тому, расстояние между спутниками увеличивается. Первый космический аппарат затем передает эти аномалии, и замедляется снова; в то же время следующий космический аппарат ускоряется и затем замедляется в той же точке. Изменяя постоянно меняющееся расстояние между двумя спутниками и



объединения эти данных с измерениями точной системы глобального позиционирования (GPS), ученые могут построить детальную карту гравитационных аномалий Земли.

В данной работе изменения водной массы анализировались по гравиметрическим спутниковым данным GRACE за период 2003-2012 гг. Пространственное разрешение – один градус (~120×60 км² на широте 54°). Данные получены с сайта проекта GRACEtellus. Материалы съемки представляют среднемесячные аномалии водного эквивалента массы (АЭМ) относительно базового периода с января 2003 по декабрь 2012 гг., измеряемые в сантиметрах. Данные обработаны фильтром Гаусса с окном 300 км, и учтен эффект поднятия земной коры в послеледниковый период. Данные сопровождаются оценками ошибок измерений [7]. Для восстановления сигнала, ослабленного в результате фильтрации, применены коэффициенты масштабирования.

Было сделано сравнение данных о взятой на учет и вырубленной ели с данными АЭМ (GRACE) для периода с 2003 по 2012 гг. Сравнение делалось со следующими временными рядами АЭМ (GRACE): среднелетнее (июнь, июль, август и с каждым летним месяцем в отдельности), годовой минимум (и в отдельности с сентябрем, октябрём, ноябрём, так как на эти месяцы приходится годовой минимум), годовой максимум (и в отдельности с мартом, апрелем, маем, так как на эти месяцы приходится годовой максимум) и суммы АЭМ октября и ноября. Так же было сделано сравнение данных о взятой на учет и вырубленной ели с данными АЭМ (GRACE) предыдущего года.

Наблюдается обратная значимая корреляция Пирсона между годовым максимумом АЭМ (GRACE) и количеством взятой на учет и вырубленной ели (Рис. 1, 2). На данной территории годовой максимум приходится на месяцы: март и апрель, с ними, и с мартом, апрелем предыдущего года наблюдаются значимые корреляции между АЭМ (GRACE) и количеством взятой на учет и вырубленной ели (Рис. 2). То есть, чем больше водной массы (снега в данном случае) было накоплено, тем больше оттаявшей влаги под слоем снега находится в почве для подпитки Ели. Так же достаточный слой снега защищает от вредных для Ели климатических воздействий, приводящих к «зимней засухе».



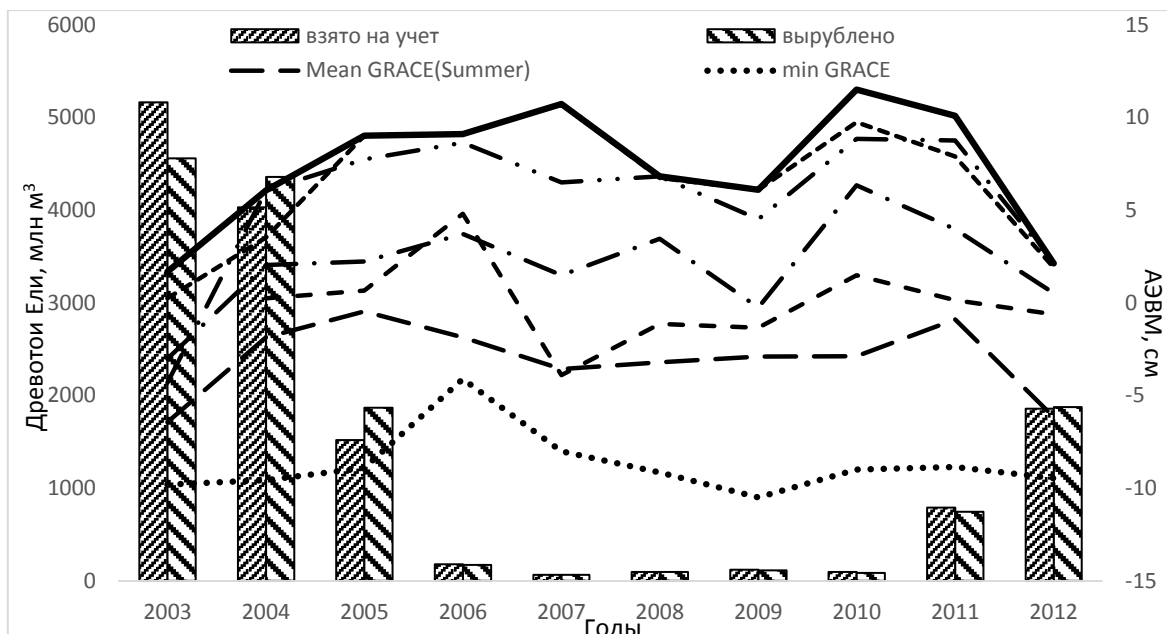


Рис. 1. График учета древостоев и АЭВМ

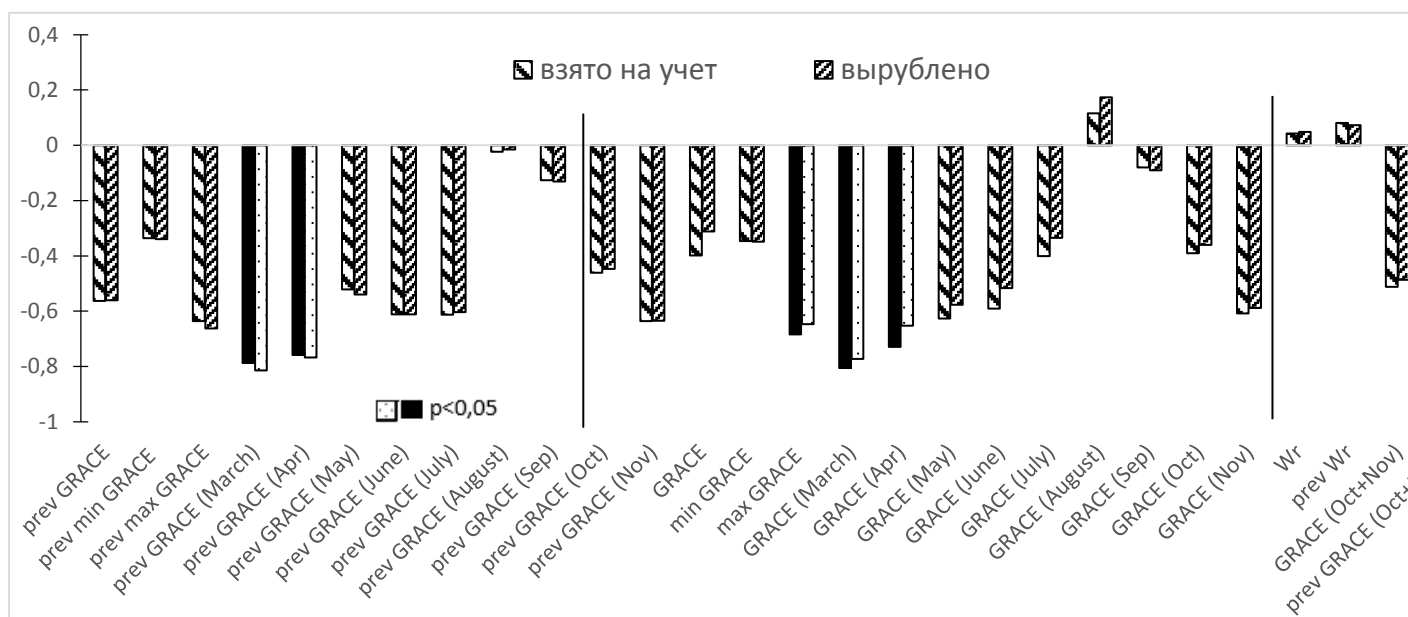


Рис. 2. Коэффициенты корреляции (r) между древостоями ели АЭВМ (GRACE) на период 2003-2012 гг.

Список литературы

1. Замолотчиков Д. Г. Оценка климатогенных изменений разнообразия древесных пород по данным учетов лесного фонда // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 4. С. 382–392.
2. Сазонов А. А., Кухта В. Н., Блинцов А. И., Звягинцев В. Б., Ермохин М. В. Проблема массового усыхания ельников Беларуси и пути ее решения // Лесное и охотничье хозяйство: научный, производственно-практический журнал для работников лесной отрасли. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Минск. 2013. № 7. С. 10-15.



3. Павлов И.Н., Рухуллаева О.В., Барабанова О.А., Агеев А.А. Оценка роли корневых патогенов в ухудшении состояния лесного фонда Сибирского федерального округа // Хвойные бореальной зоны. 2008, №3-4. С. 262-268.

4. Харук В.И., Им С.Т., Двинская М.Л. Усыхание ели (piceabies) в лесах Буларуси // Экология [в печати].

5. GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) [Электронный ресурс] // Earth Observation Portal. URI: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/g/grace#foot1%29> (дата обращения: 19.03.13).

6. Kharuk V.I., Im S.T., Oskorbin P.A., Petrov I.A., Ranson K.J. Siberian Pine Decline and Mortality in Southern Siberian Mountains // Forest Ecology and Management. 2013, P.289, 310, 312–320, 385–392.

7. Landerer F. W., Swenson S.C. Accuracy of scaled GRACE terrestrial water storage estimates // Water Resources Research, 2012, Volume 48, Issue 4.



ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОСТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

М. Н. Егунова

научный руководитель д-р биол. наук Безкоровая И. Н.

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

Любая экосистема рано или поздно подвергается внешнему воздействию, которое может изменить ее вплоть до полного уничтожения. В последние годы на первое место по количеству и масштабу подобных воздействий выходит антропогенный фактор. Почвенные беспозвоночные очень требовательны к условиям среды обитания, поэтому они быстро реагируют на изменение среды жизни, что позволяет использовать их в биоиндикации как антропогенных нарушений природных экосистем, так и восстановительных процессов.

Помимо разрушительного влияния человека на среду, при которой может начаться сукцессионный процесс, существуют и созидательные. Примером подобного влияния является создание лесных культур. Многолетний эксперимент заложен сотрудниками Института леса им. В. Н. Сукачева в 1968 году для выяснения роли отдельных древесных пород в почвообразовании, формировании структурной организации и функционирования биогеоценозов в одинаковых условиях среды (Шугалей и др., 1984). Эксперимент представляет собой участок с основными лесообразующими породами Сибири - кедром (*Pinus sibirica*), елью (*Picea abovata*), лиственницей (*Larix sibirica*), сосной (*Pinus silvestris*), березой (*Betula fruticosa*) и осинкой (*Populus tremula*) на старопашотной серой почве. Он может служить примером лесовосстановительной сукцессии.

Почвенный покров опытного участка и прилегающих территорий представлен темно-серой слабоподзоленной глееватой почвой, развитой на коричнево-бурой глине. В качестве начальной стадии лесовосстановительного процесса использована 5-летняя разнотравно-злаковая залежь, в качестве конечной стадии - естественные лесные сообщества сосняк разнотравно-осочковый (90 лет) и березняк орляково-разнотравно-осочковый (60 лет).

Цель исследования: изучить особенности комплексов почвенных беспозвоночных на разных стадиях восстановления лесных биогеоценозов Сибири.

Исследования были проведены в летний период в течение трех лет с 2011 по 2013 гг. На каждой пробной площади отбирались образцы в 5-кратной повторности по слоям: подстилка и минеральный слой. Для учета крупных беспозвоночных (размерная группа «мезофауна») отбирались пробы размером 25x25 см. Использовались прямые методы, общепринятые в почвенно-зоологических исследованиях: послойный отбор проб с последующей разборкой на колонке почвенных сит (Гиляров, 1987). К мезофауне относили дождевых червей, энхитреид (учитывались только особи, извлекаемые при ручной разборке проб), личинки и имаго членистоногих (*Coleoptera larvae & adults*).

Все исследуемые участки расположены в долине р.Кача на восточной окраине Кемчугской возвышенности. Фитоценозы представлены хвойными и мелколиственными лесами приграничных ландшафтов «южная тайга – лесостепь». Почва на всех участках серая среднеглинистая на коричнево-бурых глинах и характеризуются четкой дифференциацией почвенного профиля. Гумусово-аккумулятивный горизонт небольшой мощности, оподзоленный горизонт самостоятельно не выделяется, иллювиальный хорошо выражен и имеет ореховатую



структуру. В нижней части профиля имеются следы временного переувлажнения в виде ржавых и сизых пятен. Органогенный и аккумулятивный горизонты характеризуются слабокислой реакцией среды (рНвод 5.6-6.2), высоким содержанием органического вещества (гумус 7.9%).

В процессе произрастания лесных культур наблюдалась дифференциация напочвенного покрова, обусловленная воздействием древесного полога. Травянистый покров проходил несколько фаз развития. В настоящее время в культурах ярко выражена неоднородность распределения травянистой растительности под пологом. Напочвенный покров в культурах кедра, сосны и частично лиственницы характеризуется как мертвопокровный, в культурах ели – 90 % проективного покрытия приходится на мох (Решетникова, 2011).

Под всеми культурами оформился равномерно распределенный по поверхности органогенный горизонт с четко выраженной стратиграфией из подгоризонтов L, F и H, а гомогенный пахотный слой (PY-горизонт) стал дифференцированным (O-AY1-AY2) (Шугалей, 2002).

В 40-летних лесных культурах запасы подстилок близки таковым в естественных лесных сообществах. В культурах хвойных пород запасы подстилки составляют 2348-3870 г/м². В культурах березы и осины они в 2-3 раза ниже, что отражает высокую степень биологической трансформации растительного вещества в лиственных сообществах.

Анализ комплексов почвенных мезофауны под 40-летними культурами показал, что наибольшая плотность крупных беспозвоночных (мезофауна) отмечена в культуре сосны и составила 447 экз/м², наименьшая в культурах кедра – 113 экз/м² соответственно. В лиственных породах березы и осины плотность беспозвоночных колеблется 140-325 экз/м² и занимает промежуточное положение между хвойными культурами. От 51 до 86 % крупных беспозвоночных сосредоточено в сформированных под культурами подстилках, что отличает их от естественных биогеоценозов, где основная доля педобионтов отмечена в минеральном слое (53-68 %).

В минеральном слое почвы 0-15 см максимальное значение мезофауны отмечено под культурами осины, березы и лиственницы – 68-82 экз/м². Под остальными культурами численность в данном слое колеблется от 32 до 62 экз/м². На залежи, аналоге состояния серой почвы перед посадкой лесных культур, численность беспозвоночных составляет 62 экз/м² и соответствует таковой под культурами. Таким образом, можно предположить, что по плотности крупных беспозвоночных верхний минеральный слой серой почвы сохранил свои первоначальные свойства (до посадки культур) и увеличение численности под культурами произошло за счет формирования подстилок и, соответственно, подстилочного комплекса беспозвоночных.

Анализ состава таксономических групп почвенной мезофауны под 40-летними культурами выявил доминирование дождевых червей, имеющих огромное значение в переработке растительного опада и формировании гумусового слоя почвы, в культурах осины, кедра и ели – 42, 55 и 70 % соответственно. Причем, под осиной комплекс беспозвоночных является наиболее разнообразным и включает в себя 7 крупных таксономических групп: косянки (Lithobiidae), нематоды (Nematoda), личинки двукрылых (Diptera larvae) (являющихся в этой культуре субдоминантами – 27 %), пауки (Aranei), брюхоногие моллюски (Gastropoda), кивсяки (Julida), личинки и имаго жесткокрылых (Coleoptera larvae & adults). Под культурами кедра и ели выявлено по 4 таксономических группы: в кедре - дождевые черви (Lumbricidae), косянки (Lithobiidae), личинки двукрылых (Diptera larvae), нематоды (Nematoda); в ели - дождевые черви (Lumbricidae), личинки двукрылых (Diptera larvae), пауки (Aranei) и



кивсянки (Julida). Под лиственницей дождевые черви, двукрылые и нематоды являются субдоминантами, на них приходится 27-31 %. Всего под этой культурой выделено 7 крупных таксономических групп. В культурах сосны и березы доминантной группой являются энхитреиды (Enchytraeidae), на них приходится под культурой сосны – 53, под культурой березы – 79% от общей численности беспозвоночных. На дождевых червей, основных детритофагов в лесных экосистемах, приходится не более 5% общей численности. Среди субдоминантов можно выделить многоножек литобиид, на них приходится соответственно в культурах сосны и березы 14 и 7%.

Такие различия в составе крупных таксонов может отражать особенности гидротермических условий, складывающихся в данных культурах. Как правило, в переувлажненных местообитаниях доминируют двукрылые, среди которых встречаются гигрофильные формы. Доминирование жесткокрылых может свидетельствовать о нестабильности условий увлажнения, поскольку эти группы адаптированы к периодическому недостатку влаги за счет хитинизированных покровов.

Факторный анализ выделил три группы сообществ, различающихся между собой по групповому составу комплексов почвенной мезофауны – залежь, лесные культуры и естественные лесные биогеоценозы, что свидетельствует о том, что комплексы почвенных беспозвоночных в 40-летних культурах находятся еще на стадии своего формирования, занимая промежуточное положение между залежью и естественными лесными сообществами. Кроме того, для лесных культур четко выявлены различия в структуре комплексов беспозвоночных между хвойными и лиственными древесными породами. Примыкание в эксперименте к хвойным породам секции березы, объясняет появление под её пологом подроста ели и сосны. Факторный анализ, направленный на выделение содержательной части факторов, выявил, что основной вклад в различие комплексов под лесными культурами разных древесных пород вносит группа дождевых червей (46,1%) и энхитреид (41,4 %).

В 2011 году был также проведен анализ динамики плотности беспозвоночных в течение вегетационного периода который выявил, что под культурами сосны, лиственницы и осины максимальная плотность приходится на июль - 622 экз/м², 418 и 293 экз/м² соответственно. Этот пик в хвойных породах основном дали личинки двукрылых, плотность которых в июле под культурой сосны составила 62 %, а под культурой лиственницы 39 % от общей плотности беспозвоночных. В данном месяце под осинкой преобладают личинки двукрылых (35 %), но основная доля пришлась на дождевых червей (53 %). Такая динамика, возможно, обусловлена особенностями жизненного цикла беспозвоночных. Так, для двукрылых, среди которых по данным Безкоровайной И.Н. (Безкоровайная, Яшихин, 2003) преобладают личинки семейств Bibionidae, Tipulidae, характерно откладывание яиц в начале лета и появившиеся личинки зимуют в почве. Эти почвенные личинки питаются листовым опадом, гниющей древесиной, иногда встречаются среди корней живых растений. Живут гнездами и образуют крупные скопления. Как разрушители растительных остатков, играют большую роль в почвообразовании. Под культурами кедра, ели и на залежи плотность в течение вегетационного периода отличается стабильностью. Под культурами березы, в отличие от остальных культур, пик плотности культуры приходится на август (142 экз/м²) и основную долю плотности в этом месяце составляют дождевые черви (81 %). Максимум плотности дождевых червей в августе может быть связан с особенностями размножения и развития этих животных: черви образуют коконы весь вегетационный период (с весны до поздней осени). Развитие до взрослой особи может проходить от 10 до 40 недель, в зависимости от гидротермических условий.



Таким образом, основу динамики плотности почвенных беспозвоночных составили две группы: личинки двукрылых и дождевые черви, при этом вклад дождевых червей более выражен именно в лиственных культурах. Следует, также отметить, что на залежи за весь период личинки двукрылых не были зарегистрированы. Группами, влияющими на динамику наряду с дождевыми червями, здесь являются личинки и имаго жуков и нематоды.

В целом можно выделить несколько особенностей структуры почвенной мезофауны, сформированной под 40-летними лесными культурами. Во первых, максимальная плотность беспозвоночных приходится на культуру сосны (325 экз/м²), что сравнимо с плотностью в естественном лесном сообществе – сосняке разнотравно-осочковом (313 экз/м²). Во вторых, основная доля педобионтов в культурах до 86 % приходится на подстилочный слой, тогда как в естественных биогеоценозах, основным местообитанием отмечен минеральный слой 0-15 см. Следует также отметить, что средняя плотность беспозвоночных в этом слое в культурах (62-68 экз/м²), соответствует плотности на залежи, аналоге состояния серой почвы перед посадкой лесных культур. Из вышесказанного можно сделать вывод, что культуры занимают промежуточное положение между начальной стадией восстановления и естественными биогеоценозами.

Разнообразие в таксономической культуре с преобладанием дождевых червей в культурах осины, кедра и ели – 42 - 70 % и энхитреид в культурах сосны и березы – 53-79%, свидетельствует о различии гидротермических условий, складывающихся в данных культурах.

Список литературы

1. Безкоровайная И.Н. Влияние гидротермических условий почвы на комплексы беспозвоночных в хвойных и лиственных культурах / Безкоровайная И.Н., Яшихин Г.И. // Экология. – 2003. - №1. - С. 56-62.
2. Количественные методы в почвенной зоологии / Ю. Б. Бызова, М. С. Гиляров, В. Дунгер и др. – М.: Наука, 1987 – 288с.
3. Решетникова Т. В. Лесные подстилки как депо биогенных элементов. // Вестник КрасГАУ. – 2011. - № 12. - с. 74-81
4. Шугалей Л. С. Моделирование развития искусственных лесных биогеоценозов/Л. С. Шугалей, М. Г. Семечкина, Г. И. Яшихин, В. К. Дмитриенко. - Новосибирск: Наука, 1984. - 152 с.
5. Шугалей Л. С. Влияние лесных культур на свойства плантажированной почвы // Почвоведение. – 2002. - №3. - с. 345-354



АСПЕКТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ С ПОЗИЦИИ СИНЕРГЕТИКИ

Е. А. Емельянова

научный руководитель: старший преподаватель Анучин А.В.
*Юргинский технологический институт (филиал) Национального
Исследовательского Томского политехнического университета*

В данной статье будут рассматриваться особенности геологического развития Земли с позиций синергетики. Отметим, что Земля является нелинейной открытой самоорганизующейся системой, в процессе развития которой сформировались различные по составу оболочки. В кислородной сфере локально возникают, функционируют и со временем исчезают бескислородные скопления сульфидов, углеводородов и т. д. Дается анализ причин проявления дискретных процессов организации, накладывающихся на самоорганизующуюся систему Земли и связанных с проявлением внешних гравитационных сил триады Солнце - Земля - Луна. Характеризуются тектонические процессы в порядке уменьшения их энергетического потенциала. Рекомендуется применение для целей прогноза методов и подходов одной из областей синергетики - парадигмы динамического хаоса. Синергетика - новое междисциплинарное научное направление по изучению открытых систем, обменивающихся с окружающей средой веществом, энергией и информацией. К ним в значительной мере относятся почти все геологические системы. Основатель этого научного направления немецкий физик Г. Хакен в 1986 г. кратко сформулировал суть этого нового научного направления: «Я рассматриваю синергетику как форум, на который собрались ученые разных специальностей, чтобы договориться, как справиться с большими системами. С позиций синергетики планета Земля является нелинейной открытой динамической самоорганизующейся системой, в которой глобальные процессы самоорганизации необратимо развиваются вот уже в течение более 4 млрд лет. Следует заметить, что сугубо локально в кислородной сфере Земли возникают, функционируют и со временем исчезают бескислородные скопления сульфидов, нефтей, углеводородных газов и т. д. Что касается горных пород, то они на 70...80 % по объему состоят из кислорода. Жидкое и твердое ядро Земли по геофизическим данным построено на базе бескислородных соединений железа, в котором растворено огромное количество водорода, углерода, серы и других газов. По аналогии с железными метеоритами вещество ядра должно содержать значительные количества никеля. Поскольку плотность Be даже при давлениях около 1 млн бар не превышает 8 г/см³, а плотность железного ядра более 9,2 г/см³ [2], то подобное «утяжеление» возможно происходит за счет накопления в металлическом жидком и твердом ядре металлов, стоящих в Периодической системе за Be и имевших больший, чем у Be удельный вес.

Таким образом, мы приходим к достаточно очевидному выводу: необратимый характер развития планеты Земля, включающий весь спектр геологических процессов, определяется ее внутренним энергетическим потенциалом, когда нелинейность диссипации энергии из недр (ядра) планеты подчеркивалась многими исследователями. Если опираться на аргументацию Ю.Н. Авсюка, то причиной такой нелинейности диссипации внутренней энергии Земли как раз и являются внешние периодические воздействия. Поскольку именно эти два энергетических источника, внутренний и внешний, обуславливают весь спектр процессов тектонического характера, включая перемещение литосферных плит, террейнов, процессы метаморфизма, магматизма.



Применительно к сложным геологическим и другим природным системам главное достоинство синергетики заключается в том, что у таких систем в коротком временном интервале или за все время их существования возникают и проявляются новые свойства, подсистемы которых этими свойствами не обладали.

В ряде работ по синергетике говорится о равновесном состоянии систем, в которых проявляются синергетические эффекты. В системах, находящихся в термодинамическом равновесии, синергетические эффекты проявляться могут.

Если оперировать традиционными представлениями кибернетики и синергетики, то мы в геологических системах невольно входим в сферу определенных гносеологических противоречий, суть которых заключается в главном: геологические системы, как правило, это долгоживущие системы, в которых стадия внешнего воздействия может длиться миллионы лет, и для них характерна отрицательная обратная связь. Толща осадочных пород испытывает воздействие высокой температуры и растущего давления. Стремление системы сохранить состояние гомеостаза, т. е. сохранить структуру, текстуру и перемежаемость пород в толще осадочных пород, предотвратить их гомогенизацию за счет плавления, обуславливает в этой толще процессы метаморфизма, когда процессы образования новых минеральных ассоциаций идут с поглощением тепловой энергии.

При анализе очень сложных многокомпонентных геологических систем мы неизбежно сталкиваемся с оценкой степени их нелинейности хотя бы по набору управляющих параметров. При этом, как справедливо подчеркивает Клаус Майнцер, при анализе систем подобного рода «сложность означает не только нелинейность, но и наличие огромного числа элементов со многими степенями свободы» И.К. Майнцер подчеркивает очень важный для геологов вывод о том, что «Поведение отдельных элементов в сложных системах с огромным числом степеней свободы нельзя ни предсказать, ни проследить вспять во времени. В реальных геологических системах в условиях диссипации тепловой энергии в более холодные окружающие породы реализуется по терминологии К. Майнцера. диссипативная самоорганизация, многочисленные примеры применительно к геологическим объектам были рассмотрены мной ранее. В качестве примера глобальной диссипативной самоорганизации рассмотрим процесс сопряженного одновременного формирования триады: гранитогнейсовый слой - зона истощенной мантии - зона флюидизированной мантии (астеносфера) [1], рисунок 1.



Рисунок 1. Модель формирования континентальной литосферы: 1) гранитогнейсовая кора; 2) гранитогнейсовые купола; 3) истощенная мантия; 4) флюидизированная мантия (астеносфера); 5) направление восходящих потоков флюидных и гранулитизирующих компонентов; 6) направление нисходящих перед фронтом кристаллизации флюидных и сверхстехио-метрических компонентов

По мере падения энергетического потенциала Земли усиливается ее дегазация. Наиболее интенсивно этот процесс протекал в самой верхней части литосферы, где диссипация тепловой энергии была максимальной, что сопровождалось выносом из мантии флюидных и некогерентных по отношению к перидо-титовой мантии 81, К, Ка и отчасти А1. Так формировались гранитизирующие флюидные системы. На их основе протекал процесс формирования гранитогнейсового слоя литосферы, и, в частности, рост гранитогнейсовых куполов. Вынос из мантии флюидов гранитизирующих компонентов приводил к росту температуры солидуса остаточной базит-гипербазитовой матрицы и, как следствие, к ее кристаллизации и отступлению фронта кристаллизации на глубину. Перед таким фронтом кристаллизации происходило «отжатие» остаточных флюидных и некогерентных компонентов, что приводило к формированию зоны подстилающей флюидизированной мантии – астеносферы(рисунок). Эта схема многократно подтверждена геологическими и геофизическими данными: чем больше мощность гранитогнейсового слоя, тем больше мощность истощенной мантии и на большей глубине фиксируется верхняя граница подстилающей астеносферы.

В геологических науках значительное место занимает прогностическая область, где ученые занимаются прогнозом явлений ближнего, среднего и дальнего порядка. В еще большей мере это относится к климатологии, прогнозу погоды, землетрясений и других явлений, прогноз размещения и поисков месторождений полезных ископаемых и так далее. В этом плане для прогноза рационально углубленное применение методов и подходов одной из областей синергетики - парадигмы динамического хаоса, исходя из которого в последнее время широко применяются подходы из этой области знания, что позволяет в отдельных случаях оценить ограничения в области данного конкретного прогноза.

Список литературы

1. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. - Новосибирск: Наука, 1992. - 232 с.
2. Рингвуд А.Е. Состав и петрология мантии Земли. - М.: Недра, 1981. - 584 с.
3. Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. - М.: ОИФЗ РАН, 1996. - 188 с.
4. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. -2001. - Т. 43. - №4. - С. 291-30



ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНДЕКС В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ПЛОДОРОДИЯ НЕОДНОРОДНОГО ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Жуков З.С.

научный руководитель д-р биол. наук Чупрова В.В.
Красноярский государственный аграрный университет

Неоднородность почвенного покрова Красноярской лесостепи требует дифференцированного применения технологий земледелия, с адаптацией их к внутривидовой пестроте плодородия и агроэкологическим свойствам почвы. Поэтому выявление и оценка неоднородности почвенного покрова, ее интерпретация и учет необходимы как для понимания процессов, происходящих в почвах, так и для разработки дифференцированного использования сельскохозяйственных земель, и повышения эффективности земледелия в целом.

Одним из методов оценки плодородия таких пахотных угодий является почвенно-экологический индекс (ПЭИ), предложенный И.И. Кармановым [1]. Расчеты и обсуждение данных проводятся по трем составляющим ПЭИ: климатические характеристики, показатели почвенных свойств и агрохимические показатели.

Поэтому в обобщенном виде ПЭИ представляется следующей формулой:

$$\text{ПЭИ} = \text{ПЭИп} \times \text{ПЭИа} \times \text{ПЭИк}, (1)$$

где ПЭИп – итоговый почвенный индекс; ПЭИа – итоговый агрохимический индекс; ПЭИк – итоговый климатический индекс.

В настоящем сообщении рассматриваются результаты использования ПЭИ, полученные для ряда хозяйств (табл. 1), расположенных в центральной части Красноярской лесостепи. По геоморфологическому строению, степени и характеру эрозионного расчленения эта территория относится к Приенисейской холмисто-увалистой среднерасчлененной денудационной равнине, по агроклиматическому районированию – к умеренному поясу и холодно-умеренному подпоясу с резкими суточными и годовыми колебаниями температуры.

Таблица 1. Объекты исследования

Название хозяйства	Координаты	Площадь хозяйства, га	Почвы	% комплексности
Племзавод «Таежный»	56° 24' с.ш. 93° 38' в.д.	8538,90	Чо, Чв, Чоп, Ал, Чл	17
ЗАО «Шилинское»	55° 32' с.ш. 93° 03' в.д.	17770,11	Л ₃ , Л ₂ , Чв, Чо, Чоп	49
Агрофирма «Маяк»	56° 32' с.ш. 93° 24' в.д.	15703,40	Чв, Чо, Л ₃ , Ал, Чл	15
УОПХ «Миндерлинское»	56° 26' с.ш. 92° 54' в.д.	4872,40	Чв, Л ₃ , Чо, Чл, Л ₂	26

Характер рельефа обуславливает наличие (15-49%) почвенных комбинаций (ПК) в структуре почвенного покрова хозяйств.

Оба хозяйства расположены в одинаковых климатических условиях, что определяет одинаковое значение климатической составляющей ПЭИ, равной 3,71



(табл. 2). Для сравнения отметим, что его величина в лесостепной зоне европейской части России равна 8,44.

Таблица 2. Климатические данные хозяйств

Осадки, мм	$\sum t > 10^\circ \text{C}$	$t^{\circ \text{max}}$	$t^{\circ \text{min}}$	Поправка к КУ	Коэффициент		ПЭИк
					увлажнени я (КУ)	континентальности (КК)	
350	1525	23	-21	0,04	0,77	238,4	3,71

Почвы хозяйств характеризуются высоким и очень высоким содержанием элементов питания (P_2O_5 , K_2O) и преимущественно нейтральной реакцией почвенной среды. Поэтому итоговый агрохимический индекс для хозяйств составляет 1,11-1,13.

Не менее важным является почвенная составляющая ПЭИ. Основными показателями, используемыми для ПЭИп, являются гранулометрический состав почвы, плотность сложения и дополнительно учитываемые свойства (коэффициенты на содержание гумуса, степень водной и ветровой эрозий, гидроморфизм и др.).

С учетом всех составляющих были рассчитаны средневзвешенные значения ПЭИ отдельно для каждого землепользования. Средневзвешенные значения ПЭИ для хозяйств разные и составляют от 38 до 45 баллов (рис.).

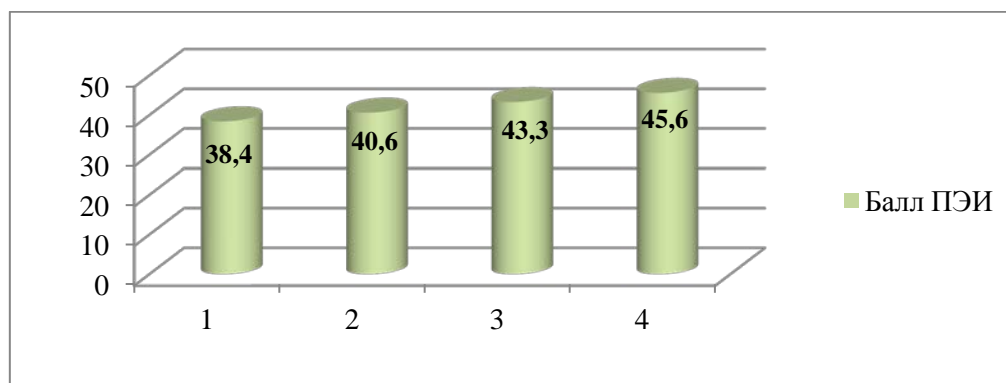


Рис. Средневзвешенные значения ПЭИ в почвах (1 – Шилинское, 2 – Миндерлинское, 3 – Маяк, 4 – Таежный)

Потенциал плодородия автоморфных почв «Шилинское» ограничен наличием малопродуктивных серых и темно-серых лесных почв, а также большей долей полей с неоднородным почвенным покровом. Элементарные почвенные структуры почвенного покрова «Таежный» представлены не только автоморфными, но и полугидроморфно-автоморфными и пойменными группами. Диапазоны ПЭИ в ряду отдельных почв здесь изменяются от 36 до 47 баллов. Почвы хозяйств «Маяк» и «Миндерлинское» преимущественно представлены черноземами выщелоченными. Однако из-за большей площади неоднородных ПК в «Миндерлинское» показатель ПЭИ здесь ниже.

По данным [2], для преобладающих автоморфных почв лесостепи Тульской, Курской и Воронежской областей ПЭИ изменяется в пределах 50-88 баллов. Это выше, чем ПЭИ почв Красноярской лесостепи и свидетельствует о широком диапазоне почвенно-экологических условий в данном ряду регионов.

В целом ПЭИ почв всех хозяйств составляет 47-52 для лугово-черноземных почв, 44-48 для черноземов, 37-38 для пойменных почв, 31-32 для темно-серых лесных почв и 25-28 для серых лесных почв.

В данной работе наибольшее значение имеет оценка ПК. Она складывается из интегральной оценки ПК (средневзвешенное по долевному участию компонентов почвенного покрова значение ПЭИ) и контрастности комбинаций. Контрастность ПК представляет собой отношение ПЭИ компонентов с максимальным и минимальным значением показателя. В табл. 3 приводится выборка наиболее интересных неоднородных ПК.

Таблица 3. ПЭИ почвенных комбинаций

№ поля	Почвенные комбинации	Площадь поля, га	ПЭИ		
			средневзвешенное значение	диапазон	контрастность
ЗАО «Шилинское»					
1	Л ₃ '''Г (0,64), Л ₃ ''Г (0,18), Л ₂ оп''Т (0,1), Л ₂ ''Г (0,08)	47,3	34	35-31	1,13
2	Л ₃ '''Г (0,45), Л ₂ ''Г (0,47), Л ₂ 'Г (0,08)	48,8	27	28-26	1,07
3	Ч ₂ в'Г (0,54), Ч ₂ в''Г (0,41), Ч ₃ оп''Г (0,005), ЧлГ (0,045)	431,7	47	50-46	1,08
4	Ч ₂ в'Г+ Ч ₂ о'Г (0,40), Ч ₂ о'Г (0,60)	196,4	40	41-39	1,05
5	Ч ₂ в''Г (0,79), Л ₂ '''Г (0,14), Л ₃ ''Г (0,06), Л ₂ оп''Т (0,01)	108,1	35	37-25	1,48
6	Л ₃ '''Г (0,88), Л ₃ ''Г (0,05), Ч ₂ в''Т (0,02), Ч ₂ в'Г (0,05)	294,1	27	35-26	1,34
7	Ч ₁ в'Г (0,92), Л ₂ ''Г (0,06), Ч лопГ (0,02)	60,7	45	49-31	1,58
Средневзвешенное значение ПЭИ для всего массива			39,1		
Племзавод «Таежный»					
8	Ч ₂ в''Г+ Ч ₂ о''Г (0,70), Ч ₂ о''Г (0,30)	373,5	46	47-45	1,04
9	Ч ₂ о'Г+ Ч ₂ в''Г (0,56), Ч ₂ о'Г (0,44)	252,8	44	47-42	1,12
10	Л ₃ '''Г (0,02), Ч ₂ в''Т (0,98)	102,5	47	47-36	1,31
Средневзвешенное значение ПЭИ для всего массива			45,2		
Агрофирма «Маяк»					
11	Ч ₃ в''с (0,51), Ч ₂ о''Т (0,49)	468,4	45	46-44	1,05
12	Л ₂ ''Г (0,88), Л ₃ ''Г (0,12)	53,2	27	29-27	1,07
13	Л ₃ ''Г (0,09), Ч ₂ в''Т (0,67), Л ₂ ''Г (0,24)	465,3	41	47-29	1,62
14	Л ₃ '''Г (0,02), Ч ₃ в''Т (0,98)	498,0	46	47-35	1,34
15	Л ₃ ''Г (0,24), Ч ₃ в''Г (0,29), Ч ₂ в''л (0,47)	77,5	36	40-31	1,29
Средневзвешенное значение ПЭИ для всего массива			44,0		
УОПХ «Миндерлинское»					
16	Ч ₃ в''Т (0,62), ЧлГ (0,38)	26,2	49	51-48	1,06
17	Ч ₂ в'Г (0,06), Л ₃ '''Т (0,94)	321,7	36	45-36	1,25
18	Ч ₃ в''Т (0,62), Л ₃ '''Т (0,94),	240,6	34	47-32	1,47



	$L_2^* \Gamma (0,24)$				
Средневзвешенное значение ПЭИ для всего массива		41,3			

Приведенные в таблице данные показывают, что разброс значений ПЭИ в пределах хозяйства может служить для характеристики внутриландшафтной неоднородности агроэкологического состояния почвенного покрова. Землепользование племзавода «Таежный», располагаясь на высоких древних террасах р. Енисей, характеризуется достаточно выровненным рельефом и более благоприятными почвенными условиями, по сравнению с другими хозяйствами. ПЭИ всех ПК здесь равен 44-47, диапазон ПЭИ компонентов каждого комплекса небольшой, что обуславливает невысокую почвенно-экологическую контрастность.

Наибольшей контрастностью отличаются землепользования «Шилинское» и «Маяк». ПЭИ отдельных ПК здесь варьирует в пределах 27-47 баллов, диапазон ПЭИ для разных ПК превышает 20 баллов. Контрастность ПК увеличивается, по сравнению с ПК «Таежный» и «Миндерлинское», до 1,58-1,62. Таким образом, определение ПЭИ ПК усиливает экологическую составляющую оценки почвенного покрова.

В ряду однотипных почвенных комбинаций сравниваемых хозяйств (поля 1-4, 8, 9, 11, 12 и 16) диапазон значений ПЭИ варьирует незначительно. Вследствие этого отмечается небольшая контрастность. Почвенные комбинации в полях 5-7, 10, 13-15, 17 и 18 отличаются более разнообразным составом компонентов комплексов. Они характеризуются довольно большим диапазоном ПЭИ (поле 7 и 13). Контрастность ПК здесь максимальная.

Использование ПЭИ (средневзвешенное значение, диапазоны и контрастность) для сельскохозяйственной типологии земель позволяет составить карты полей с характеристикой ПЭИ агроэкологических групп ПК. Кроме того в дальнейшем возможна разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия на региональном уровне, что в настоящее время является недостающим звеном в развитии земледелия. Подобная информация также полезна и при оценке кадастровой стоимости земель.

Список литературы

1. Карманов, И.И. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. – 122 с.
2. Сорокина Н.П., Авдеева Т.Н., Савицкая Н.В., Грибов В.В. Почвенно-экологический индекс в системе оценочных показателей структуры почвенного покрова // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России. Мат-лы международной научн. конф. Санкт-Петербург, 2011. С. 106-108



ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛАГАЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЭВЕНКИЯ)

Л. П. Захарченко

**научный руководитель – д.б.н., профессор кафедры экологии и
природопользования СФУ Безкоровая И.Н.**

Сибирский федеральный университет

Глобальное экологическое значение лесных экосистем Сибири, сформированных на многолетней мерзлоте, в сохранении биологического разнообразия и регулировании климата планеты заключается в адаптационных возможностях биоты к существованию в экстремальных условиях и воздействию на них глобальных климатических изменений. К настоящему времени ряд моделей, прогнозируемых изменения, показывают, что наиболее значимые изменения произойдут в бореальных и тундровых экосистемах, подстилаемых многолетнемерзлыми почвами. Показано сокращение «мерзлотных регионов», повышение температуры грунтов и увеличение активного слоя криогенных почв [4]. Оценка отклика высокоширотных лесных экосистем на прогнозируемое изменение температуры не может быть полноценной без анализа гетеротрофных процессов, поскольку криогенные экосистемы являются важным депо и потенциальным источником парниковых газов.

Диагностика почв и почвенных процессов с точки зрения биологических характеристик дает достаточно полную информацию об их актуальных и потенциальных возможностях, что способствует наиболее точному прогнозированию реакции почвенной среды, как компонента экосистем, процессы, связанные с изменением климата или антропогенным фактором. Среднетаежные лесные экосистемы, в которых проводились исследования, находятся в зоне риска, поскольку они сформированы в зоне спорадической мерзлоты и наблюдаемые изменения климата не могут не отражаться на криогенезе почв данного региона. Биологические процессы отражают отклик криогенных почв на современные климатические изменения и оценка потенциальных биологических возможностей почв является весьма актуальной.

Цель данных исследований - провести сравнительный анализ актуальной и потенциальной активности целлюлозоразложения криогенных почв в листовничниках северной тайги.

Исследования проводятся на постоянных пробных площадях в бассейне нижнего течения реки Кочечум (64°18' с.ш., 100°11' в.д.) на базе Эвенкийского опорного экспедиционного пункта Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН.

Объектами исследований являются листовничники кустарничково-зеленомошные, сформированные на склонах южной и северной экспозиции, различающиеся интенсивностью солнечной радиации, густотой растительного покрова, мощностью подстилки и толщиной сезонно-талого горизонта почвы. Толщина сезонно-талого горизонта в средней части южного склона составляет 120 см, северного склона соответственно 45 см. Для северной экспозиции характерен такой тип почв как криоземы, а для южной экспозиции – подбуры.

Целлюлозоразлагающая способность почвы определялась с помощью аппликационного и весового методов Е.Н. Мишустина и А.Н. Петровой [1]. Потенциальная активность целлюлозоразложения оценивалась по потере целлюлозы при разложении в оптимальных для биологических процессов условиях температуры (28°C) и влажности (60 % от полной влагоемкости). Для определения актуальной целлюлозоразлагающей активности на разных элементах рельефа в подстилку и



минеральный слой почвы 20 см помещались полоски хлопчатобумажной ткани. Приготовленные полотна устанавливались горизонтально для определения активности целлюлозоразложения в подстилке и вертикально (на глубину до 30 см) в минеральный слой. Повторность 3х кратная, сроком на вегетационный период (июнь - август).

Целлюлозоразлагающая активность почв характеризует скорость деструкции растительных остатков, поступающих в почву и определяет уровень продуктивности почвенной биоты. Также целлюлозная активность свидетельствует о напряженности биологических процессов в почве.

В разложении растительных остатков, поступающих в почву, принимает участие обширная группа целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Процесс разложения клетчатки инициируют бактерии *Clostridium omelianskii*, *Clostridium thermocellum*, *Eubacterium cellulosolvens*. Но основная роль в этом процессе принадлежит грибам *Trichoderma viridae*, *Chaetomium globosum*, *Myrothecium verrucaria* и некоторым видам родов *Aspergillus*, *Stachybotrys*, *Penicillium*, *Monospora*, *Fusarium*, *Phoma* [5].

Определение потенциальной активности целлюлозоразложения способствует оценке потенциальных возможностей почв, их устойчивости к различным экзогенным факторам, среди которых прогнозируемые изменения климата, процессы деградации многолетней мерзлоты, пожары и др.

Анализ потенциальной целлюлозоразлагающей способности почв показал, что по данному показателю почвы склонов северной и южной экспозиции близки между собой и биологический потенциал не зависит от экологических условий, складывающихся на них (рис. 1).

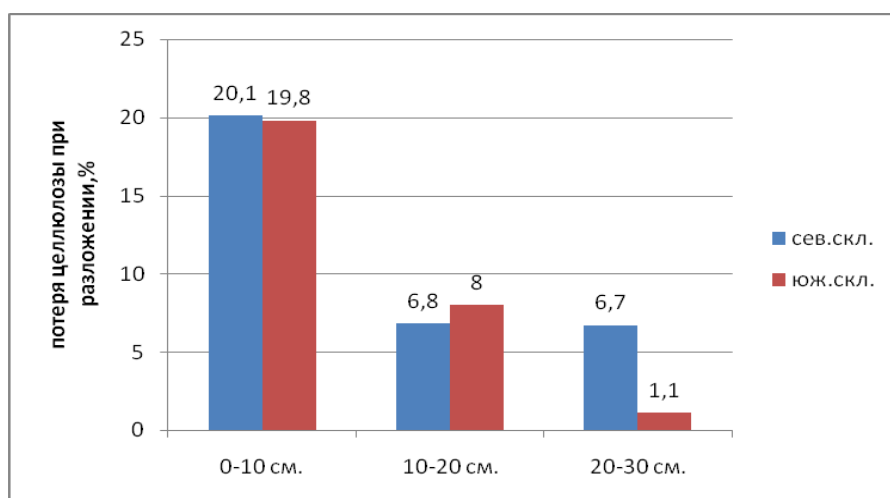


Рисунок 1. Потенциальная активность целлюлозоразложения исследуемых почв на северной и южной экспозиции склона на профиле

За две недели компостирования почвы в оптимальных для микрофлоры условиях температуры и влажности потеря целлюлозы в верхнем органогенном горизонте почвы 0-10 см составил на обоих склонах около 20 %. Для минерального слоя почвы северного склона она в 3 раза ниже. Для минерального слоя почвы южного склона она снижается более равномерно до 1 % на глубине 30 см.

Анализ актуальной активности целлюлозоразложения показал, что она значительно ниже потенциальной – за три месяца экспозиции полотен в естественных условиях южного и северного склонов в подстилках разложилось не более 5,3 % целлюлозы, причем по активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов подстилки склонов близки между собой (рис. 2). Подстилки на склонах северной и

южной экспозиции в течение вегетационного периода формируют близкие экологические условия, обуславливая отсутствие различий в активности целлюлозоразлагающей микрофлоры.

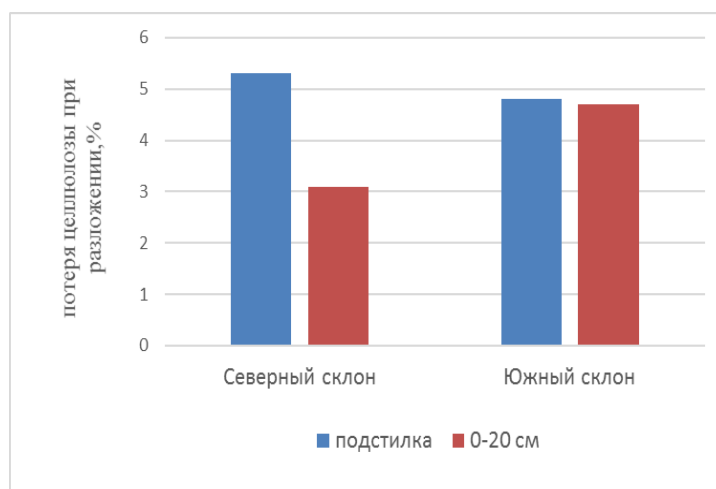


Рисунок 2. Актуальная активность целлюлозоразложения исследуемых почв на северной и южной экспозиции склона.

В минеральном слое почвы 0-20 см на склоне южной экспозиции актуальная активность целлюлозоразложения почти в 2 раза выше, чем на склоне северной экспозиции. Возможно это связано с лучшим прогреванием минеральных слоев почвы на южном склоне и более низким залеганием многолетней мерзлоты.

Таким образом сравнительный анализ актуальной и потенциальной активности целлюлозоразложения почв в лиственничниках северной тайги показал, что почвы характеризуются достаточно высокой потенциальной активностью целлюлозоразложения. Не выявлена зависимость потенциальной активности целлюлозоразлагающей микрофлоры от экологических условий, складывающихся на склонах северной и южной экспозиции. Актуальная активность целлюлозоразложения характеризуют реализацию биологического потенциала в естественных условиях – показана более высокая активность биологических процессов на склоне южной экспозиции.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №13-04-01482.

Список литературы

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. М.: Наука, 1980, 287с.
2. Карелин Д.В., Замолотчиков Д.Г. Углеродный обмен в криогенных экосистемах.- М.: Наука, 2008. 344с.
3. Наплекова Н.Н. Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – 249с.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ КСИЛЕМЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Калинина Е.В.^{1,2}

научный руководитель акад., д-р биол. наук Ваганов Е. А.

¹ ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет

² ФГБУН Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН

В связи с тем, что в южной тайге Средней Сибири деревья произрастают в условиях без какого-либо одного лимитирующего фактора, и процессы роста связаны со взаимодействием различных условий и параметров среды, с точки зрения дендрэкологии представляет интерес понять механизм реакции разных видов деревьев на погодные условия в течение сезона роста, и установить эту связь с высоким временным разрешением [1-5].

В течение сезона 2012 г. сбор образцов древесины проводился на базе государственного природного заповедника «Столбы» (55°53' с. ш., 92°46' в. д., 200 м н.у.м.).

Образцы древесины были взяты из стволов деревьев (4 дерева на каждом участке) возрастным буром диаметром 5 мм на высоте 1.3 м от поверхности почвы последовательно на расстоянии 5 см. Всего в течение вегетационного периода 2012 г. сбор сезонных образцов древесины проводился двадцать два раза с середины апреля по конец сентября.

Измерения параметров формирующихся годовых колец были проведены на тонких (10 мкм) поперечных срезах древесины, полученных с помощью микротомы. Размеры различных зон формирующихся колец, число и размеры клеток были измерены при помощи системы анализа изображений (Imageanalysisystem) (CarlZeiss, Jena, Германия) и программного пакета AxioVision 4.8.2. Срезы были помещены в раствор астра-голубого и сафранина для контрастного окрашивания лигнифицированных и нелигнифицированных тканей. В каждом годовом кольце измерялись 5 рядов клеток от внутренней границы к внешней. В работе была выбрана следующая схема деления клеток на зоны: 1) камбиальная зона; 2) зона растяжения трахеид; 3) зона утолщения и лигнификации клеточной стенки (живые клетки); 4) зона зрелых трахеид (мертвые клетки).

Камбиальная зона исследуемых деревьев в состоянии покоя (весной и осенью) включала в себя от 4 до 10 клеток. Начало камбиальной активности в сторону ксилемы и у лиственницы, и у сосны было синхронным и наблюдалось с 18 мая. Деление камбиальных клеток наблюдалось в течение 39 дней. Растяжение клеток ксилемы началось у лиственницы на две недели позже чем у сосны (10 июня и 25 мая, соответственно), и закончилось у лиственницы на две недели раньше, чем у сосны (19 июля и 3 августа, соответственно). Появление зоны первичной лигнификации и утолщения клеточных стенок было зафиксировано 17 июня у лиственницы, тогда как у сосны на неделю раньше. Утолщение клеточных стенок закончилось у лиственницы на две недели раньше, чем у сосны (17 августа и 7 сентября). Появление зрелых трахеид с полностью сформированной вторичной клеточной стенкой в ранней древесине было отмечено 26 июня, а у сосны 17 июня. Завершилось формирование годового кольца у лиственницы 30 августа, у сосны на две недели позже.

Широкие кольца (более 1 мм) были сформированы деревьями сосны, где среднее количество трахеид оставило 33. Для деревьев лиственницы среднее количество трахеид, сформированных за сезон роста равнялось 24, и ширина годовых колец не



превышала 0.8 мм. Как показали результаты гистометрического анализа, радиальный размер трахеид отличался как в среднем для кольца, так и отдельно для зоны ранней ($D_{ew} = 35$ мкм у сосны и $D_{ew} = 52$ мкм у лиственницы) и поздней древесины ($D_{lw} = 19$ мкм у сосны и $D_{lw} = 21$ мкм у лиственницы). Тогда как толщина клеточной стенки ранней древесины была одинакова у двух видов ($CWT_{ew} = 4$ мкм) и отличалась только для зоны поздней древесины ($CWT_{lw} = 5$ мкм у сосны и $CWT_{lw} = 8$ мкм у лиственницы). Следует также отметить различную ширину зон ранней и поздней древесины у разных видов.

Исследования сезонной динамики годичных колец данных видов будет продолжено, и их результаты в сочетании с данными анатомического строения годичных колец позволят установить внутрисезонные особенности климатического отклика лиственницы сибирской и сосны обыкновенной с высоким временным разрешением. А также использовать полученные связи в дендроэкологических и дендроклиматических исследованиях для территорий, где процессы роста деревьев связаны со взаимодействием различных условий и параметров среды (без четко выраженного лимитирующего фактора).

Работа выполнена в рамках научного проекта РНФ 14-14-00295.

Список литературы

1. *Delisle G.* Near-surface permafrost degradation: How severe during the 21st century? // *Geophysical Research Letters*. 2007. Vol. 34. Issue 9. L09503. doi: 10.1029/2007GL029323
2. *Keeling C. D., Chin J. F. S., Whorf T. P.* Increased activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO₂ measurements // *Nature*. Vol. 382. P. 146-149. doi:10.1038/382146a0
3. *Osterkamp T.E., Romanovsky V.E.* Evidence for warming and thawing of discontinuous permafrost in Alaska // *Permafrost and Periglacial Processes*. 1999. Vol. 10. P. 17-37.
4. *Serreze M.C., Walsh J.E., Chapin III F.S., Osterkamp T., Dyurgerov M., Romanovsky V., Oechel W.C., Morison J., Zhang T., Barry R.G.* Observational evidence of recent change in the northern high-latitude environment // *Climatic Change*. 2000. Vol. 46. P. 159-207.
5. *Sugimoto A., Yanagisawa N., Naito D., Fujita N., Maximov T.C.* Importance of permafrost as a source of water for plants in east Siberian taiga // *Ecol. Res*. 2002. Vol. 17. N 4. P. 493-503.





УДК 502.051

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Карсаков А. А.

научные руководители канд. географ. наук Гренадерова А.В., канд. техн.

наук Пономарев Е. И.

Сибирский федеральный университет

Глобальное изменение климата в наибольшей степени проявляется в высоких широтах – в зоне распространения многолетнемерзлых пород, наиболее чувствительными к температурным изменениям являются болотные ландшафты.

Основная цель исследования – проследить изменения параметров болотных экосистем за время доступных данных спутникового мониторинга.

Основные задачи нашей работы следующие:

– с помощью методов спутникового мониторинга проанализировать спектральные, площадные и геометрические параметры выборки болот на территории севера Красноярского края;

– отработать методику анализа картографического материала с применением геоинформационных систем.

– оценить возможную динамику изменения площади некоторых объектов, выявить тенденцию, общие закономерности на основе материалов съемки разных лет;

На территории Красноярского края наиболее широкое распространение болот соответствует зонам избыточного увлажнения: *арктической тундры, тундры и лесотундры*. Заболоченность в этих зонах в условиях равнинного рельефа, достигает 50%, болота преимущественно относятся к низинному типу, характеризуются маломощностью торфяного слоя в среднем от 10-20 см (арктическая тундра) до 30-50 см. (тундра, лесотундра).

Район исследования охватывает болотные ландшафты, расположенные в пределах таежной зоны, зоны лесотундры, тундры и арктической тундры Приенисейской Сибири (меридиональное простираие от 59° до 73° с.ш), описание которых было проведено в рамках инвенторинга наземных экосистем по проекту "Биогеохимия экосистем Евразии". Были предоставлены данные о геоморфологической приуроченности болот; особенностях структуры и строения биогеоценозов, характере растительного покрова с указанием видового разнообразия включая мохообразные; трофности болот; мощности торфяных отложений в точках исследования (по одному массиву на каждой широте, за исключением 64-69° с.ш.).

В условиях меняющегося климата, неизбежно будут происходить изменения, которые могут нарушать функционирование устойчивых экосистем, таких, например, как болотные комплексы. Таким образом, направление исследований актуально в условиях современного климата и прогнозируемых изменений.



Всего было рассмотрено пять точек в этой работе для валидации данных спутникового мониторинга (рис. 1).

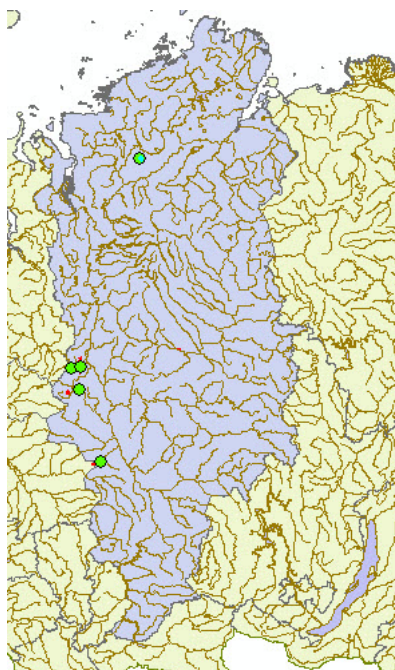


Рис.1. Исследуемые объекты на карте Красноярского края.

В работе я предпринял попытку оценить тенденции к изменению площади и характера болот Красноярского края, используя данные спутниковых съемок различного пространственного разрешения, и материалов векторных геоинформационных (ГИС) слоев. Была разработана технология выделения болотных экосистем на материалах спутниковой съемки Landsat (пространственное разрешение 30 м) на основе спектральных, площадных характеристик. Выборка представляет пять болотных комплексов. Сравнение проводилось с данными картографического материала (векторная карта масштаба 1:200000), а также с результатами дешифрирования болотных комплексов на спутниковых съемках низкого пространственного разрешения [5].

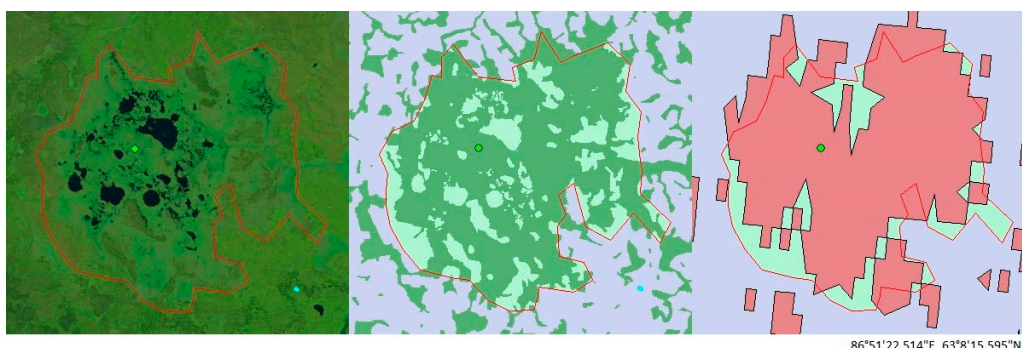


Рис.2. Сравнение объекта по снимкам Landsat, векторного слоя, и карты С.А. Барталева.

Результаты таких оценок, по нашему мнению, могут быть индикатором изменения климата.

Основные результаты работы:

Из открытой базы данных USGS (The United States Geological Survey) была сделана выборка изображений Landsat на район исследований за период 1980 – 2014 годов. Проведено дешифрирование пяти объектов, за которыми предполагается осуществлять последующий долговременный мониторинг.

Разработана технология дешифрирования болотных комплексов на основе различий в спектральных характеристиках переувлажненных участков, открытой воды и фоновых (контроль) участков (рис. 3).

Проведено сравнение точности геометрических и площадных характеристик болотных комплексов на различных доступных данных. В качестве эталонных значений были взяты результаты дешифрирования по данным Landsat, так как они обладают наилучшим пространственным разрешением.

Используя данные площади, характера растительности и рельефа окружающей среды, мы сможем выяснить, читаются ли разные типы болот на космоснимках, как изменилось распространение болот на исследуемых точках и прилегающей территории.

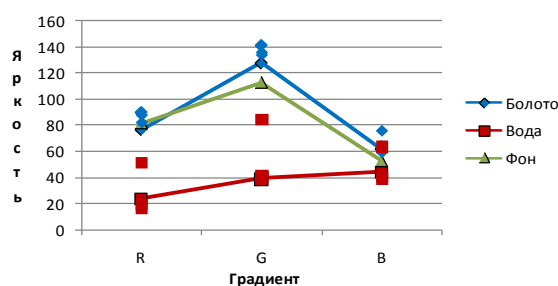


Рис. 3. Тенденция отражательных свойств за период последних 30 лет.

Однако уже сейчас можно сказать, что некоторые болота из-за особенностей своего формирования непригодны для исследования при помощи методов спутникового мониторинга. Так, на точке с координатами N58°971'38" E 088°974'34" при натурном наблюдении были выявлены болотные массивы, представленные мезотрофными осоково-болотнотравно-сфагновыми обводненными топями, но при рассмотрении спутниковых снимков Landsat дифференцировать это болото относительно фона невозможно.

Список используемой литературы

1. Харук В.И. Мониторинг биосферы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс] электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. - Красноярск: СФУ, 2007.
2. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. – М., Логос, 2001. – 264 с.
3. Сирин А.А., Маслов А.А., Валяева Н.А., Цыганова О.П., Глухова Т.В. Картографирование торфяных болот Московской области по данным космической съемки высокого разрешения // Лесоведение. 2014. № 5. С.65-71.
4. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». – М.: НИИ-Природа, 2010. – 288 с.
5. S. A. Bartalev, A. S. Belward, D. V. Erchov, A. S. Isaev. A new SPOT4-VEGETATION derived land cover map of Northern Eurasia // International Journal of Remote Sensing. 2003. Vol. 24.





УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КРАЗ

Козырева Е.М.

научный руководитель канд. биол. наук Пономарева Т.В.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время по степени опасности, темпам и объемам техногенного поступления одно из первых мест среди загрязнителей занимают тяжелые металлы, опережая пестициды, двуокись углерода, серы, промышленные и бытовые отходы. Высокие концентрации многих химических элементов и соединений, обусловленные техногенными процессами, обнаружены в настоящее время во всех природных средах: атмосфере, воде, почве, растениях [4]. На основе многочисленных данных, полученных в полевых условиях и лабораторных экспериментах, выявлены тенденции миграции и аккумуляции этих элементов в почвах [1,2].

В г. Красноярск одним из основных источников техногенного поступления тяжелых металлов является Красноярский алюминиевый завод. В зону воздействия этого предприятия входят лесные и нелесные территории. Хорошо изучены проблемы загрязнения почв фтором, как одним из основных загрязняющих веществ при производстве алюминия [3]. Объектом этих исследований были в основном сельскохозяйственные земли. На прилегающих к заводу территориях почвенный покров представлен различными типами естественных и антропогенно-преобразованных почв, которые характеризуются различной устойчивостью к загрязнению. Актуальность данной работы заключается в необходимости проведения оценки состояния почв в зоне воздействия данного предприятия.

Целью данного исследования является установление зависимости содержания тяжелых металлов в почвах различных типов в ближней зоне воздействия завода от расстояния и от кислотности почв, как одного из основных свойств почв, определяющих подвижность тяжелых металлов. Для достижения цели были поставлены задачи:

- 1) изучить трансформацию морфологического облика исследуемых почвенных профилей;
- 2) определить физико-химические свойства исследуемых почв;
- 3) определить содержание тяжелых металлов в них;
- 4) установить зависимость содержания тяжелых металлов от кислотности почв и от расстояния от источника загрязнения.

Исследования проводились в ближней зоне воздействия КРАЗ. Были заложены почвенные разрезы на участках разной удаленности от источника воздействия.



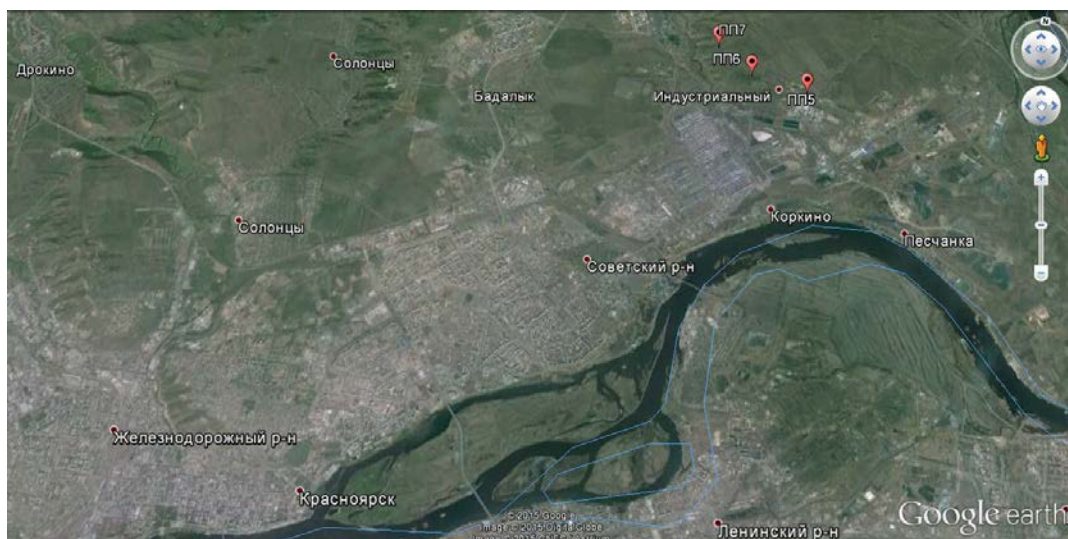


Рисунок 1. Карта-схема расположения заложённых почвенных разрезов

Пробная площадь 5 (ПП5). Расстояние 300 м от забора завода. Участок относится к зоне тяжелого поражения растительности, периодически подвергается воздействию пирогенного фактора. Характеризуется рудеральной растительностью в напочвенном покрове, почвы относятся к аброземам.

Пробная площадь 6 (ПП6). Расстояние 1500 м от завода, место бывшего посёлка Индустриальный. На данном участке в искусственных насаждениях тополя формируются специфические сообщества с преимуществом луговой растительности в напочвенном покрове. Почвы представлены урбоквазиземами. Под верхним органомогенным слоем, состоящем из опада тополя и травянистой растительности, в профиле встречаются остатки антропогенных включений.

Пробная площадь 7 (ПП7). Расстояние 3000 м от источника воздействия. Участок характеризуется полого-холмистым рельефом, в напочвенном покрове преимущественно злаковая растительность. Почвы на данном участке представлены агрочерноземами. Периодически подвергается воздействию пирогенного фактора.

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии определено содержание тяжелых металлов (Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Pb) и алюминия в почвах. Установлено, что основными загрязнителями являются алюминий, медь и никель. Самые высокие концентрации данных металлов наблюдаются на участке ПП5, расположенном в 300 метрах от источника загрязнения.

В данной работе проведен корреляционный анализ показателя рН и содержания металлов, поскольку кислотность является одним из главных факторов, влияющих на подвижность металлов.

Таблица 1. Корреляция содержания металлов в почвах с показателем рН

	Cu	Ni	Zn	Co	Al	Cd	Pb
общая по всем профилям	0,26	0,31	0,19	-0,23	-0,79	0,90	0,85

Выявлена специфика распределения металлов в почвах ближней зоны аэротехногенного влияния (до 3 км). Установлено, что концентрация загрязнителей в почве коррелирует с кислотностью ($r \sim 0,9$ для Pb, Cd, для Al корреляция отрицательная, $r \sim -0,8$).

В ближней зоне воздействия наблюдается тренд уменьшения содержания тяжелых металлов в почве по мере удаления от источника воздействия, за исключением некоторых элементов. Так, например, большее содержание алюминия наблюдается в подстилке почвенного разреза ПП6, расположенного на расстоянии 1500 м от источника воздействия. Это может быть связано с более высоким содержанием органического вещества в верхних горизонтах ПП6, по сравнению с ПП5, а также слабокислой средой в ПП6 в отличие от близкой к нейтральной среды на ПП5.

На основании того, что концентрация тяжелых металлов и алюминия в исследуемых почвах превышают экологические нормативы и в почвенных профилях наблюдаются морфологические изменения, исследуемые почвы можно отнести к отделу химически-преобразованных по классификации почв России 2004 года.

Список литературы

1. Андроханов В.А. Технозёмы: свойства, режимы, функционирование/В.А. Андроханов, С.В. Овсянникова, В.М.Курачев. - Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. - 200с.
2. Никонов В.В. Рассеянные элементы в бореальных лесах / В.В. Никонов, Н.В. Лукина, В.С. Безель и др.; Отв. ред. А.С. Исаев. - М.: Наука, 2004. 616 с.; ил/ ISBN 5-02-033044-2.
3. Танделов Ю.П. Фтор в системе почва–растение. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ю.П. Танделов; под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. – Красноярск, 2012. – 146 с.
4. Чертко Н.К. Геохимическая экология: Учеб. пособие. – Мн.: БГУ, 2002. – 79 с.



МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ ЛЕСОПИТОМНИКОВ, И ЗАЩИТА СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Кондакова О.Э.

научный руководитель д-р. биол.наук Гродницкая И.Д.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

В лесных питомниках Сибири микробиологическая биоремедиация почвенного покрова осуществляется внесением микробных агентов (антагонистов), способствующих восстановлению нативной почвенной микробиоты за счет повышения видового разнообразия микроорганизмов сапротрофного комплекса и подавления численности фитопатогенов.

Биоремедиация почвенного покрова является важной задачей и способствует восстановлению аборигенной почвенной микробиоты. В последнее время для улучшения продуктивности почвы, как в сельском, так и в лесном хозяйстве широко внедряется интродукция экзогенных микроорганизмов в окружающую среду. В основе микробиологической биоремедиации лежит использование микробного антагонизма. Микробные агенты, обладающие высокой антагонистической активностью способны регулировать численность и качественный состав многих фитопатогенных микроорганизмов [1].

Обследования агропочв искусственных фитоценозов (лесопитомников) показали, что агротехнические мероприятия и посеы монокультуры со временем приводят к истощению и снижению трофности почв, а также к снижению количества микроорганизмов, проявляющих антагонистические свойства в отношении патогенов. Ранее [1, 2, 3] было показано, что в почвах лесных питомников Сибири происходит резкое снижение численности видов споровых бактерий (р. *Bacillus*) и грибов р. *Trichoderma*, проявляющих антагонистические и биотрофные свойства в отношении целого ряда фитопатогенов, но возрастает численность некоторых видов патогенных и токсинообразующих микромицетов (*Fusarium* и *Verticillium*), что закономерно приводит к возникновению инфекционных заболеваний сеянцев. В этой связи, для сохранения посадочного материала и улучшения его качества необходимо при посевах семян в почву дополнительно вносить высокоэффективных биоагентов.

В качестве перспективных биоагентов выделяют бактерии рр. *Bacillus* и *Pseudomonas*, и грибы р. *Trichoderma*, проявляющие антибиотическую активность против широкого спектра фитопатогенов за счет способности к образованию комплекса миколитических ферментов [4]. Ингибирование роста патогенов обусловлено способностью гиперпаразита гидролизовать клеточные стенки грибов-хозяев за счет продуцируемых им ферментов и выделяемых токсинов [4, 5].

Внесение в почвы лесопитомников Красноярского края (Верх-Казанский и Ермаковский) штамма *T. viride* существенно изменяло видовой состав грибной биоты за счет уменьшения численности представителей родов *Cladosporium* (в 23.4 раза), *Alternaria* (7.5 раза), *Fusarium* (2.3 раза). При этом, наряду с резким увеличением численности *T. viride*, отмечено возрастание численности грибов рода *Penicillium*. Таким образом, внесенная популяция *T. viride* повлияла на состав нативной микробиоты путем повышения видового разнообразия микромицетов сапротрофного комплекса, что в целом, улучшило фотосанитарное состояние почв лесопитомников [1, 2, 3].



В лабораторных опытах проведены исследования по влиянию предпосевной обработки семян сосны обыкновенной микробами-антагонистами и почвенную микрофлору под ними. Семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), предварительно обработанные водными суспензиями антагонистов (титр 10^9 кл / мл), высевали в пластиковые контейнеры с нестерилизованной (I, II) и стерилизованной (III, IV) почвой. Для оценки влияния антагонистов на патогенные микромицеты, в почву, после посева семян, вносили смесь из пяти видов грибов р. *Fusarium* (фитопатоген) (табл.1).

Таблица 1. Варианты лабораторного эксперимента

		Почва			
		нестерилизованная		стерилизованная	
		I без добавления фитопатогена	II с добавлением фитопатогена	III без добавления фитопатогена	IV с добавлением фитопатогена
Обработка		Контроль (вода)	Контроль (вода)	Контроль (вода)	Контроль (вода)
		<i>Streptomyces lateritius</i>	<i>Streptomyces lateritius</i>	<i>Streptomyces lateritius</i>	<i>Streptomyces lateritius</i>
		<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
		<i>Trichoderma lignorum</i>	<i>Trichoderma lignorum</i>	<i>Trichoderma lignorum</i>	<i>Trichoderma lignorum</i>
		<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.

В течение эксперимента отмечена высокая грунтовая всхожесть семян в контроле (вариант II – 68%, III – 88%, IV – 76%) и при обработке *Streptomyces lateritius* во всех четырех вариантах опыта (вариант I – 74%, II – 62%, III – 74%, IV – 82%). Максимальный процент сохранности проростков, регистрируемый в конце эксперимента, наблюдался в варианте I (38%) при обработке семян *Trichoderma* sp. и в варианте IV – *St. lateritius* (58%), в варианте III – в контроле (78%) и при обработке *Trichoderma lignorum* (66%). Анализ всхожести и отпада семян и проростков показал негативное влияние фитопатогена на них (Рис.1).

Выявлено, что на сохранность проростков наибольшее влияние оказывал штамм *Streptomyces lateritius*, который улучшал всхожесть и сохранность проростков, в основном, за счет антагонистических свойств. На морфометрические показатели проростков больше повлияла обработка грибами р. *Trichoderma* (*T. lignorum*, *T. harzianum* и *T. sp.*), которые обладают ярко выраженными ростстимулирующими свойствами.



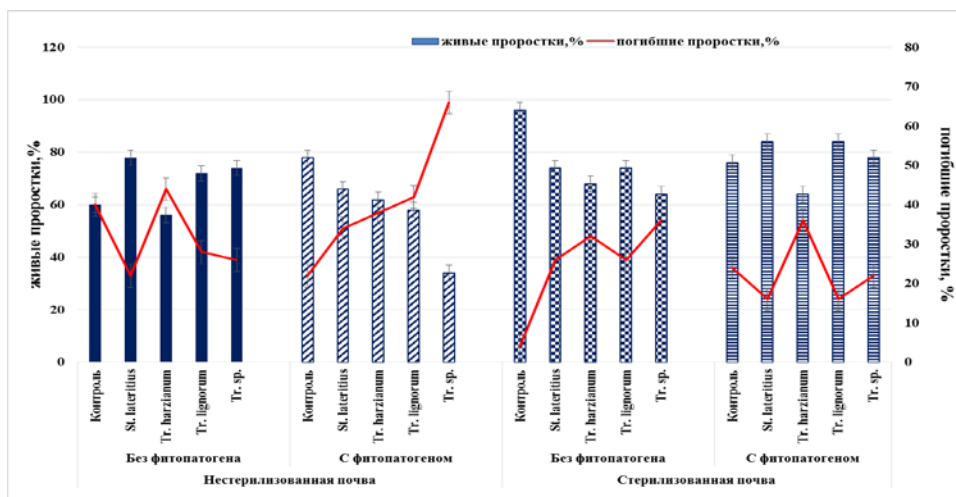


Рис. 1. Сохранность проростков (живых и погибших, %) сосны обыкновенной в зависимости от варианта обработки семян.

В условиях опытного лесного питомника, расположенного на территории Погорельского стационара ИЛ СО РАН, был заложен и проведен эксперимент по влиянию интродуцированных микробов-антагонистов (*Bacillus sp.*, *Bac. subtilis*, *Pseudomonas sp.*, *Trichoderma harzianum*) на: 1) эффективность прорастания семян и сохранность сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.); 2) качество морфометрических параметров сеянцев в конце первого года вегетации; 3) изменение численности эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКГМ), 4) микробной биомассы (БМ) и 5) ферментативной активности почв под посевами хвойных в зависимости от вариантов опыта.

Установлено, что предпосевная обработка семян хвойных микробами-антагонистами повышала грунтовую всхожесть семян хвойных в 1.4-5.8 раз (рис.2), количество и качество жизнестойких сеянцев сосны в 12 раз, лиственницы в 1.5 раза в конце вегетации, по сравнению с контролем.

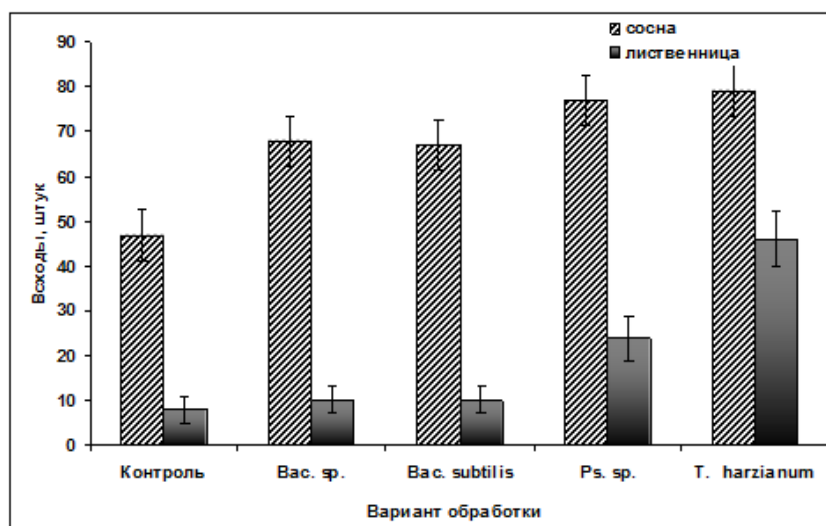


Рис. 2. Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, обработанных микробами-антагонистами

Наибольший эффект стимуляции роста семян и увеличения сохранности сеянцев хвойных в конце вегетации отмечен в вариантах с *Trichoderma harzianum* и *Pseudomonas* sp. Обработка семян сосны штаммами *Ps.* sp. и *Bac. subtilis*, а лиственницы – *T. harzianum* и *Bac.* sp. повышала морфометрические характеристики сеянцев (длину надземной и подземной частей, диаметр корневой шейки, вес сеянца) в 1.5-2.0 раза. Внесение споровых бактерий (*Bac. subtilis* и *Bac.* sp.) и триходермы (*T. harzianum*) с семенами хвойных увеличило и биогенность почвы под посевами (БМ, численность ЭТГМ, ферментативную активность) в 1.5-3.0 раза.

Одной из проблем биоремедиации является проблема приживаемости и сохранения активности внесенного интродуцента, как можно более длительное время. Внесение микробных интродуцентов для улучшения свойств почв и состояния сеянцев дает положительные результаты в течение 2-3 недель после обработки, и любая внесенная популяция довольно быстро элиминируется почвенным микробным сообществом. В этой связи в течение ряда лет проводились экспериментальные опыты, направленные на «сохранность» интродуцента-триходермы в темно-серой почве Погорельского Бора. В почву опытного питомника вместе с популяцией *T. harzianum* вносили древесные поддерживающие субстраты (опилки и микокомпост - продукт биоконверсии сосновых опилок) для улучшения условий обитания и максимального сохранения интродуцента. Внесенная таким образом популяция триходермы продемонстрировала лучшую сохранность в варианте с микокомпостом. Кроме того, добавление в почву микокомпоста (М+Т) и опилок (О+Т) вместе с *Trichoderma harzianum* положительно повлияло на рост семян и увеличило количество сеянцев сосны в конце вегетации на 34-44% по сравнению с контролем (рис. 3).

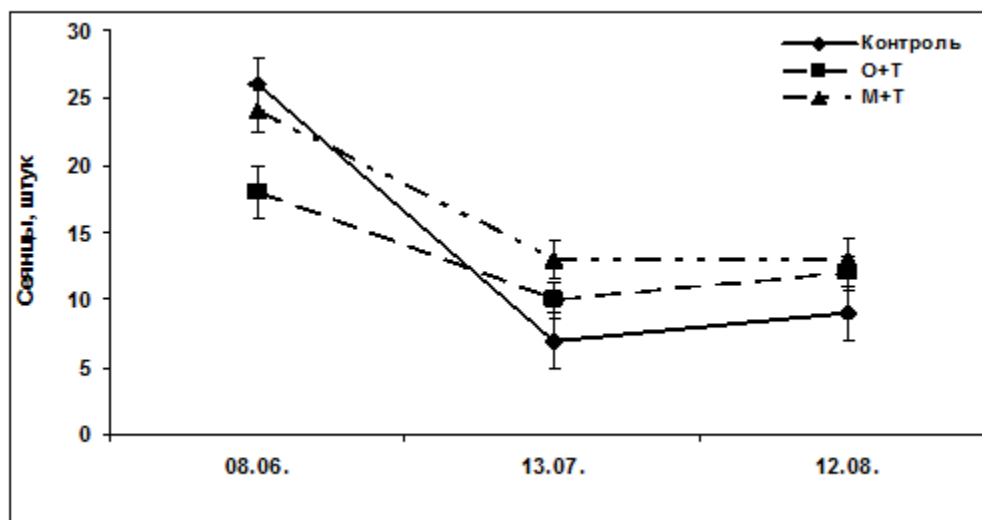


Рис. 3. Количество сеянцев сосны обыкновенной в темно-серой почве Погорельского питомника при различных вариантах опыта [О + Т, опилки + *Trichoderma harzianum* (109 спор / мл); М + Т, микокомпост + *Trichoderma harzianum*]

Таким образом, восстановление нативной микробиоты почвенного покрова в лесных питомниках Сибири возможно за счет внесения микробных агентов, которые повышают видовое разнообразия бактерий и микромицетов сапротрофного комплекса и подавляют численность фитопатогенов. Экспериментально показано, что внесение в почвы лесопитомников бактерий рр. *Bacillus*, *Streptomyces* и *Pseudomonas* и грибов р. *Trichoderma* снижают численность фитопатогенных микромицетов (*Fusarium*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Phyitium*, *Rhizoctonia*) в 2.5-3.5 раза и повышают

продуктивность и выход здоровых семян хвойных (30-50%), а также их морфометрические показатели.

Комплексное внесение микробных агентов с поддерживающим древесным субстратом (микокомпост, опилки) способствует сохранению их численности и активности на протяжении вегетации, ограничению фитопатогенов, улучшению роста и развития семян хвойных, что является перспективным биологическим направлением, как в биоремедиации (биовосстановлении) зараженных и деградированных почв, так и в защите семян хвойных от болезней.

Список литературы

1. Гродницкая И.Д., Сорокин Н.Д. Внесение микробов-интродуцентов в лесные почвы питомников Сибири // Почвоведение, 2007, № 3. С. 359-364.
2. Якименко Е.Е., Гродницкая И.Д. Инфекционное полегание семян хвойных в лесных питомниках Красноярского края // Микология и фитопатология. 1996. Т. 30, вып. 2. С. 56-60.
3. Якименко Е.Е., Гродницкая И.Д. Влияние грибов рода *Trichoderma* на почвенные микромицеты, вызывающие инфекционное полегание семян хвойных в лесных питомниках Сибири // Микробиология. 2000. Т. 69, № 6. С. 850-854.
4. Актуганов Г.Э., Галимзянова Н.Ф., Мелентьев А.И., Кузьмина Л.Ю. Внеклеточные гидролазы штамма *Bacillus* sp. 739 и их участие в лизисе клеточных стенок микромицетов // Микробиология, 2007, Т. 76, № 4. С. 471-479.
5. Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts // Microbiology, 2004, Vol. 2. P. 43-56.



ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Крейк Валерий Романович

научный руководитель д-р биол. наук Пахарькова Нина Викторовна
МБОУ гимназия №4

В наше время остро стоит проблема загрязнения почв тяжелыми металлами, накапливающимися в ней в связи с вредными выбросами промышленных предприятий, а так же автомобильными выхлопами. Современные методы очистки почв, малоэффективны и достаточно дорогостоящие и поэтому очистить возможно только малую часть территорий. В поисках более рентабельных способов очистки ученые все чаще обращаются к био- и экотехнологиям, одной из таковых является фиторемедиация.

Цель: оценить накопление растениями тяжёлых металлов (на примере никеля) из почв с различными показателями рН в лабораторных и полевых условиях. *Задачи:* провести модельный опыт по выращиванию растений в лабораторных условиях, провести полевой опыт, измерить морфологические параметры растений, провести химический анализ, статистически обработать данные.

Для достижения поставленной цели были поставлены несколько опытов. Первый опыт был поставлен в лабораторных условиях. В качестве объектов исследования нами были выбраны растения из разных семейств: **горох посевной** (*Pisum sativum*), семейство бобовых – (*Fabaceae* или *Leguminosae*); **овёс посевной** (*Avena sativa*), семейство злаков – (*Gramíneae*); **вьюнок трехцветный** (*Convolvulus tricolor*), семейство вьюнковые — (*Convolvulaceae*). Этап проводился в лабораторных условиях – растения выращивались в контейнерах с разными показателями рН и внесённой солью $\text{NiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в количестве 10 ПДК. Растения разных видов высаживались в отдельные контейнеры, по 20 семян в каждом.

По истечении трех недель были проведены измерения морфологических показателей растений, а так же содержание Ni в сухом весе растений.

Содержание Ni в сухом весе растений

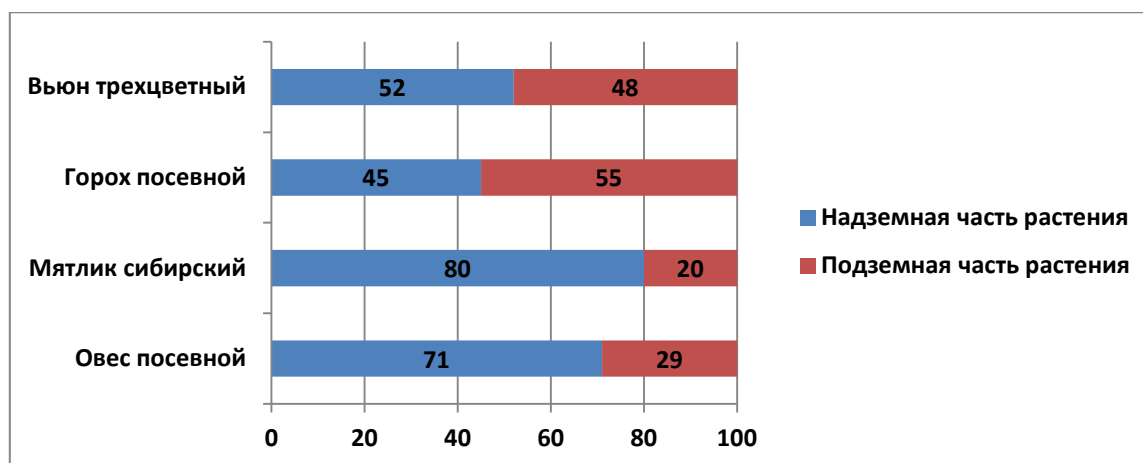
Вид растений	Условия произрастания	Ni, мг/г
вьюн	контроль	0,024
	рН=6	0,046
	рН =8	0,019
горох	контроль	0,02
	рН =6	0,054
	рН =8	0,022
овес	контроль	0,018
	рН =6	0,118
	рН =8	0,026

Второй опыт проводился в полевых условиях, на почвах пригорода Красноярска. Объектом исследования в этом опыте был выбран мятлик сибирский (*Poa sibirica*) семейства **Мятликовые** (*Poaceae*). Мониторинг растений проводился в течении вегетационного периода после чего растения и почвы были отправлены на химический анализ. По результатам химического анализа растений и почв была выявлена значимость растений в процессе восстановления почв.



В третьем опыте проводилось изучение распределения накопленных тяжелых металлов в растениях. В качестве объектов исследования были рассмотрены растения, использованные нами в предыдущих этапах: горох посевной (*Pisum sativum*), овёс посевной (*Avena sativa*), вьюнок трехцветный (*Convolvulus tricolor*) и мятлик сибирский (*Poa sibirica*). Опыт проводился в лабораторных условиях – растения выращивались в контейнерах с внесенной солью $\text{NiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в количестве 10 ПДК. Каждый вид растения высаживался в отдельный контейнер, по 30 семян в каждом.

Данные химического анализа надземной и подземной частей растений.



Проведя анализ полученных результатов, а так же используя данные, полученные из литературных источников, можно сделать такие заключения:

Заключения:

1. Наилучшим фиторемедиантом для кислотной и щелочной почвы в лабораторном опыте является овес посевной, так как в нём обнаружено самое высокое содержание никеля.
2. На кислых почвах у растений овса посевного, гороха посевного и вьюна трёхцветного, более высокий уровень метаболизма, чем на щелочных и контрольных почвах и лучшее усвоение металла.
3. На лесных почвах в окрестностях города Красноярска с растениями мятлика сибирского выявилась более высокая эффективность уменьшения содержания никеля в почвах, чем на почвах без растений (примерно в 4 раза).
4. Растения своей надземной частью растений накапливают никеля: мятлик сибирский до 80%, овес посевной до 71%, Вьюнок трехцветный до 52%, а горох посевной до 45%.
5. Практическое применение нашей работы – это возможность жителей имеющих дачные участки, расположенные в черте промышленных предприятий и мегаполисов, а также промышленные предприятия использовать данные растения для очистки почв от тяжёлых металлов, тем более что большинство территорий Красноярского края имеют почвы с показателем $\text{pH}=6$.

Список литературы

1. Душенков В., Раскин И. / Зеленая революция // «Агро XXI. – 2000. - № 9. – С. 20-21
2. Красноборов И.М., Определитель растений юга Красноярского края «Наука», 1979. – 509 с.
3. Ильин В.Б., Тяжелые металлы в системе почва – растение, «Наука», 1991. – 149 с.
4. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Экотоксикология тяжелых металлов: Учебное пособие.- Н.Новгород: НГСХА, 2001.- 135 с.



ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ПОКОЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Кучеренко А. В.

научный руководитель канд. биол. наук Сорокина Г. А.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время экологическая обстановка в городах всё больше ухудшается, одной из распространённых проблем городских ландшафтов становится загрязнение атмосферного воздуха. Растения считаются надёжными индикаторами загрязнения природной среды в связи с тем, что они не могут уйти от стрессового воздействия, и вынуждены адаптироваться к нему с помощью физиолого-биохимических и анатомо-морфологических перестроек организма. Фиксация и оценка этих изменений дают достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние городской среды.

Целью настоящей работы является изучение особенностей состояния зимнего покоя древесных растений в условиях техногенного воздействия с последующей сравнительной оценкой. В ходе работы были изучены сезонные изменения пяти видов древесных растений: покрытосеменных: тополя бальзамического (*Populus balsamifera*), березы обыкновенной (*Betula pendula*), клёна ясенелистного (*Acer negundo*) и голосеменных: ели сибирской (*Picea obovata*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), из двух районов г. Красноярска с различным уровнем загрязнения воздуха с использованием метода регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ).

Образцы отбирались в пределах г. Красноярска с двух пробных площадей (ПП), различающихся по уровню загрязнения: ПП1 - остановка «Госуниверситет», условно чистый район, ПП2 - пр. Свободный, в районе остановки «Торговый квартал», с повышенной техногенной нагрузкой. Сбор побегов осуществлялся в период с декабря 2013 г. по март 2015 г.

Для оценки влияния атмосферного загрязнения на исследуемые образцы растений, использовался метод регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ), хорошо зарекомендовавший себя при изучении динамики перехода древесных растений в состояние покоя и выхода из него [1]. Теоретической основой метода является изменение агрегированности составляющих фотосинтетического аппарата, что проявляется в качественном изменении кривых ТИНУФ (рис.1). В период активного метаболизма на графике регистрируется два пика – низкотемпературный, связанный с активностью хлорофилл-белкового комплекса фотосистемы 2 и высокотемпературный, обусловленный «разгоранием» хлорофилл-белкового комплекса фотосистемы 1 при инактивации её реакционных центров (рис.1 а). При переходе в состояние зимнего покоя наблюдается качественное изменение формы кривой, проявляющееся в отсутствии низкотемпературного максимума, что приводит к снижению отношения низко- и высокотемпературного максимумов (R2) флуоресценции (рис.1 б). Следует отметить, что «зимний» тип термограмм у изученных хлорофилл-содержащих тканей, по-видимому, наиболее универсален из известных в настоящее время критериев криорезистентного состояния хлоропластов [2].



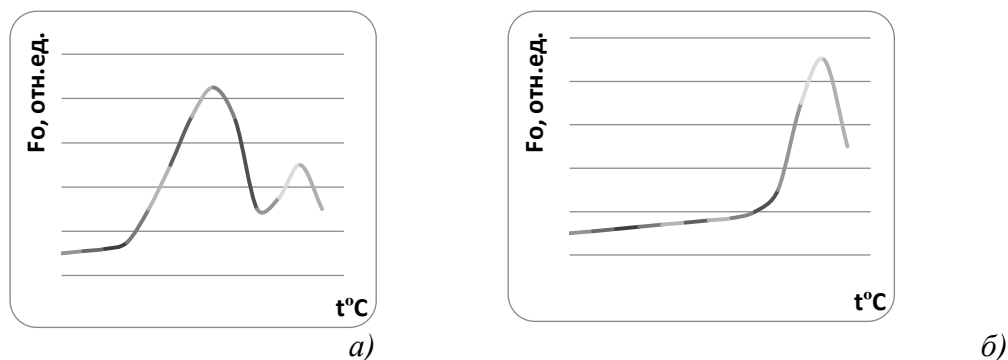


Рис.1. Кривые термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции: а) в период активной вегетации, б) в состоянии зимнего покоя

Для определения глубины зимнего покоя проводилось выведение образцов из состояния покоя в лабораторных условиях. Непосредственно перед началом анализа у отрезков побегов растений (1,2-2,0 см.) удаляли покровные ткани, побеги разделяли пополам. Регистрация ТИНУФ производилась на флуориметре «Фотон-11», сконструированном на кафедре экологии и природопользования СФУ. Нагрев образцов, погруженных в дистиллированную воду, производился со скоростью 8 град/мин в диапазоне от 25°C до 80°C. Возбуждение флуоресценции проводилось зеленым светом (длина волны 435 нм). В качестве показателя состояния растений и глубины покоя, в соответствии с работой [2] использовали отношение интенсивностей флуоресценции, соответствующих низкотемпературному и высокотемпературному максимумам кривой ТИНУФ (R_2), а также наглядный вид кривых ТИНУФ.

$$R_2 = \Phi_{л_{нт}} / \Phi_{л_{вт}}$$

где $\Phi_{л_{вт}}$ - интенсивность флуоресценции при высокотемпературном максимуме.

$\Phi_{л_{нт}}$ - интенсивность флуоресценции при низкотемпературном максимуме.

Для сравнения чувствительности разных видов растений к атмосферному загрязнению, рассчитывался – относительный показатель состояния (ОПС) растений:

$$ОПС = R_o / R_k$$

где R_o – среднее значение отношения низкотемпературного максимума к высокотемпературному (R_2) в исследуемых районах;

R_k – среднее значение отношения низкотемпературного максимума к высокотемпературному (R_2) в контрольном районе.

В период февраль-март 2014 года проводились измерения термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) побегов древесных растений в лабораторных условиях для сравнительной характеристики оценки особенностей состояния покоя древесных растений.

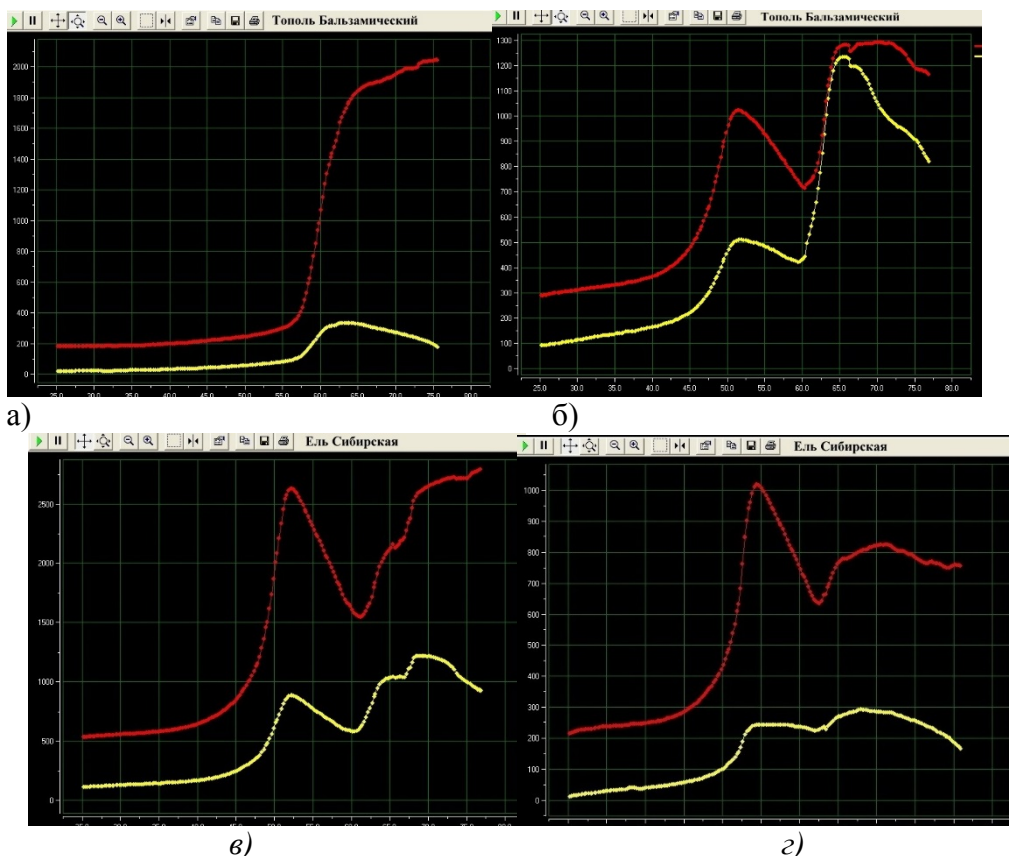


Рисунок 2. Термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции хлорофиллосодержащих тканей при выведении из состояния покоя в лабораторных условиях: а) тополь, 1 сутки; б) тополь, 3 сутки; в) ель, 1 сутки, г) ель, 3 сутки.

Сравнительный анализ сроков перехода древесных растений в состояние покоя (Рис. 3) показал, что из покрытосеменных растений ранее всех (2 сутки) из состояния покоя выходит тополь ($R_2=0,71$), взятый с ПП2 («Торговый Квартал») (рис. 3б), когда как на ПП1 этот вид выходит из покоя лишь на 4 сутки ($R_2=0,45$) (рис. 3а). Для остальных видов аналогично наблюдается разница по выходу из состояния покоя, где раньше «просыпаются» побеги, взятые с ПП2 (Таблица 1).

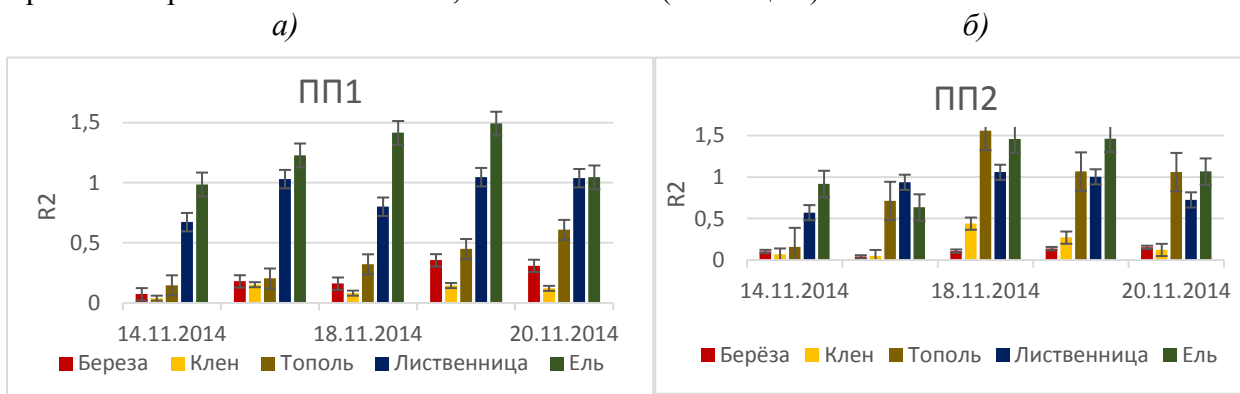


Рисунок 3. Динамика изменения величины соотношения низко- и высокотемпературных максимумов (R_2) для феллодермы древесных растений из двух районов с различной степенью техногенной нагрузки: а) условно чистый район, б) район с техногенной нагрузкой.

При выведении из покоя в лабораторных условиях голосеменные находились в фазе активной вегетации, из покрытосеменных с ПП2 тополь вышел на 2 суток, а клён на 6 раньше, чем на условно чистом районе.

Для количественной оценки влияния загрязнения на состояние растений был рассчитан относительный показатель состояния растений (ОПС). Основу биоиндикационных исследований с использованием метода регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции составляет доказанное исследованиями, ранее проведенными на кафедре экологии и природопользования СФУ, положение о том, что загрязнение атмосферного воздуха сокращает период зимнего покоя древесных растений [1].

На загрязнённом участке R_2 выше по сравнению, с более чистым районом, таким образом, чем выше значение ОПС, тем больше выражено влияние атмосферного загрязнения на данный вид растения. Наибольшие значения ОПС характерны для клёна (6,4) и тополя (4,8), наименьшие для берёзы (1,5). Однако для лиственницы и ели ОПС не даёт высоких результатов, тем самым, по чувствительности к загрязнению они занимают промежуточное положение (рис. 4).

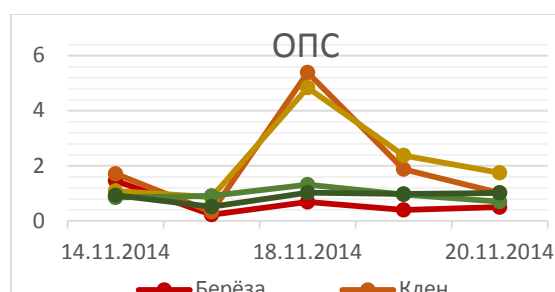


Рисунок 4. Относительный показатель состояния древесных растений (ноябрь 2014).

Список использованных источников

1. Сорокина, Г. А. Биоиндикация атмосферного загрязнения с использованием древесных растений / Г. А. Сорокина, В. П. Лебедева // Охрана окружающей среды и природопользование – 2011. - №2. – С. 52-56.
2. Гаевский Н.А., Сорокина Г.А., Гольд В.М., Миролубская И.В. Сезонные изменения фотосинтетического аппарата древесных и кустарниковых растений // Физиология растений. - 1991. - Т. 38. - Вып. 4. - С. 685-691.

АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Кырбасов Андрей Андреевич

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова

Пожары природного характера являются серьезной угрозой деятельности человека это не только уничтожение лесного фонда, но и угроза жизни и здоровью людей, а порой и сопровождающейся гибелью. Наносится огромный экономический ущерб, который исчисляется миллиардами рублей. Пожары были, есть и будут.

С начала пожароопасного сезона 2014 года на территории республики зарегистрировано 306 лесных пожаров, площадь пройденная пожарами составляет 1 269 453,94 га, в том числе лесной площади 949 541,84 га и нелесной 319 912,1 га.

В зоне применения авиационных сил и средств - 169 пожаров на площади 623 925,7 га, в зоне применения наземных сил и средств - 80 пожаров на площади 113 939,24 га, в зоне космического мониторинга I уровня - 38 пожаров на площади- 66 594 га, II уровня-19 пожаров на площади 464 995 га.

Количество лесных пожаров перешедших в категорию крупных - 50 , площадь пройденная огнем 1 259 882 га, в том числе 941 897 га лесной площади.

Для сравнения: за пожароопасный сезон 2013 года зарегистрировано 390 лесных пожаров на общей площади 813,1 тыс. га, в том числе на лесной площади 674,3 тыс. га и 138,7 тыс. га нелесной.

Как складывалась лесопожарная обстановка в республике.

В мае месяце возникло 61 возгорание (в 2013 году 198 лесных пожаров), в июне 68 (в 2013 году 123 лесных пожаров), в июле 103 (в 2013 году 40 лесных пожаров), в августе 73 (в 2013 году 29 лесных пожаров), в сентябре 1 (в 2013 году 0 лесных пожаров).[1,2]

В связи с превышением 3-х чрезвычайных показателей, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 17 мая 2011года №376 «О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров»[3], Указом Временно исполняющего обязанности Главы Республики Саха (Якутия) от 15 июля 2014 года № 2781 был введен режим чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера на территории Республики Саха (Якутия) [4], и отменен 2 сентября Указом Временно исполняющего обязанности Главы Республики Саха (Якутия) (от 02.09.14 № 2853 «Об отмене режима чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера, возникшей вследствие лесных пожаров на всей территории Республики Саха (Якутия)»)[5].

В связи со сложной пожарной обстановкой Правительством Республики Саха (Якутия) была проделана следующая работа:

- на базе Центра управления в кризисных ситуациях в Республике Саха (Якутия) в круглосуточном режиме организована работа Межведомственной рабочей группы по контролю и оперативному реагированию на территории Республики Саха (Якутия) с участием представителей министерств и ведомств. Также на уровне муниципальных образований действуют оперативные штабы по тушению лесных пожаров.

- приняты решения о выделении из республиканского бюджета ассигнований на сумму порядка 514,4 миллионов рублей на мероприятия по охране лесов от пожаров;

- на ликвидацию лесных пожаров на территории республики с привлечением воздушных судов МЧС России: 2 единицы Бе-200ЧС, 1 единица Ми-8, а также на финансирование затрат на переброску сил и средств по Плану межрегионального маневрирования Рослесхоза;



- выделены 185,8 тонн нефтепродуктов (ориентировочно – 6 млн. рублей) для муниципальных районов и авиакомпаний республики из запасов, завезенных для жизнеобеспечения Республики Саха (Якутия) (бензина А-76 (80) – 30 тонн, бензина А-92 – 38,9 тонн, дизтопливо – 66,4 тонн, а также авиационное топливо ТС-1 – 50 тонн).

В соответствии со Сводным планом тушения лесных пожаров на территории Республики Саха (Якутия) были разработаны и реализованы оперативные планы тушения по каждому лесному пожару, назначены руководители, определены мероприятия, а также установлены сроки ликвидации и локализации действующих пожаров.

Основными проблемными вопросами по охране лесов от пожаров являются:

1. Недостаточное финансирование на лесоавиационные работы.
2. Выделяемые плановые ассигнования на авиапатрулирование не позволяют обеспечить кратность на уровне нормативной, а информационная система дистанционного мониторинга – Рослесхоза выявляет очаги на площадях свыше 25 гектаров, а из-за нехватки воздушных судов и экипажей лесные пожары при патрулировании обнаруживаются на больших площадях.
3. Слабая обеспеченность средствами предупреждения и тушения лесных пожаров;
4. Удаленность и труднодоступность охраняемой территории и слабой инфраструктуры;
5. Отсутствие научно обоснованного плана противопожарного обустройства лесов в республике.

Список литературы

1. Официальный сайт департамента по лесным отношениям РС(Я) <http://www.sakha.gov.ru/node/51111> (Статистическая информация о деятельности Департамента по лесным отношениям РС(Я)).
2. Официальный сайт департамента по лесным отношениям РС(Я) http://www.sakha.gov.ru/sites/default/files/page/files/2011_10/97/%20%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%202013%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf (Годовые отчеты отдела организации охраны и защиты лесов за 2013 год).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 мая 2011года №376 «О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров» // Собрание законодательства РФ. 2011. № 7. Ст. 787
4. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 15 июля 2014 года "О введении режима чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера на территории Республики Саха (Якутия)"// Собрание законодательства РС (Я) ИЛ ТУМЭН. 2014. № 17. Ст. 1852
5. Указ Временно исполняющего обязанности Главы Республики Саха (Якутия) (от 02.09.14 № 2853 «Об отмене режима чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера, возникшей вследствие лесных пожаров на всей территории Республики Саха (Якутия)»)// Собрание законодательства РС (Я) ИЛ ТУМЭН. 2014. № 17. Ст. 1852



КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ *ARTEMISIA SALSOLOIDES* WILLD.

Меликян А. А.,

научный руководитель канд. биол. наук Усубова Е. З.

Волгоградский государственный университет

Эколого-трофические группы микроорганизмов, обитающих на поверхности наземных частей растений и корневых экосистем, выполняют важную функцию биоредукторов органических соединений. Образуемые ими простые минеральные соединения ассимилируются растениями, обеспечивая их рост, развитие и продуктивность фитоценоза. Кроме того, комплексы микроорганизмов являются индикаторами состояния растения и могут служить показателем в микробиологическом мониторинге автотрофного яруса трофической структуры экосистемы [3]. В связи с этим, целью настоящей работы является изучение эколого-трофических групп микроорганизмов ризосферы и филлосферы и определение их экофизиологической роли в жизни растений.

Материалы и методы

Объектом исследований явилась полынь солянковидная (*Artemisia salsoioides* Willd.), произрастающая в районе меловых гор на р. Дон. Сбор проб проводили весной и поздней осенью 2014 г. Для выделения микроорганизмов растения делили стерильными ножницами на ярусные элементы: филлосферу (соцветие, лист, стебель), ризосферу (корень). Проводили смывы с корней и листьев растений, а затем изучали состав микроорганизмов методом предельных разведений и посевом на селективные питательные среды по общепринятым методикам [4]. Для учета общего количества аэробных бактерий, усваивающих органический азот, использовали мясопептонный агар, для микроорганизмов, использующих минеральные формы азота - крахмало-амиачный агар, микроскопических грибов - среда Чапека, азотфиксирующих микроорганизмов и олигонитрофилов - среда Эшби, бактерий группы кишечной палочки - среда Эндо, анаэробных азотфиксирующих бактерий - среда Виноградского, целлюлозоразрушающих микроорганизмов - среда Гетчинсона.

Чашки инкубировали в термостате при температуре 28°C. Бактерии группы кишечной палочки учитывали на среде эндо при температуре 37°C. На 3-4 сутки проводили учет микроорганизмов. Для подсчета микроорганизмов на жидких средах использовали метод придельных разведений по таблице Мак-Креди. Работа выполнена в 4-х повторностях. Статистическая обработка данных проведена по Лакину (1990 г).

Результаты исследований

Изучение сезонной динамики эпифитной микрофлоры и структуры микробных популяций филлосферы и ризосферы растений показало, что эпифитные микроорганизмы характеризуются большой вариабельностью по численности в зависимости от сезонного развития растений и метеорологических условий (таблица 1).

Таблица 1. Качественный анализ эколого-трофических групп *Artemisia salsoioides* Willd.

Группы микроорганизмов	Весна		Осень	
	Ризосфера	Филлосфера	Ризосфера	Филлосфера
Бактерии,	$10,99 \cdot 10^3 \pm$	$0,47 \cdot 10^3 \pm 0,9$	$4,33 \cdot 10^3 \pm 3,32$	$0,35 \cdot 10^3 \pm 0,75$



усваивающие органический азот	4,23	5		
Бактерии, использующие минеральные формы азота	$11,8 \cdot 10^3 \pm 2,73$	$2,06 \cdot 10^3 \pm 1,17$	$5,43 \cdot 10^3 \pm 4,22$	$1,09 \cdot 10^3 \pm 1,4$
Микроскопические грибы	$1,07 \cdot 10^2 \pm 0,38$	$9,67 \pm 0,96$	$0,85 \cdot 10^2 \pm 0,3$	$7,64 \pm 0,1$
Аэробные азотфиксаторы	$9,96 \cdot 10^3 \pm 4,64$	$3,1 \cdot 10^3 \pm 1,63$	$2,5 \cdot 10^3 \pm 1,58$	$2,23 \cdot 10^3 \pm 1,75$
Бактерии группы кишечной палочки	НЕ ОБНАРУЖЕНО			
Анаэробные азотфиксаторы	$5,18 \cdot 10^2$	-	$4,1 \cdot 10^2$	-
Целлюлозоразрушающие микроорганизмы	1,94	-	0,45	-
Бактерии в стадии спор	$10,9 \cdot 10^2 \pm 1,49$	$0,31 \cdot 10^2 \pm 0,4$	$30,7 \cdot 10^2 \pm 0,95$	$1,42 \cdot 10^2 \pm 0,22$

Эти данные можно объяснить сезонными изменениями численности микроорганизмов, в ноябре температура атмосферного воздуха резко снизилась, поэтому микроорганизмы, адаптированные к более стабильным климатическим условиям оказались нежизнеспособными. Высокая численность эпифитных бактерий весной может быть связано с закономерным, для данного периода, повышением уровня выделительной активности растения, т.е. питательного субстрата для микроорганизмов [1].

С активизацией ростовых процессов и повышением метаболической активности растений, создаются благоприятные условия для интенсивного размножения азотфиксирующих бактерий, которые накапливают восстановленный азот, обеспечивая им растение. Численность популяций микроорганизмов филлосферы определяется доступностью влаги и питательных веществ, источником которых служат вымываемые водой из листа вещества, секреты и экссудаты растения [2]. В качестве питательных субстратов микробам могут служить также оседающие на поверхность листьев частицы, пыльца, вещества, растворенные в дождевой воде.

Биохимические процессы, происходящие под действием целлюлозоразрушающих микроорганизмов, имеют большое значение в круговороте углерода в природе. Они свидетельствуют о процессах разложения трудноокисляемых органических веществ в экосистеме. Отсюда следует, что в период дефицита влаги (осенью) и низких температур процессы деструкции органических соединений замедлены.

Во всех пробах не было обнаружено бактерий группы кишечной палочки, что свидетельствует о незначительном антропогенном влиянии на растения.

Численность микромицетов указывает на степень гумификации почвы, т.е. они участвуют главным образом в начальных стадиях разложения органических соединений тем самым увеличивая плодородие почвы.

Бактерии использующие минеральные формы азота указывают на интенсивность протекания процессов минерализации органического вещества и присутствие минеральных форм азота в почве. Численность же бактерий в стадии спор выросла практически втрое, что свидетельствует о переходе многих микроорганизмов в состояние анабиоза, для переживания неблагоприятных условий окружающей среды.



Таким образом, при исследовании микробиоты *Artemisia salsoloides Willd.* было установлено, что общая численность микроорганизмов в весенний период намного выше, чем осенью. В состав микрофлоры *Artemisia salsoloides Willd.* входят микроорганизмы с различными требованиями к условиям питания и источникам энергии а количественные соотношения между ними зависят от экологических условий, в которых складывается тот или иной микробный ценоз.

Список литературы

1. Гажеева Т.П., Гордеева Т.Х., Масленникова С.Н. Динамика численности и состава микроорганизмов ризосферы некоторых злаковых растений в процессе их роста и развития // Вестник ОГУ. – 2011. – № 12. – С. 328–330.

2. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий: Учеб. пособие – Л., Изд-во ЛГУ, 1989. – 246 с.

3. Степанова, Л.Т. Эпифитные бактерии как аналитические индикаторы растений / Л.Т. Степанова. Казань: Новое знание, 2000. - 360 с.

4. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Колос. - 2004. – 175 с.



СОРБЦИЯ ИОНОВ СВИНЦА Pb^{2+} НА ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТАХ-ГУМАТАХ

Мирошниченко Ю.С.

научный руководитель канд.техн.наук Мясоедова Т.Н.

Инженерно-технологическая академия Южного Федерального Университета

Производственные сточные воды имеют сложный состав и всегда содержат различные ядовитые и токсичные вещества. На сегодняшний день одними из характерных загрязнителей сточных вод являются тяжелые металлы. Основной вклад в загрязнение вносят гальванические, травильные производства; химическая, электронная промышленность; металлургические, машиностроительные заводы. Сточные воды последних могут содержать хром и медь до 400–500 мг/л[1].

Тяжелые металлы довольно устойчивы. Поступая в водоемы, они включаются в круговорот веществ и подвергаются различным превращениям. Неорганические соединения быстро связываются буферной системой воды и переходят в слабо растворимые гидроокиси, карбонаты, сульфиды и фосфаты, а также образуют металлоорганические комплексы, адсорбируются донными осадками. Эти металлы способны накапливаться в организмах человека, животных, рыб, вызывая серьезные заболевания[2]. Таким образом, сброс производственных сточных вод в открытые водоемы или городские канализационные сети без соответствующей очистки недопустим.

Для очистки сточных вод, содержащих тяжелые металлы, основными физико-химическими методами значатся ультрафильтрационные, ионообменные, мембранные, электрохимические, биохимические и сорбционные методы. На сегодняшний день широко распространенным методом из выше перечисленных является сорбционный метод. Он весьма эффективен, удобен и прост, а так же может быть и достаточно дешев, если заменить дорогостоящие широко известные сорбенты, такие как активные угли, сапрпель, на природные сорбенты. Одни из таких природных сорбентов гуминовые вещества – гуматы (соли гумусовых кислот).

Гуматы получают путем переработки отходов бурого угля (это соответствует принципам «зеленой химии»), торфа, сапрпеля. Основной метод, которым выделяют гуминовые вещества, — щелочная экстракция растворами аммиака или гидроксидами калия или натрия. Такая обработка переводит их в водорастворимые соли — гуматы калия или натрия, обладающие высокой биологической активностью. Метод практически безотходный, поэтому его широко используют и в России, и за рубежом. Альтернативный способ предполагает механическое измельчение бурого угля с твердой щелочью, в результате чего получается твердый, растворимый в воде гумат калия и натрия [3].

Гуминовые вещества, не смотря на разные источники происхождения, имеют единый и один из самых сложных принципов строения, превосходя нефти, лигнины и угли: наличие каркасной части, т.е. ароматического углеродного скелета, замещенного алкильными и функциональными группами, среди которых преобладают карбоксильные, гидроксильные и метоксильные, и периферической части, обогащенной полисахаридными и полипептидными фрагментами. В силу сложности строения, уникально широк спектр взаимодействий гуминовых веществ, особенно это касается их наиболее реакционноспособной части - гумусовых кислот (гуматов). Наличие таких групп как карбоксильная, гидроксильная, карбонильная в сочетании с присутствием ароматических структур обеспечивает их способностью вступать в ионные, донорно-акцепторные и



гидрофобные взаимодействия, образовывать водородные связи, активно участвовать в сорбционных процессах[4].

В работе изучена возможность ослабления токсического действия ионов свинца (Pb^{2+}) в водных растворах в присутствии гуминовых веществ. Для реализации поставленной задачи были использованы гуматы для сухого внесения, производимые ОАО «Аграрные Технологии» (г. Иркутск). Для постановки экспериментов готовили растворы $Pb(NO_3)_2$ с концентрацией 0,3 г/л (в пересчете на металл). В колбы, содержащие по 50 мл тестовых растворов, добавляли гуматы для сухого внесения с концентрациями от 0,4 до 2 г/л. Сорбцию проводили в статических условиях при перемешивании. После, пробу выдерживали некоторое время при комнатной температуре. Для осаждения гуматов проводили центрифугирование. Содержание ионов свинца контролировалось комплексонометрическим титрованием [5].

Степень извлечения металлов рассчитывали по разности исходной и остаточной концентраций, деленной на исходную концентрацию, после выражение умножали на 100%. Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

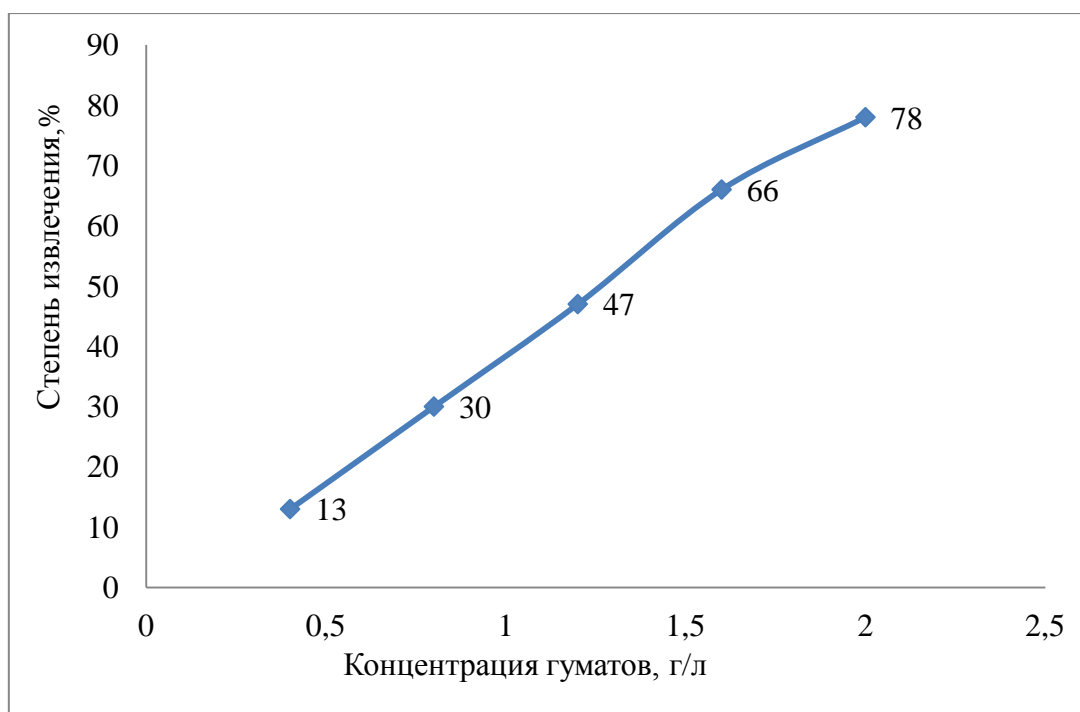


Рис. 1. Зависимость степени извлечения ионов свинца от количества гуматов для сухого внесения (исходная концентрация свинца - 0,3 г/л, время сорбции 1 час).

В результате проведенной работы установлено, что степень извлечения ионов свинца зависит от содержания гуматов в пробе. Наибольшая степень извлечения 78 % достигается при концентрации сорбентов 2 г/л.

Представленные в работе результаты исследования направлены на уменьшение воздействия неочищенных производственных сточных вод, содержащих тяжелые металлы, на окружающую среду.

Список литературы

1. Климов, Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
2. Тяжелые металлы и их соединения [Электронный ресурс] // Экология справочник. URL: <http://www.cnshb.ru/akdil/0033a/base/k009.shtm> (дата обращения 2.03.2015).
3. Перминова И.В., д.х.н. «Гуминовые вещества — вызов химикам XXI века», «Химия и жизнь».- 2008.- №1.
4. Пузырева В.М., Демичева Ю.Л. «Гуминовые вещества как природные сорбенты», «Известия Тульского Государственного университета. Науки о Земле».- 2010.- № 2.
5. Портал аналитической химии [Электронный ресурс] // URL: <http://www.chemical-analysis.ru/analiz-na-elementy/svinetc/priamoe.html> (дата обращения 20.09.2014г).



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХВОЙНЫЕ ДЕРЕВЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ТУРИСТСКО-ЭКСКУРСИОННОГО РАЙОНА ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Михальчук Я.П.

научный руководитель канд. биол. наук Пахарькова Н.В.

Сибирский федеральный университет

Вечнозеленые хвойные растения занимают особое положение в растительном мире, ввиду своей способности фотосинтезировать в течение всего года. Фотосинтетический аппарат, доминирующих в бореальной зоне хвойных растений значительную часть года испытывает неблагоприятное действие низкой температуры, нередко в сочетании с высокой инсоляцией [1,4]. Эти растения являются удобными и доступными объектами исследования. От успешности прохождения летне-осенней фотопериодической реакции во многом зависит способность растений переходить в состояние зимнего покоя и переносить низкие отрицательные температуры.

Целью данной работы является определение влияния температуры на ФА *Abies sibirica* (пихта сибирская), *Picea obovata* (ель сибирская), *Pinus sibirica* (сосна сибирская), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), произрастающих на территории туристско-экскурсионного района (ТЭР) государственного заповедника «Столбы», во время осенней фотопериодической реакции и перехода их в состояние зимнего покоя.

Природный комплекс отрогов Восточного Саяна там, где расположен заповедник, испытывает на себе возрастающее воздействие человека. Туристско-экскурсионный район (ТЭР) расположен в ближайшей к г. Красноярску части, и именно на него приходится большее рекреационное влияние. В целом, рекреационной нагрузке подвержены менее 3% всей площади заповедников [2].

Анализ параметров флуоресценции хлорофилла представляет мощный инструмент для изучения воздействия самых разнообразных экологических факторов на растительные организмы. Химические факторы и климатические условия, часто являясь ингибиторами и активаторами биоэнергетических процессов, протекающих в тилакоидах растительных клеток, способны оказывать выраженное влияние на параметры кинетики и спектральные особенности флуоресценции. Исследование кинетики флуоресценции могут дать важную информацию, касающуюся характера активности фактора внешней среды на параметры фотосинтеза - применяемую в целях экологического мониторинга, а так же в целях оценки устойчивости растений [3].

Параметры флуоресценции хлорофилла определяли с помощью флуориметра JUNIOR-PAM (Walz, Германия). Обработка результатов флуориметра осуществляется на компьютере с помощью полнофункционального программного обеспечения WinControl. Расчет величины квантового выхода ($Y(II)$), электронного транспорта (ETR) проводили по световой кривой. Данные по температуре предоставлены с метеостанции заповедника «Столбы».

Во время прохождения осенней фотопериодической реакции и подготовки к переходу в состояние зимнего покоя основным сигнальным фактором для растений является изменение длины светового дня. Однако, как свидетельствуют данные, представленные на рисунке 1, значения $Y(II)$ у хвойных в осенний период достаточно сильно зависят от температуры воздуха.



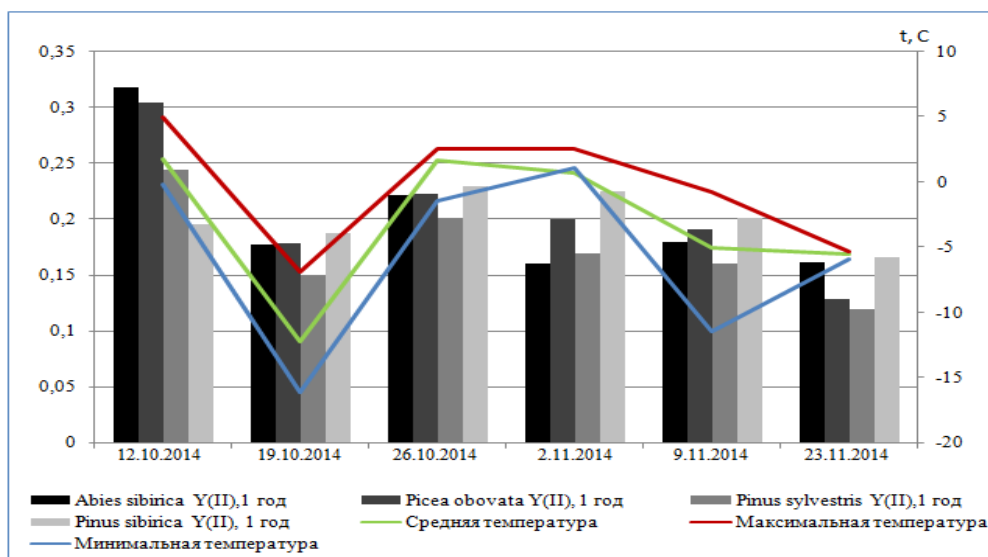


Рис. 1. Динамика величины квантового выхода $Y(II)$ хвои первого года и температуры

Наибольший коэффициент корреляции наблюдается между параметрами $Y(II)$ и максимальными температурами (в день измерения).

Таблица 1. Значение коэффициентов корреляции между $Y(II)$ хвои первого года, температурой и продолжительностью светового дня в период с октября по ноябрь 2014

Вид	Max.t и $Y(II)$	Min.t и $Y(II)$	Средняя температура и $Y(II)$	Продолжительность дня и $Y(II)$
Abies sibirica	0,64	0,51	0,4	0,72
Picea obovata	0,81	0,62	0,48	0,8
Pinus sylvestris	0,69	0,63	0,5	0,32
Pinus sibirica	0,85	0,67	0,55	0,77

Таким образом, дневные температуры являются значимым параметром в период перехода растения от состояния активной вегетации к состоянию зимнего покоя.

Так как температуры осенне-зимнего периода 2014-2015 года значительно превышают средние многолетние температуры, то полученные данные нельзя экстраполировать на более длительные временные периоды, и требуется продолжение исследований.

Библиографический список

- 1) Головки Т.К., Яцко Я.Н., Дымова О.В. Сезонные изменения состояния фотосинтетического аппарата трех бореальных видов хвойных растений в подзоне Средней тайги на Европейском северо-востоке // Хвойные бореальной зоны, 2013. Т. 31. С. 73-78
- 2) Государственный природный заповедник «Столбы». URL: <http://www.zapovednik-stolby.ru/>
- 3) Лысенко В.С., Вардуни Т.В., Соьер В.Г., Краснов В.П. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применения метода // Biological sciences/Fundamental research № 4, 2013. С. 112-120
- 4) Яцко Я.Н. Пигментный аппарат вечнозеленых растений на севере: Автореф. дис. на соискание канд. биол. наук: 03.01.05. Санкт-Петербург: Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН, 2010. 24 с.



ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УГРОЗ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЦЕНТРОВ СУБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Погорелов А. Р.

научный руководитель канд. биол. наук Пономарчук Г. И.

Дальневосточный федеральный университет

В состав Дальневосточного федерального округа входят 9 субъектов РФ, которые представлены административными центрами: Якутск (Республика Якутия (Саха)), Владивосток (Приморский край), Хабаровск (Хабаровский край), Петропавловск-Камчатский (Камчатский край), Благовещенск (Амурская область), Южно-Сахалинск (Сахалинская область), Магадан (Магаданская область), Биробиджан (Еврейская автономная область), Анадырь (Чукотский автономный округ).

В настоящей работе объектами исследования выбраны города – административные центры субъектов Дальневосточного федерального округа. Цель работы: проведение балльной оценки влияния природных, техногенных и социальных угроз на здоровье населения исследуемых городов. Информационной базой для выполнения оценки послужили литературные, статистические и картографические материалы, а также научные и информационно-аналитические публикации (в том числе электронные). Результаты выполнения работы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка влияния угроз на здоровье населения (условные обозначения в тексте)

№	Муниципальное образование	Угрозы здоровью населения													ΣΣ	%
		Природные							Техногенные		Социальные					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Владивосток	2	-	2	4	2	2	1	4	1	2	1	1	1	23	13,8
2	Хабаровск	2	-	1	2	3	1	1	4	1	2	1	1	1	20	12,0
7	Благовещенск	2	-	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	17	10,2
8	Якутск	2	-	1	4	-	2	1	4	1	1	1	-	1	18	10,8
	Биробиджан	2	-	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	17	10,2
3	Петропавловск-Камчатский	2	-	4	2	-	3	1	3	1	1	1	1	1	20	12,0
4	Южно-Сахалинск	2	-	2	2	1	2	1	4	1	1	1	1	1	19	11,4
5	Магадан	2	1	2	2	-	2	1	4	1	1	1	-	1	18	10,8
6	Анадырь	2	-	1	4	-	1	-	2	1	1	1	1	1	15	9,0
	ΣΣ	1	1	1	2	1	1	8	31	9	1	9	7	9	16	10



	8		5	4	0	5				1				7	0
%	10,8	0,6	9,0	14,4	6,0	9,0	4,8	18,6	5,4	6,6	5,4	4,2	5,4	10,0	-

В таблице представлена оценка влияния угроз (по отдельным видам) на здоровье населения. Природные угрозы: 1 – гидрометеорологические угрозы (включая сопутствующие наводнения, сильный ветер), 2 – цунами, 3 – землетрясение, 4 – дискомфортное сочетание климатических показателей, 5 – природно-очаговые заболевания (клещевой энцефалит и др.), 6 – опасные виды животных и растений, 7 – лесные пожары. Техногенные угрозы: 8 – аварии на предприятиях (прямое воздействие на здоровье), 9 – аварии, последствия которых вызывают косвенное воздействие на здоровье (выбросы и разливы ряда отравляющих и вредных веществ в атмосферу, воду и т.д.; отключение систем жизнеобеспечения). Социальные угрозы: 10 – криминал, 11 – конфликты социальные, 12 – неблагоприятные геополитически ситуации, 13 – неблагоприятные экономические ситуации (безработица, несвоевременная выплата заработной платы и т.д.).

Значение угроз выражено в баллах (от 1 до 4) по степени потенциального вреда (угрозы) здоровью: 4 – тяжелый, 3 – средний, 2 – легкий и 1 – дискомфортный (или снижение качества жизни). Один город получает рассчитанный суммированный балл (минимальный – 0, максимальный – 52).

Таким образом, на основании оценки сделаны выводы:

1) по суммарной угрозе выделяются города: Владивосток (13,8%), Хабаровск (12,0%) и Петропавловск-Камчатский (12,0%).

2) по отдельным видам угроз для всех исследуемых городов выделяются следующие: аварии на предприятиях (18,6%), дискомфортное сочетание климатических показателей (14,4%) и гидрометеорологические угрозы (10,8%).

Географическое положение Дальнего Востока России предопределило наличия муссонной циркуляции климата, которая формирует основные типы синоптических процессов и закономерности формирования климата [1]. В свою очередь муссонная циркуляция, а также контактное положение и природные особенности региона, создают основу для образования гидрометеорологических угроз. Данные угрозы представлены тайфунами и их последствиями, наносящими значительный ущерб не только социально-экономическому развитию, но и здоровью населения.

Для городов, выделяющихся по суммарной угрозе (Владивосток, Хабаровск и Петропавловск-Камчатский), характерно сочетание отдельных климатических показателей. Оптимальными для человека считаются условия, при которых влажность составляет около 60%, а температура 24°C [3]. В частности, для Владивостока типичны высокие температура и влажность (достигающие летом температуры до 25-30°C и влажностью до 80-90%), которые вызывают значительный дискомфорт или обострение различных патологий дыхательной, сердечно-сосудистых систем. Также в некоторых случаях могут вызываться тепловые удары, а также психологический дискомфорт.

Рассматриваемые в данной работе города являются крупными промышленными центрами в субъектах Дальневосточного федерального округа. Среди основных видов экономической деятельности повсеместно представлено производство и распределение электроэнергии [2]. Также представлены другие производства и различные системы, обеспечивающие городское жизнеобеспечение. Аварии на предприятиях могут вызвать прямое воздействие на здоровье населения (прежде всего профессиональных групп), выраженных различными травмах, получением острых заболеваний и других патологиях.



Список литературы

1. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты / колл. авторов; отв. ред. С.С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 428 с.
2. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков. Т. 2. Территориальные социально-экономические структуры / колл. авторов; отв. ред. П.Я. Бакланов, М.Т. Романов. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 364 с.
3. Кучер, Т.В. Медицинская география / Кучер Т.В., Колпащикова И.Ф. – М.: Просвещение, 1996. – 160 с.



ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Попов Дмитрий Сергеевич
Сибирский федеральный университет

Атмосферный воздух является самой жизнеобеспечивающей природной средой, наиболее подвижной, химически агрессивной и всепроникающей, оказывающей влияние на все составляющие биосферы.

Неблагоприятное состояние атмосферного воздуха сказывается не только на здоровье людей, но и на состоянии всей биоты в целом. В Законе «Об охране атмосферного воздуха» предусматривается об установлении нормативов предельно загрязняющих веществ в атмосфере. Такие нормативы устанавливаются для большого количества химических веществ.

В Красноярске наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся на стационарных постах : «Красноярск-Северный», «Красноярск-Березовка», «Красноярск-Солнечный», «Красноярск-Черемушки», «Красноярск-Кубеково» и «Ачинск-Юго-Восточный», посредством непрерывной регистрации массовых концентраций оксида углерода, диоксида серы, оксида и диоксида азота, взвешенных веществ с использованием автоматических газоанализаторов.

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха были использованы данные наблюдений КГБУ ЦРМПиОО, опубликованные на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Красноярского края. Краевое государственное бюджетное учреждение. «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» в период с октября 2014г. по март 2015г.

За анализируемый период на всех стационарных постах отмечались превышения ПДК практически по всем измеряемым веществам за исключением диоксида серы (табл.1).

Таблица 1. Превышение ПДК, зарегистрированные на стационарных постах (октябрь 2014 г. – март 2015 г.).

Пункт наблюдения	Количество превышений				
	Взвешенные вещества	Диоксид серы	Диоксид азота	Оксид азота	Оксид углерода
Ачинск-Юго-Восточный	18	0	31	2	0
Красноярск-Березовка	14	0	27	3	0
Красноярск-Кубеково	18	0	13	5	0
Красноярск-Северный	14	0	30	17	5
Красноярск-Солнечный	6	0	6	14	1
Красноярск-Черемушки	26	0	36	16	3

Максимальное количество превышений ПДК отмечено на постах «Красноярск-Северный» и «Красноярск-Черемушки».



Наибольшие концентрации оксида углерода, за исследуемый период отмечались на постах «Красноярск-Северный» и «Красноярск-Черемушки», диоксида азота на постах «Красноярск-Кубеково» и «Красноярск-Березовка» (рис.1).

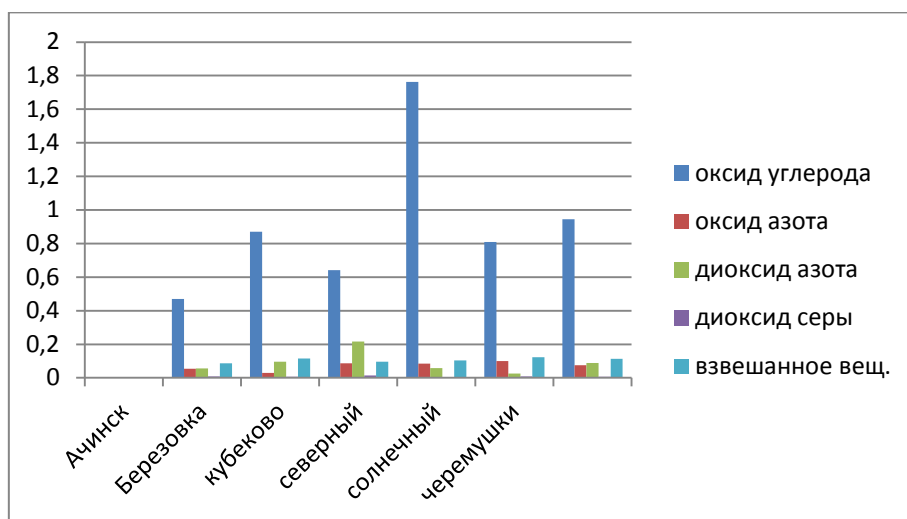


Рис.1. Средние показатели загрязнения на постах наблюдения.

Был проведен однофакторный дисперсионный анализ, в качестве фактора рассматривалось положение поста наблюдений. По результатам однофакторного дисперсионного анализа не выявлено достоверных различий между показаниями по концентрациям оксида азота и взвешенными веществами. По концентрациям: диоксида серы влияние фактора 0,76; диоксида азота – 0,88; оксида углерода – 0,73. Что свидетельствует о различии в загрязнении атмосферного воздуха в различных районах города.

Для оценки общего состояния атмосферного воздуха г. Красноярска необходимо увеличение стационарных постов наблюдений, их правильное размещение и использование передвижной лаборатории.

**ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНО-ВОДОРОДНОГО
ТОПЛИВА НА НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**
Попов М.В.¹, Першина Д.А.¹, Курмашов П.Б.¹, Плют О.К.¹
научный руководитель: д-р техн. наук Кувшинов Г.Г.²
¹Новосибирский государственный технический университет
²Сочинский государственный университет

Экономические и экологические вызовы способствуют развитию технологий, касающихся, в том числе, переработки природного газа. Наиболее целесообразным видом переработки природного газа, является его переработка в водород. Однако в результате неполной реакции, образуется смесь водорода и непрореагировавшего метана – метано-водородная смесь (МВС). Данную смесь можно использовать в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, работающих на газообразном топливе, а также в ЖКХ. За счет скорости горения топлива, за счет более высокой теплотворной способности, по сравнению с природным газом, при горении выделяется меньше вредных выбросов, при этом увеличивается КПД двигателя: для развития той же мощности необходимо сжигать меньше топлива, или при том же потреблении мощность должна возрастать.

Есть несколько способов получения МВС, например, такие как паровая конверсия метана или же каталитический пиролиз метана. Все эти способы имеют свои весомые достоинства и недостатки, однако с точки зрения экономической эффективности и простоты процесса, наиболее перспективным методом получения МВС является каталитическое разложение метана. В результате химической реакции $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$, происходящей на катализаторе, образуется водород и углерод, представляющий собой углеродные нановолокна (НВУ) [1-3]. НВУ может использоваться в дальнейшем в качестве носителя катализатора, может использоваться самостоятельно, в частности, в качестве катализатора селективного окисления сероводорода в серу [4]. Однако существенным недостатком данного процесса получения МВС и НВУ, является низкое время жизни катализатора, за счет быстрого зауглероживания его поверхности.

Цель данной работы - поиск оптимальных условий проведения экспериментов с целью увеличения удельных выходов углерода и водорода за время до полной дезактивации катализатора.

Эксперименты проводили в проточной каталитической установке AutoclaveEngineers BTRS-Jn (рис.1). Удельный расход газа в каждом эксперименте составлял 90 л/(час·г_{кат}).

Катализаторы представляли собой нанесенные оксиды металлов на оксид алюминия. Составы катализаторов: 90 масс.%

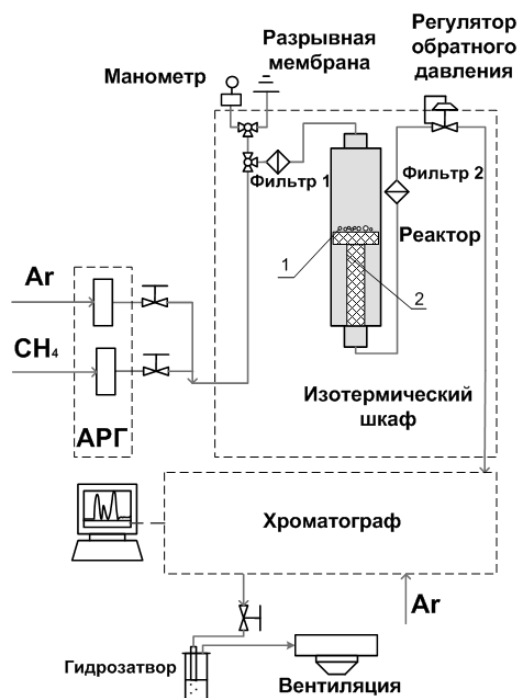


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки:

1 – слой катализатора, 2 - кварцевая подложка.

Ni/10 масс.%Al₂O₃и 82 Ni масс.%-8Cu масс.%/10 масс.% Al₂O₃.Применялись различные методы приготовления катализаторов на основе темплатного синтеза.

Способ №1. К заданной навеске геля псевдобемита добавляли концентрированную азотную кислоту при постоянном перемешивании. Далее добавляли навеску соли Ni(NO₃)₂•6H₂O, растирали до получения однородной массы. После этого к пасте добавляли заданную навеску соли Cu(NO₃)₂•3H₂O и вновь растирали до получения однородной пасты. К этой пасте добавляли концентрированный раствор аммиака. Полученную пасту в керамической чашке помещали в муфельную печь и прокаливали.

Способ №2. На первой стадии производилось тщательное перемешивание соответствующих по массе навесок соли Ni(NO₃)₂•6H₂O, Cu(NO₃)₂•3H₂O и Al(NO₃)₃•9H₂O, затем осуществлялся нагрев смеси. После удаления связанной воды в смесь добавляли сухое горючее (CH₂)₆N₄. Полученную после тщательного перемешивания смесь прокаливали в муфельной печи.

Результаты экспериментов показали, что время работы до полной дезактивации катализатора, приготовленного по способу 1, значительно превосходит время работы катализатора, синтезированного первым способом (40 часов и 20 часов, соответственно).

На этапе предварительных экспериментов были синтезированы также катализаторы, как мы представляем, более перспективные по сравнению с катализаторами, приготовленные способами 1 и 2.

Способ №3. В керамическую чашку засыпали заданную навеску НВУ, полученного на катализаторе, приготовленном по способу №1, и прокаливали в муфельной печи при температуре 600°С. Далее в дистиллированной воде растворяли навески кристаллогидратов солей никеля и меди в пересчете на металлические никель и медь. Потом проводилась осаждение водного раствора кристаллогидратов солей никеля и меди на НВУ. НВУ представляет собой высокопористый углеродный материал с большой удельной поверхностью, следовательно, соли металлов и НВУ образовывали единую матрицу. После тщательного удаления избытков влаги из межгранульного пространства, пропитанный носитель выгружался и помещался в сушильный шкаф. Высушенный катализатор прокаливали при 350°С. Далее катализатор восстанавливался в потоке водорода при температуре 350°С.

Таким образом, показана высокоэффективная технология получения метано-водородного топлива и нановолокнистого углерода, разработаны и синтезированы катализаторы для данного процесса.

Список литературы

1. Kuvshinov G.G. Environmentally sound nontraditional processing of hydrocarbon energy carriers to produce and use hydrogen. // Proc. of The Third Int. Conf. on New Energy Systems and Conversions, September, 8-13, 1997, Kazan, Russia
2. Kuvshinov G.G., Parmon V.N., Sadykov V.A., Sobyenin V.A. New catalysts and catalytic processes to produce hydrogen and syngas from natural gas and other light hydrocarbons. // Studies in Surface Science and Catalysis, 1998, Vol. 119. p. 677
3. Пат. 2064889. РФ. Способ получения водорода и углеродного материала / Л.Б. Авдеева, О.В. Гончарова, Г.Г. Кувшинов и др. // Оpubл. 1996.
4. Shinkarev V.V., Glushenkov A.M., Kuvshinov D.G. and Kuvshinov G.G.. New effective catalysts based on mesoporous nanofibrous carbon for selective oxidation of hydrogen sulfide. // Applied Catalysis B: Environmental, -2009. –V. 85. –P. 180–191



АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ДОНОСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ КОМПАНИЯ» НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Свечникова К.Ю.

научный руководитель к.т.н., доц. Самарская Н.С.

Ростовский государственный университет

Быстрое развитие промышленности, энергетики, транспорта, добыча газа, приводящее к резкому ухудшению качества окружающей среды, поставили перед человечеством острую проблему ее охраны. Охрана воздуха — ключевая проблема оздоровления окружающей природной среды. Атмосферный воздух занимает особое положение среди других компонентов биосферы. [1] Значение его для всего живого на Земле невозможно переоценить. Человек может находиться без пищи пять недель, без воды — пять дней, а без воздуха всего лишь пять минут. При этом воздух должен иметь определенную чистоту и любое отклонение от нормы опасно для здоровья.

Одним из загрязнителей атмосферы являются котельные, сжигающие органическое топливо. Котельные подразделяются:

1. По типу размещения

- Блочно-модульные. Этот вид котельных становится все более популярным в России в последние годы благодаря множеству преимуществ в сравнении со стационарными котельными: быстрые сроки монтажа и пуска в эксплуатацию, заводская готовность модулей, возможность увеличения мощности за счет добавления блоков, автономность работы, высокий КПД, мобильность. В зависимости от места размещения блочно-модульные котельные могут быть отдельностоящими, пристроенными, встроенными, крышными, подвальными.

- Стационарные. Стационарные котельные, как правило, строятся, когда требуемая мощность превышает 30 МВт либо строительство блочно-модульной котельной по каким-то причинам невозможно. Стационарные котельные отличает капитальный характер строительства (фундаменты, стены и перегородки, кровля). Монтаж оборудования выполняется на месте.

2. По типу теплоносителя

- Паровые. В такой котельной теплоносителем является пар, который используется преимущественно для обеспечения производственных процессов на промышленных предприятиях.

- Водогрейные. Этот вид котельных предназначен для отопления и горячего водоснабжения жилых зданий, промышленных и коммунальных объектов. Теплоносителем является вода, нагреваемая до +95 +115 °С.

- Комбинированные. В таких котельных размещаются как паровые, так и водогрейные котлы. Горячая вода используется для покрытия нагрузки на горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию, а пар поступает для обеспечения технологических нужд предприятия.

- На диатермическом масле. В этой котельной в качестве теплоносителя используются органические высокотемпературные жидкости, температура которых может достигать +300 °С.

3. По виду топлива подразделяются на:

- Газовые. Преимущество такого типа котельных заключается в том, что газ — один из самых экономичных и экологичных видов топлива. Газовые котельные не



требуют сложного и громоздкого оборудования топливоподачи и шлакоудаления и могут быть полностью автоматизированы.

- Жидкотопливные. Эти котельные могут работать на отработанном масле, мазуте, дизельном топливе, нефти. Они достаточно быстро вводятся в эксплуатацию, не требуют специальных разрешений, согласования подключения, получения лимитов на газ (в отличие от газовых).

- Твердотопливные. К твердому топливу относится уголь, торф, дрова, брикеты из отходов лесопереработки и сельского хозяйства. Преимуществом этого вида котельных является доступность и низкая цена топлива, но требуется установка систем топливоподачи и золошлакоудаления. [2]

Самым распространенным на сегодняшний день топливом в быту является природный газ. При помощи него мы в отапливаем свои дома и подогреваем воду. Но горение газа в разных газовых котлах и колонках может сильно отличаться, ведь на процесс горения очень сильно влияет давление газа в трубе, атмосферное давление, состав и чистота самого газа. Главными проблемами при сжигании газа является загрязнение окружающей среды окислами азота, оксидами серы, оксидами углерода и даже бензапиреном.

Одной из таких котельных является котельная Общество с ограниченной ответственностью «Донреко» в г. Белая Калитва Ростовской области. В качестве топлива для котельной принимается природный газ. Для отопления и горячего водоснабжения используется газовый котел «КСВ-2.0». Котельная расположена в северо-западном углу площадки предприятия. В котельной установлено 2 котла (1 – рабочий, 1 – резервный). Мощность каждого котла составляет 2 МВт. Режим работы 24 часа в день, 360 дней в году. Дымовая труба высотой 20 метров, диаметром 450 мм. Общий расход природного газа – 260 тыс. м³ в год, 155 м³ в день.

В процессе работы котла в атмосферу выбрасываются следующие вещества: азота диоксид – 0,976 т/год, азота оксид – 0,158 т/год, сера диоксид – 0,388 т/год, углерод оксид – 4,385 т/год и бенз(а)пирен – 0,00000036 т/год [3].

Основная задача этой котельной снабжение «Донской региональной компании» г. Белая Калитва теплом. Город Белая Калитва является небольшим городом, и котельная, осуществляя свою деятельность, оказывает негативное воздействие на воздушный бассейн всей его территории.



ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ СРЕДНЕГОРНО-ТАЕЖНОГО ПОЯСА ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Сенченко У.И.

научный руководитель канд. биол. наук, доцент Шабалина О.М.

Сибирский федеральный университет

Заповедные территории призваны служить эталоном биологического разнообразия региона. Заповедник «Столбы» был организован в 1925 году южнее г. Красноярск, расположен в системе хребтов Восточного Саяна.

В Положении о заповеднике закреплено исторически сложившееся разделение его территории на три зоны с различным режимом использования и охраны – открытая для посещений, буферная зона и зона строгого заповедного режима.

В формировании современного облика территории сыграли роль пожары, в первой половине нашего века охватившие значительную часть территории заповедника. По долинам рек Калтат и Б. Слизнева эти пожарища не заросли до настоящего времени и представляют собой каменистые россыпи, покрытые чахлым осинником и кустарниками. Следов ожогов на деревьях нет только на Кайдынском хребте и в верховьях рек Малый и Большой Инжул. Сейчас пожары, как правило, локализованы. Практически все они сосредоточены в туристско-экскурсионном районе и возникают по вине туристов (Кнорре и др, 2011)

Растительный покров заповедника является переходным звеном от лесостепной растительности Красноярской котловины к горно-таежным лесам Восточного Саяна. В растительности здесь представлены два высотных пояса: низкогорный светлохвойный подтаежный в высотных пределах 200–400 (500) м н. у. м. и среднегорно-таежный темнохвойный с высотами 450-800 м. Наибольшие площади в заповеднике заняты сосняками и пихтарниками.

В середине XX века в фитоценологии возникли представления об эколого-ценотических группах видов, отражающих с одной стороны их экологическую близость, с другой стороны современное обитание в созданной эдификатором ценотической среде. В лесных ассоциациях, где эдификатором является древесная порода, кустарничковые и травянистые виды выступают в качестве фитоценотических типов низших рангов (Буторина, 1963).

За прошедшие годы было создано большое количество региональных классификаций эколого-ценотических групп. В Красноярском крае первую классификацию эколого-ценотической структуры создала Т.Н. Буторина (1963), анализируя растительный покров заповедника «Столбы».

В настоящее время исследование эколого-ценотические структуры лесов широко используется для оценки разнообразия микроместообитаний и определения сукцессионного этапа развития сообществ. (Кнорре и др, 2011)

Целью исследования было изучение эколого-ценотической структуры сосняков и пихтарников в среднегорно-таежном поясе заповедника «Столбы».

Объектами исследования послужили сосновые (ПП1, ПП7) и пихтовые (ПП8) фитоценозы произрастающие в среднегорной части заповедника «Столбы».

ПП8. Пихтарник с кедром и елью осочково-мелкотравный.

Древостой разреженный, сомкнутостью 0,5, образован пихтой (*Abies sibirica* Ledeb.) с участием кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) и ели (*Picea obovata* Ledeb.). Единично встречаются сосна (*P. sylvestris* L.) и береза (*Betula pubescens* Ehrh). Формула древостоя 8П1К1Е+С+Б. В составе ценопопуляции пихты много усыхающих особей.



ПП7. Сосняк кустарничково-зеленомошный.

Древостой монодоминантный, представлен сосной с кедром и лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.). Единично отмечены пихта (*Abies sibirica*), осина (*Populus tremula*), ель, береза (*Betula pubescens*). Формула древостоя 10С+К+Л. Сомкнутость крон 0,6-0,7.

ПП1. Сосняк разнотравно-осочково-зеленомошный.

Древостой образован сосной с незначительной долей лиственницы и примесью темнохвойных пород и березы. Формула древостоя 9С1Л+П. сомкнутость 0,5-0,6.

Подлесок хорошо развитый, многовидовой. Включает спирею среднюю, рябину, кизильник черноплодный, малину, шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.).

Определялся видовой состав живого напочвенного покрова и проективное покрытие каждого вида в процентах и по шкале Браун-Бланке. Латинские названия сосудистых растений приведены по сводке «Флора Сибири» (1987-1997), мхов – по работе Игнатова и Игнатовой (2004).

Для анализа эколого-ценотической структуры сообществ все виды сосудистых растений травяно-кустарничкового яруса были разделены на следующие эколого-ценотические группы (ЭЦГ); бореальная (кустарнички и вечнозеленые травы); бореальные мелкие и средние травы; бореальные крупные травы; группа осочки; неморальная группа; лугово-опушечная группа; крупные папоротники; боровая группа.

Присутствие видов разных эколого-ценотических групп в составе сообщества свидетельствует о развитой горизонтальной структуре сообществ, которая складывается на поздних стадиях сукцессии.

Эколого-ценотический спектр сосняка кустарничково-зеленомошного (ПП7) и пихтарника с кедром и елью осочково-мелкотравного (ПП8) включает все эколого-ценотические группы кроме неморальных (рис. 1).

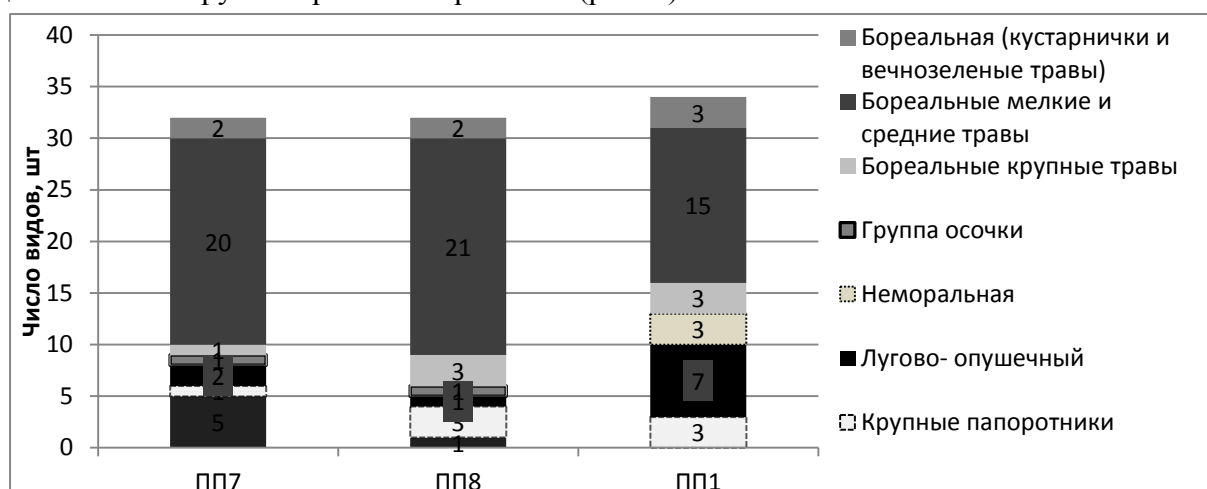


Рис. 1. Эколого-ценотическая структура сообществ (по числу видов, шт.)

Основу эколого-ценотической структуры этих сообществ составляет группа бореальных мелких и средних трав, характерная в целом для бореальных лесов. Доля этой ЭЦГ в составе сообществ достигает 63-66%. В то же время в сосняке (ПП7), имеющем послепожарный характер, на что указывают угли обнаруженные в профиле, как и следует ожидать, выше доля боровой эколого-ценотической группы (*Dianthus superbus* L., *Luzula pilosa* (L.) Wild, *Antennaria dioica* (L.) Gaertn). Боровые виды являются олиготрофными светолюбивыми видами с различным отношением к влаге, экоценотический ареал – ассоциации сосновых суборей и светлохвойных лесов на свежих и суховатых местообитаниях.

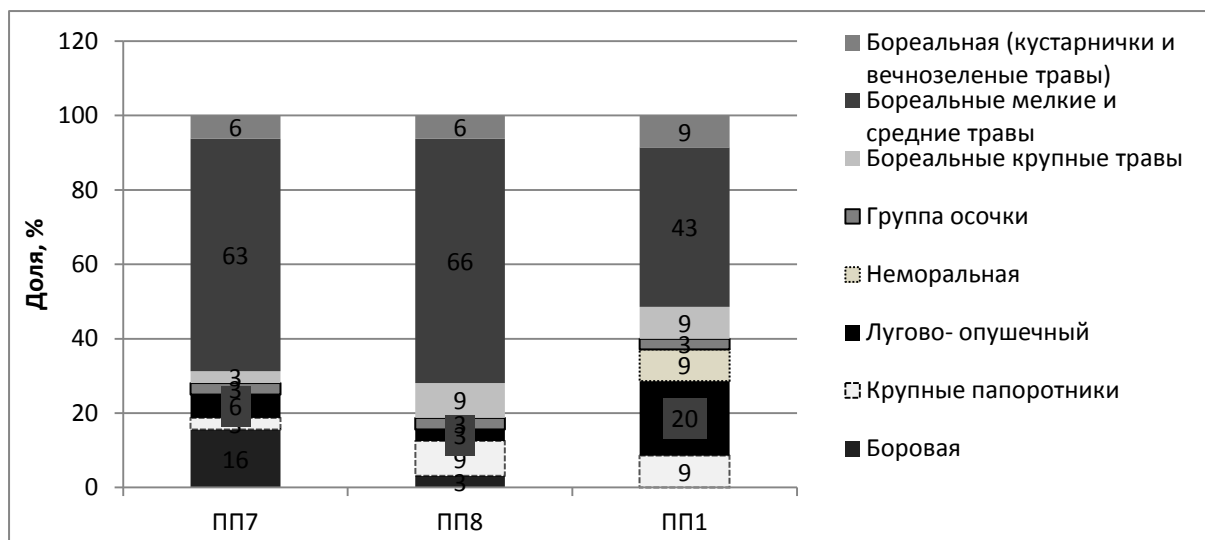


Рис.2. Эколого-ценотическая структура сообществ (%)

В составе пихтарника (ПП8) по сравнению с сосняком (ПП7) значительно выше (9%) доля крупнотравной ЭЦГ (наилучшего развития достигают в ассоциациях богатых и влажных местообитаний, уменьшая свою фитоценотическую роль как при меньшем, так и при избыточном увлажнении.) и крупных папоротников (рис.2).

Присутствие крупнотравья и крупных папоротников в эколого-ценотическом спектре указывает на поздний сукцессионный характер сообщества в горизонтальной структуре которых формируются окна на месте усыхающих и выпадающих из состава древостоя пихт. Создающих микроместообитания для других видов.

В эколого-ценотической структуре сообщества сосняка разнотравно-осочково-зеленомошного также присутствует 7 эколого-ценотических групп, однако здесь полностью отсутствует группа боровых видов, но имеются представители неморальных видов (*Milium effusum* L.; *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem.). Несколько ниже доля видов бореальных мелких и средних трав (43%), зато существенно больше видов лугово-опушечной эколого-ценотической группы – 20 % (рис. 2).

Характерно, что в эколого-ценотическом спектре данного сообщества также велико присутствие ЭЦГ бореального крупнотравья и крупных папоротников, что сближает это сообщество с пихтарником.

Список литературы

1. Буторина Т.Н. Эколого-ценотический анализ кустарничково-травяного яруса лесных ассоциаций / Т.Н. Буторина // Типы лесов Сибири. М.: изд-во АН СССР, 1963.
2. А.В. Кнорре, А.Н. Зырянов, Е.Б. Андреева, В.В. Штаркер, Т.Н. Буторина, Е.А. Крутовская, Г.В. Кельберг, Д.М. Полушкин, И.К. Погонина, Р.А. Коловский. Государственный природный Заповедник «Столбы». Растительность, 2011//<http://www.zapovednik-stolby.ru/doc.php?id=10477>

ДИНАМИКА ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ ЭВЕНКИИ И ЯКУТИИ В СОВРЕМЕННЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Скоробогатова А.С.

научный руководитель канд. техн. наук Пономарев Е. И.

Сибирский федеральный университет

На территории Сибири ежегодно фиксируется большое количество лесных пожаров. Особенно остро вопрос стоит в труднодоступных регионах, таких как Эвенкия и Якутия, где практически не работает система наземного и авиационного мониторинга лесных пожаров. Сегодня большая часть бореальных лесов России относится к зоне спутникового мониторинга. Таким образом, необходимо иметь количественные оценки динамики горимости, как важнейшего фактора экологического состояния лесов северных территорий.

Цель работы – оценить динамику горимости лесов в Эвенкии и Якутии, проводя комплексный анализ метеорологических параметров в период с мая по сентябрь 2012 – 2014 гг.

В работе представлены результаты анализа горимости лиственничных лесов, находящихся на территории Средне-сибирского плоскогорного таежного лесного района и Восточно-сибирского мерзлотнтаежного района, где одним из преобладающих видов древесных растений является лиственница, которая в силу особенностей строения корневой системы, приспособлена для произрастания в условиях многолетней мерзлоты. По данным многолетних спутниковых наблюдений пожары в лиственничниках составляют $7,2 \pm 2,4\%$ от общего количества регистрируемых в условиях Центральной Сибири пожаров. Однако в отдельные годы экстремальной горимости этот показатель существенно возрастает. Так в 1996, 1999, 2006 и 2012 годах в лиственничниках регистрировалось 21 — 45 % от общего числа пожаров данного региона ^[1].



В процессе выполнения работы проанализировано 3 пожароопасных сезона. Для этого были использованы открытые данные банка Росгидромета за период с 1 мая по 30 сентябрь за 2012, 2013, 2014 годы для мст. Якутск (Якутия) и мст. Тура (Эвенкия) по метеорологическим элементам, характеризующих погодные условия в пожароопасные периоды: температура воздуха (t), дефицит точки росы (t_j), влажность воздуха, %, количество осадков за сутки, мм. ^[2] Данные о пожарах были получены из базы данных Института леса, собранные на основе результатов спутникового мониторинга.

Был проведен геоинформационный (ГИС) анализ данных, сопряженный с анализом динамики погодных факторов, восстановлены ряды показателя пожарной опасности по условиям погоды ПВ-1 и гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК). Анализ и сравнение использованных данных позволили дать оценку отличий в режимах возникновения пожаров в лесах Эвенкии и Якутии.

После обработки исходной информации, получены необходимые для дальнейшего исследования данные.

Произведено сравнение хода максимальной суточной температуры воздуха по мст. Тура и мст. Якутск за каждый год.

Наиболее экстремальным в плане погоды следует считать 2012 год, так как условия для возникновения пожаров в Якутии наступили значительно раньше (примерно на месяц), чем в Эвенкии, где в мае неоднократно наблюдались возвраты отрицательных температур, а также значительные различия в ходе температур и в мае, и в июне. В целом за период май – сентябрь зафиксирована наибольшая разница суммарных положительных температур по метеостанциям, которая составила 450 °С (с преобладанием в Якутии).

Это подтверждается и тем, что число пожаров, зафиксированных в Якутии (672) в 1,5 раза больше, чем числом пожаров в Эвенкии (447) на выбранных территориях.

В другие годы более существенных различий в погодных условиях не зафиксировано. Однако, общий температурный фон, выраженный суммой положительных температур, в Якутии всегда выше. Разница температуры по метеостанциям Якутск и Тура в 2014 году составила всего 210 °С, что в 1,5-2 раза меньше, чем в 2012 и 2013 годах.

Несмотря на это количество пожаров в Якутии в 2014 году в 7,3 раза больше, чем в Эвенкии, что позволяет сделать вывод, о том, что возникновение пожаров в лесах на конкретных территориях зависит не только от температурного режима, но и от иных факторов.

В качестве такого фактора были рассмотрены осадки, выпадающие в периоды возникновения пожаров: чем меньше осадков, выпавших в пожароопасный период, тем больше число пожаров. Сравнение за трехлетний период показывает, что влияние температуры и осадков также, не полностью отвечают на вопрос, почему в 2014 году при практически одинаковых температурах и осадках количество пожаров на лесных участках Якутии в 7 раз больше, чем в лесах Эвенкии.

Анализ данной ситуации показывает, что недостаточно учитывать температурный режим и осадки только в пожароопасный период. В связи с этим дополнительно рассмотрено предшествующее пожароопасному сезону увлажнение поверхности, почвы. Так как отсутствуют конкретные данные по их увлажненности, то в качестве косвенной доступной характеристики использованы осадки за год в целом, а также данные по средней и максимальной высоте снежного покрова за 2012, 2013, 2014 годы (Таблица).

Динамика показателей метеорологических данных, количества пожаров и их площади на лесных территориях Эвенкии и Якутии за 2012-2014г.г.

Показатель	2012		2013		2014	
	мст. Тура	мст. Якутск	мст. Тура	мст. Якутск	мст. Тура	мст. Якутск
Количество пожаров	447	672	477	1001	124	904
Площадь пожаров, тыс. га	1595	2289	1904	1797	479	4212



Сумма положительных t, °С	1772	2223	1617	1921	2060	2295
Осадки за май-сентябрь, мм	182	123,6	310	237	182,1	191,3
Дополнительные факторы						
Осадки за год, мм	274	211	360	309	356	238
Средняя высота снежного покрова, см	24,4	25,8	27,8	22,8	35,9	21,9
Максимальная высота снежного покрова, см	39	38	46	32	63	37
Дата схода снежного покрова	27.05	30.04	05.05	23.04	24.05	20.04

Данные этой таблицы свидетельствуют, что степень увлажненности территории перед началом пожароопасного периода при прочих равных условиях, повлияла на возникновение в 2014 году большего количества пожаров в лесах Якутии, чем в Эвенкии.

В этом году выявлены следующие отличительные факторы: годовые осадки в Якутии (238 мм) в 1,5 раза меньше, чем в Эвенкии (356 мм); средняя высота снежного покрова в Якутии (21,9 см) также в 1,5 раза меньше, чем в Эвенкии (35,9 мм); максимальная высота снежного покрова в Якутии (37 см) в 1,7 раза меньше, чем в Эвенкии (63 см); сход снежного покрова в Якутии произошел существенно раньше (20.04), чем в Эвенкии (24.05).

За указанный период рассчитаны показатели пожарной опасности по условиям погоды (ПВ-1) и гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) ^[5]. Их динамика, представленная на рисунках 1-4, подтверждает, что пожароопасность в Эвенкии в 2012 году в начале периода была самая низкая за трехлетний период, достигнув наибольшего своего значения во второй половине пожароопасного периода этого же года. В то же время в Якутии отмечается чрезвычайно высокая пожароопасность как в 2012, так и в 2014 году. При этом фиксируется абсолютная синхронность в наступлении пиков, которая нарушилась только в первой декаде июля, по видимому, из-за наибольшей разницы в значениях гидротермических коэффициентов, определяемых соотношением тепла и осадков (рис.4).

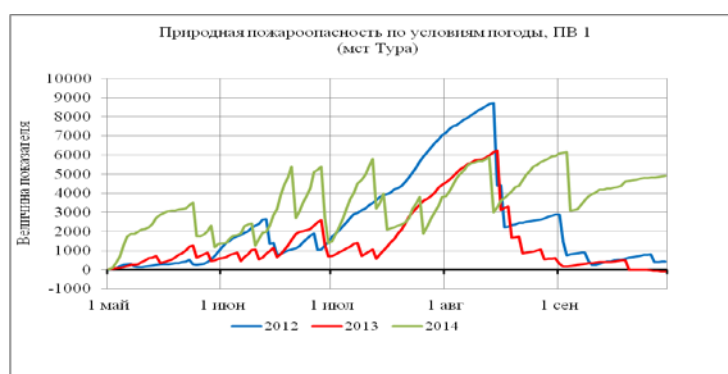


Рис.1.



Рис.2



Рис.3



Рис.4

В качестве основных результатов работы можно сделать вывод о том, что особенности метеопказателей в Эвенкии и Якутии оказывают влияние на горимость лесов в рассмотренных регионах. Такие факторы как соотношение тепла и влаги, выраженные температурой воздуха, осадками, предшествующим пожароопасному периоду увлажнением территории, высота снежного покрова и дата его схода определяют природную пожароопасность и горимость леса. Часть названных исходных данных можно использовать для предварительной оценки пожароопасного сезона.

Список литературы

1. Харук В.И., Пономарев Е.И. Мониторинг пожаров в лиственничниках Центральной Сибири (по материалам дистанционных и наземных наблюдений) // Мат. межд. конф. «Современное состояние и перспективы охраны лесов в системе устойчивого развития», Беларусь, Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 9-11 октября 2013. – с. 45 – 48.
2. Архивные данные метеостанций с метеорологического сайта <http://rp5.ru/>
3. Атлас Красноярского края и Республики Хакассия / под ред. Исаева А.С., Мальцева Ю.М, Семенова В.Н. – Роскартография, 1994. – 84 с.
4. Исаченко, А.Г. Карта ландшафтов СССР: м. 1:4000000/ под ред. Исаченко А.Г. –М: ГУГК, 1988. – том 96.
5. Приказ Рослесхоза от 5 июля 2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».



ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РОСТ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ТОКСИКАНТАМ ВОДРОСЛИ *DUNALIELLA* *TERTIOLECTA*

Тарасова А.Н.

научный руководитель канд. биол. наук Стравинскене Е.С.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время для оценки загрязненности морских вод широко применяются методы биотестирования. Биотестирование – это использование для мониторинга окружающей среды организмов или совокупности организмов, у которых содержание определенных элементов или соединений, а также морфологическая, гистологическая или клеточная структура, метаболические и биохимические процессы, поведение и популяционная организация позволяют дать количественную оценку качества окружающей среды или изменений этой среды [1]. В качестве тест-объектов выбирают наиболее чувствительные к исследуемым загрязнителям организмы. Для биотестирования морских вод используют такие одноклеточные водоросли как *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, и в меньшей степени *Dunaliella tertiolecta* Butcher [2, 3, 4].

Процесс активного внедрения биологических методов, наблюдающийся в последние годы во многих лабораториях РФ, требует их стандартизации и унифицирования. В 2014 году в России введен межгосударственный стандарт (основанный на международном стандарте ISO), касающийся биотестирования качества морских и сточных вод на одноклеточных водорослях [2]. Вместе с тем существует необходимость создания более оперативной и менее трудоемкой методики биотестирования морских вод. В целом создание такой методики предусматривает следующие этапы:

1. Выявление оптимальных условий культивирования тест-объекта: оптимальное содержание питательных элементов в среде культивирования; диапазон толерантности тест-объекта к солёности; оптимальная температура культивирования; оптимальное освещение.

2. Оценка возможностей повышения чувствительности тест-объекта к токсикантам: определение минимальной плотности засева; определение минимально допустимого содержания макроэлементов.

3. Оценка возможностей повышения оперативности биотеста: пути сокращения длительности биотестирования; пути упрощения схемы биотестирования.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния состава питательной среды на рост и чувствительность к токсикантам морской одноклеточной водоросли *Dunaliella tertiolecta*.

Систематическая принадлежность используемого вида водоросли следующая: Отдел *Chlorophyta*, Класс *Chlorophyceae*, Порядок *Volvocales*, Семейство *Dunaliellaceae*, Род *Dunaliella*, Вид *Dunaliella tertiolecta*. Род *Dunaliella* представляет собой одноклеточные зеленые водоросли с двумя жгутиками. Клеточная оболочка отсутствует, поэтому клетки водоросли могут легко менять свою форму. Типичная форма клеток радиально-симметричная. Хлоропласт один, в основном чашевидный или блюдцевидный [1].

Культура водоросли *Dunaliella tertiolecta* выращивалась на среде Гольдберга на основе искусственной морской воды с минерализацией 20‰. Для этого использовалась морская соль марки «Aqukraft». Среда и растворы солей и микроэлементов готовились



на дистиллированной воде. Состав питательной среды Гольдберга приведен в Таблице 1.

Таблица 1. Состав среды Гольдберга.

Реактив	Количество реактива (мг) в 1дм ³ морской воды
KNO ₃	202
NaH ₂ PO ₄ × 2 H ₂ O	38
MnCl ₂ × 4H ₂ O	4
CoCl ₂ × 6H ₂ O	4
FeCl ₃ × 6H ₂ O	6

При выращивании культуры водоросли условия были приближены к таковым, описанным для водорослей *Phaeodactylum tricornerutum* и *Skeletonema costatum* в стандарте ГОСТ 31960-2012 [2]. Для поддержания необходимой температуры (22,5 °С) и оптимального уровня освещения (60 Вт/м²) использовался климатостат В-3. Суспензия водоросли культивировалась в стеклянных флаконах, помещенных во вращающуюся кассету прибора УЭР-03. Оценка прироста культуры водоросли производилась через 72 часа после засева посредством измерения оптической плотности суспензии клеток на приборе ИПС-03. Все используемое в работе оборудование разработано в СФУ.

Стандартизация биотеста предполагает использование питательной среды идентичного состава для выращивания водорослей. Согласно стандарту ГОСТ 31960-2012 [2] допускается готовить искусственную морскую воду, используя готовую морскую соль. Однако качество готовых морских солей, поступающих в продажу, достаточно сильно варьирует, что может в итоге сказаться на воспроизводимости результатов биотестирования. Одним из путей решения данной проблемы может являться замена части морской соли химически чистым реактивом NaCl. Для оценки приемлемости такого подхода была проведена серия опытов по выращиванию культуры водоросли дуналиелла в питательной среде Гольдберга с различными соотношениями морской соли и NaCl (рис. 1). Результаты эксперимента показали, что при увеличении доли NaCl в среде более чем на 50% наблюдается достоверное уменьшение прироста водоросли. По-видимому, природная морская соль содержит вещества, необходимые для оптимального роста тест-культуры, однако, не учтенные в составе среды Гольдберга. Таким образом, для благоприятного роста культуры водоросли приемлемым можно считать соотношение морской соли и NaCl 1:1. Такое соотношение солей использовалось в дальнейших исследованиях.



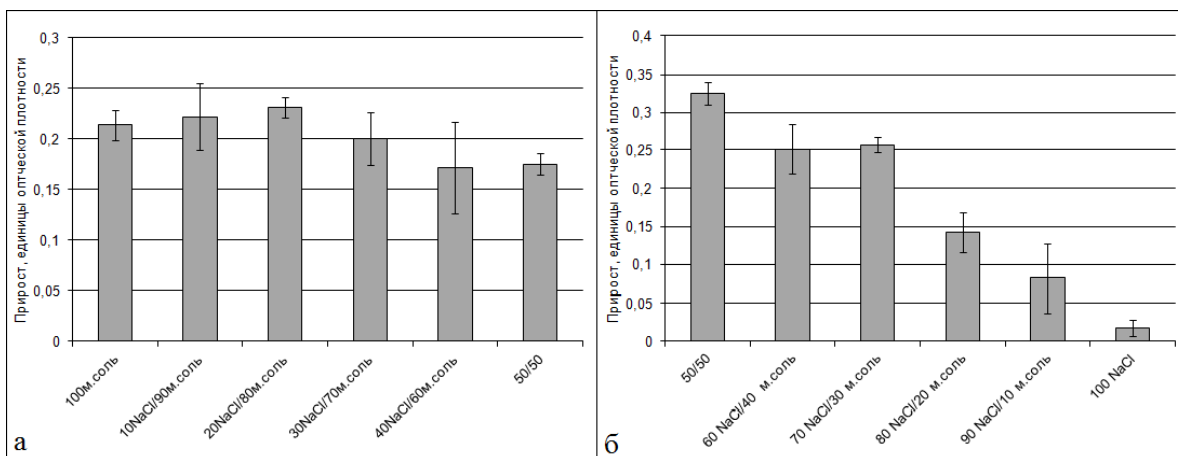


Рисунок 1. (а, б) – Зависимость 72-часового прироста культуры водоросли *Dunaliella* от соотношения морской соли (м. соль) и NaCl в питательной среде.

Ранее было показано на примере биотеста на основе водоросли *Chlorella*, что элементы питательной среды могут оказывать влияние на чувствительность тест-объекта к модельным токсикантам, таким как ионы кадмия, меди и цинка. Повышенное содержание питательных солей, главным образом, KNO_3 , в питательной среде Тамия вызывало снижение чувствительности тест-объекта к данным ТМ. В связи с этим следующая серия экспериментов на культуре водоросли *Dunaliella* была направлена на исследование влияния основных питательных солей (KNO_3 и NaH_2PO_4) в среде Гольдберга на чувствительность тест-культуры водоросли к модельному токсиканту – ионам меди.

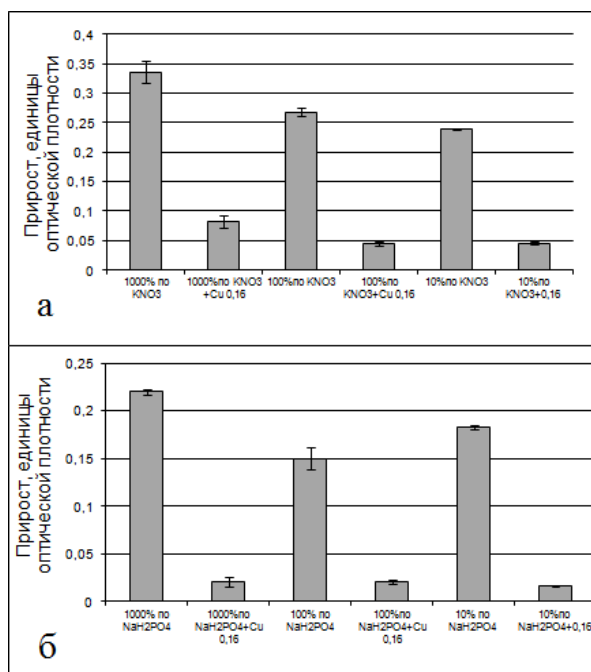


Рисунок 2. Зависимость прироста водоросли *Dunaliella* от содержания питательной соли (а – KNO_3 , б – NaH_2PO_4) и ионов меди (0,16 мг/л)

Для исследования влияния содержания KNO_3 в среде на чувствительность тест-культуры водоросли дуналиелла к ионам меди были приготовлены три варианта среды

Гольдберга, содержащие 1000%, 100% и 10% данной соли. В каждом из вариантов был оценен прирост тест-культуры за 72 часа и ее чувствительность к $0,16 \text{ мг/л Cu}^{2+}$ (рис.2, а). Наибольший прирост наблюдался на среде, содержащей 1000% KNO_3 , а уменьшение концентрации данной питательной соли вызывало снижение прироста водоросли. В то же время при добавлении ионов меди прирост культуры угнетался во всех вариантах среды приблизительно в одинаковой степени. Коэффициент токсичности (КТ, процент подавления роста культуры водоросли по сравнению с контролем) ионов меди для всех трех вариантов находился в диапазоне от 75,6% до 82,9%. Таким образом, увеличение содержания KNO_3 в среде не оказало существенного влияния на чувствительность водоросли *Dunaliella* к ионам меди. Аналогичная ситуация наблюдалась и при повышении концентрации другой соли - NaH_2PO_4 (рис. 2, б). В данном случае коэффициент токсичности для всех трех вариантов содержания NaH_2PO_4 (1000%, 100% и 10%) находился в диапазоне 86 - 91%.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при приготовлении питательной среды Гольдберга замена морской соли химическим реактивом NaCl более чем на 50% не приемлема, поскольку вызывает достоверное снижение прироста культуры водоросли *Dunaliella*. Решением проблемы стандартизации состава питательной среды в таком случае может быть частичное замещение морской соли (менее чем на 50%), либо использование искусственной морской воды, приготовленной на основе химических реактивов. Данный вопрос является предметом дальнейших исследований. Кроме того, результаты проведенных работ показали, что увеличение содержания двух основных питательных солей (KNO_3 и NaH_2PO_4) в составе среды Гольдберга не влияло на чувствительность тест-объекта к модельному токсиканту, и в то же время способствовало более высокому приросту водоросли. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы при решении проблемы сокращения длительности биотестирования морских вод на водоросли *Dunaliella tertiolecta*.

Список литературы

1. Масюк Н.П. Фотодвижение клеток *Dunaliella* Teod. (*Dunaliellales*, *Chlorophyceae*, *Viridiplantae*) / Н.П. Масюк, Ю.И. Посудин, Г.Г. Лилицкая / Национальная академия наук Украины, Институт ботаники им. Н.Г. Холодного, Национальный аграрный университет. Киев, 2007. - 133 с.
2. ГОСТ 31960-2012 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve
3. Wong C.K.C. Toxicological assessment of coastal sediments in Hong Kong using a flagellate, *Dunaliella tertiolecta* / C.K.C. Wong, R.Y.H. Cheung, M.H. Wong // Environmental Pollution, Volume 105, Issue 2, May 1999, Pages 175–183
4. Петросян А.Г. методические рекомендации по морским биологическим тестам / А.Г. Петросян, С.Е. Дятлов, Т.В. Доценко, И.В. Ходаков / Киев, 1996. – 28 с.



ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕРЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЭП**Троханова С.И.,****научный руководитель канд. биол. наук Пономарева Т.В.***Сибирский федеральный университет*

Линии электропередач (ЛЭП) являются специфичным техногенным объектом. При строительстве ЛЭП происходит вырубка и дальнейшая транспортировка леса, установка опор, что влечет за собой существенную трансформацию исходного биогеоценоза. Значительно страдает почвенный покров просеки ЛЭП, который подвергается механическому воздействию как во время строительства ЛЭП, так и на протяжении всего функционирования ЛЭП, т.к. просеки поддерживаются в состоянии открытого пространства.

Основными факторами воздействия на биоценоз просеки ЛЭП являются как природные, так и техногенные неспецифические (общестроительные) и специфические, например, возникающее при работе ЛЭП электромагнитное поле. Уникальность ЛЭП заключается в том, что они представляют собой линейные объекты, пересекающие на своем протяжении разные ландшафты.

В Красноярском крае общая длина ЛЭП составляет более 100 тыс. км и планируется дальнейшее увеличение объема строительства таких линейных объектов, поэтому исследование влияния высоковольтных линий электропередач на почвы является весьма актуальным.

В литературе недостаточно сведений о трансформации морфологических и физических свойств почв на просеках ЛЭП. При этом в имеющейся литературе исследователи отмечают, что электромагнитные воздействия слабо влияют на изменение физических и физико-химических свойств почв. Некоторые аспекты воздействия переменного электромагнитного поля на природные объекты при эксплуатации ЛЭП рассмотрены в работах Плеханова [2]. В работе Захарченко 2000 г. показано, что на просеках под ЛЭП наблюдается сильная мозаичность почвенного покрова [1]. Вблизи и под опорами ЛЭП техногенные нарушения почв наиболее обширные. Наблюдается частичная деструкция и уплотнение дернового горизонта, образование колеи при воздействии тяжелой техники во время строительства ЛЭП. Известны работы, посвященные изучению влияния ЛЭП, связанные с изучением биологической активности почвы [3].

Целью данной работы является исследование трансформации почв в южной тайге Средней Сибири на просеках под ЛЭП. В задачи исследования входила характеристика изменений морфологических и физико-химических свойств серых почв.

Исследования состояния почвенного покрова выполнялись на просеке под двумя параллельно проложенными ЛЭП-500 кВ, построенных в 1969 г. и расположенных в верхнем течении реки Кача на территории Емельяновского района Красноярского края. В районе исследования преобладают два типа лесных насаждений: кедрово-елово-пихтовая тайга и сосновые боры. Для изучения трансформации почв были заложены два трансекта, проходящие перпендикулярно линейному объекту. Трансект №1 заложен на вершине увала и проходит через сосняк разнотравный, переходную зону между лесом и лугом под ЛЭП (экотон) и луг, непосредственно под ЛЭП. Трансект №2 заложен в понижении рельефа и проходит через осиново-березовое сообщество с примесью пихты. Тип леса на этом участке характеризуется как высокотравный. Затем



также как и на трансекте №1 захватывает переходную зону между лесом и лугом под ЛЭП (экотон) и луг, непосредственно под ЛЭП.

В структуре почвенного покрова основной фон составляют лесные почвы различной степени оподзоленности глинистые длительномерзлотные почвы, среди которых большой удельный вес занимают серые почвы.

Серые оподзоленные длительно сезонно-промерзающие почвы подразделяются по содержанию гумуса на серые и темно-серые, по мощности гумусового горизонта – на средне- и маломощные, по степени выраженности подзолообразовательного процесса – на слабо-, средне-, светло- и сильнооподзоленные, по дренированности территории – на почвы с различной степенью оглеенности[5].

Облик техногенного ландшафта просеки ЛЭП в течение 50 лет претерпевает существенные изменения. Исследование почв под ЛЭП на территории южной тайги Красноярского края показало, что происходит существенная трансформация морфологических, физико-химических и физических свойств серых почв на просеке.

Изначально нарушенные под действием тяжелой техники при строительстве почвы впоследствии заросли травянистой растительностью, формируя на поверхности новый дерновый горизонт с отличающимися от лесных почв фоновой территории свойствами. Строение почвенного профиля зависит от степени нарушения в момент строительства. На полосе под ЛЭП встречаются как контуры слаборазрушенных почв с сохранением наследованного от естественной почвы профиля со всеми исходными горизонтами серой почвы, так и сильнонарушенные, лишенные верхних горизонтов. При сильном нарушении дерновый горизонт формируется на нижних минеральных горизонтах ВЕL или ВТ. Конфигурация горизонтов в профилях сильнонарушенных почв характерна для техногенных почв. Границы горизонтов в таких почвах волнистые, переходы четкие или даже резкие. Наблюдается перемешивание верхних горизонтов с нижележащими минеральными. При морфологическом описании и анализе плотности почв выявлено уплотнение в средней части профиля. В верхней части профиля под действием растительности за истекший период с момента строительства ЛЭП плотность уменьшилась, но на участках непосредственно под ЛЭП плотность остается еще значительно выше, чем в естественных лесных почвах. Такая трансформация почв наблюдается как на трансекте №1, так на трансекте №2.

Фоновые серые почвы характеризуются средним содержанием органического углерода с уменьшением вниз по профилю (от 8% до 0,6%). Степень насыщенности основаниями почвенно-поглощающего комплекса довольно высокая, содержание обменного алюминия и водорода низкое, реакция почвенного раствора слабокислая (рН 6) [4].

Техногенно-нарушенные почвы под ЛЭП на трансекте №1 характеризуются высоким содержанием углерода органического вещества в горизонте АУ (10%). Увеличение содержания углерода по сравнению с фоновыми почвами связано со сменой растительности и соответственно качественным составом опада, а также с изменением гидротермического режима на открытой территории под ЛЭП. В горизонте АЕL количество углерода резко снижается до 2,5%. Реакция среды верхних горизонтов кислая, вниз по профилю смещается в слабокислую (5,65 - 5,11).

Почвы на трансекте №2 характеризуются меньшим содержанием углерода, но подстилка отличается высоким уровнем гумуса (13%). Это также связано со сменой растительности и качественным составом опада. В горизонте ВТ количество углерода снижается до 0,8 %. Реакция среды верхних горизонтов кислая, вниз по профилю изменяется от 5,27 до 4,92.

Трансформация почв под ЛЭП в наибольшей степени проявляется в изменении морфологического облика после действия тяжелой техники и физико-химических



свойств, обусловленных сменой условий почвообразования (смены типа растительности, гидротермического режима). В связи с особенностями формирования почв под ЛЭП наблюдается высокая мозаичность почвенного покрова на техногенных объектах такого типа.

Список литературы

1. Захарченко А.В. Антропогенно-измененные почвы просек линий электропередач: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск: ТГУ, 2000. 22 с.
2. Плеханов Г.Ф., Орлов В.М., Карташев А.Г. Изучение влияния электрического поля высоковольтных установок на некоторые компоненты биогеоценоза // Экология. №2. С. 78-80.
3. Щербаков. И. В. Влияние электромагнитных полей воздушных линий электропередач на почвы лесных насаждений : автореферат дис. ... канд. биол. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2013. 19 с.
4. Шугалей Л.С. Моделирование процессов влияния основных древесных пород на почву. //Исследование и моделирование почвообразования в лесных биогеоценозах. Новосибирск: Наука, 1979, с. 79-158.
5. Г.И. Яшихин. Гидротермический режим серых лесных почв. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1991.- 165 с.



СОВРЕМЕННОЕ СООБЩЕСТВО РАКОВИННЫХ АМЕБ ЛЕСО-ТОПЯНОГО БОЛОТА В БАССЕЙНЕ Р.ЕСАУЛОВКА

С.Э. Туниекова

научный руководитель – к.г.н., доцент Гренадерова А.В.

Раковинные амёбы – одноклеточные организмы, широко распространенные по всему земному шару, являются элементом нанофауны почв и занимают важное место в трофических цепях в составе почвенной биоты, способствуя деструкции целлюлозы. Структура сообществ корненожек чутко реагирует на изменение уровня увлажнения субстрата, кислотность, содержание органического вещества, что позволяет использовать раковинные амёбы в биоиндикации. Благодаря хорошей сохранности раковинок в торфяных отложениях возможно использование раковинных амёб для палеорекострукции климатических изменений и оценки современного состояния среды.

Раковинные амёбы, благодаря широкому спектру морфо-экологических адаптаций, осваивают всю гамму условий увлажнения, которые существуют на болотах. Изменения параметров водного режима вызывают перестройку в структуре населения раковинных амёб: видовом составе, численности, биомассе, характере доминирования таксонов и др. [1].

В России исследования раковинных амёб болот проведены на качественном уровне, преимущественно в Европейской части [2-4], в Западной Сибири [5-7], проводятся исследования в Якутии [1,8]. На территории Красноярского края изучение раковинных амёб носит пионерный характер, определение амёб в торфяных отложениях и в подстилках проводятся на кафедре экологии и природопользования СФУ с 2012 года.

Нами изучен видовой состав раковинных амёб в одной поверхностной пробе, отобранной на болотном массиве «Пинчинское» (бассейн р.Есауловка, Манский район). Современный растительный покров представлен хвойным смешанным разнотравно-моховым лесом. Древесный ярус состоит из лиственницы, ели и березы высотой до 20 м; в подросте отмечены сосна, ель, лиственница, ива, ольха. Травяно-кустарничковый ярус представлен клюквой, вахтой, хвощем, подмаренником северным. Моховой покров из низинных зеленых и сфагновых мхов. Глубина уровня болотных вод составила 30 см.

Образцы мха были отобраны в южной части болотного массива и проанализированы с помощью ризоподного метода, который заключается в установлении видовой разнообразия раковинных амёб, их количественном учете и качественном анализе экологических свойств сообществ тестацей. Подсчет раковинных амёб проводился в водных суспензиях, с использованием микроскопа "Микромед 2" при увеличении $\times 400$. Идентификация видов осуществлялась при помощи специальных атласов определителей [9,10]. В пробе подсчитывали не менее 300 экземпляров. Полученные величины численности пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата.

В исследованном образце массой 5 г, были учтены все раковинки, суммарное количество составило 365 штук, что характеризует крайне низкую плотность раковинных амёб на данном субстрате. Отмечено преобладание представителей рода *Nebela* (34,7%) и *Trinema* (36,95%). Доминирующее положение в сообществе занимают виды *Nebela tincta* (32,8%) и *Trinema complanatum* (29,03%), в небольшом количестве (до 2-4 %) отмечены другие представители доминирующих родов: *Trinema lineare*, *Trinema penardi*, *Nebela parvula*. Следующий по обилию род – *Diffflugia* (11,2%),



Euglypha (6,3%), *Cyclopyxis* (4,1%), представители рода *Corythion*, *Placocista*, *Assulina*, *Hyalosphenia* встречались единично (0,54-2,46%).

Установленные виды, относятся к разным экологическим группам по отношению к водному довольствию. Так, Курьиной И.И. [6] по результатам изучения раковинных амеб Западной Сибири, рассчитаны оптимальные значения уровня болотных вод для 63 видов. Согласно [6], для *Nebela tincta* наиболее оптимальный уровень болотных вод составляет 24,5 см от поверхности, *Trinema complanatum* – 30,83 см, *Trinema lineare* – 26 см, *Corythion dubium* – 26 см, *Assulina muscorum* – 24,88 см, *Cyclopyxis* – от 30 до 32, что соответствует и отмеченному у нас уровню – 30 см.

Оптимум для представителей рода *Diffugia* варьирует от 4 -10 до 22-25 см, *Hyalosphenia papilio* – 19,88 см, *Placocista spinosa* – 13 см, род *Euglypha* – от 19 до 32 см (отмеченные нами *Euglypha simplex* и *Euglypha ciliata* в таблице оптимумов не представлены).

Такой состав сообщества свидетельствует о том, что его формирование происходит при стабильно высоком уровне увлажнения, с высокой амплитудой сезонных колебаний влажности.

Таким образом, по различным показателям структуры сообществ раковинных амеб: преобладающей по относительному обилию экологической группе, экологии видов доминантного и субдоминантного комплексов можно судить о водном режиме болота. В данной работе описано видовое разнообразие раковинных амеб в пределах подстилки болотного массива, знания о котором будут использованы в дальнейшем при анализе палеосообществ раковинных амеб, выделенных из торфяной толщи разного возраста.

Список литературы

1. Бобров А.А., Мюллер Ш., Чижикова Н.А., Андреев А.А. Раковинные амебы в Позднечетвертичных отложениях мыса Мамонтов клык (Якутия) // Известия РАН. Серия биологическая, 2009, №4, С. 1-11.
2. Бобров А. А., Чармен Д., Уорнер Б. Экология раковинных амеб олиготрофных болот (особенности экологии политипических и полиморфных видов) // Известия АН. Сер. биол. 2002. №6. С. 738 -751.
3. Мазей Ю. А., Бубнова О. А. Видовой состав и структура сообщества раковинных амеб в северотаежном сосново-сфагновом болоте (Карелия. Россия) // Бюлл. Моск. Общества Исп. Прир. Отд. Биол. 2009а. Т. 114. Вып. 6. С. 15-23.
4. Мазей Ю. А., Цыганов А. Н., Бубнова О. А. Структура сообщества раковинных амеб в заболоченных биотопах южной тайги Европейской части России//Успехи современной биологии. 2009г. Т. 129. № 1. С. 67-77.
5. Курьина И. В., Прейс Ю. И. Методические особенности реконструкции водных режимов болот в голоцене по раковинным амебам (Protozoa. Rliizopoda) в условиях континентального климата Западной Сибири // Мат-лы Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные вопросы географии и геологии». Томск. 10-13 октября 2010. Томск. 2010б. С. 310-312.
6. Курьина И.В. Экология раковинных амеб олиготрофных болот южной тайги Западной Сибири как индикаторов водного режима // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 368–375.
7. Курьина И. В. Раковинные амебы олиготрофных болот Западной Сибири. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук – Томск, 2012. - 198с.
8. Бобров А. А., Зигерт К., Ширмейстер Л., Андреев А. А. Раковинные амебы (Protozoa, Testacea) в четвертичных многолетнемерзлых отложениях



полуострова Быпсовский, арктическая Якутия Известия АН. Сер. биол. 2003. №2. С. 236-253.

9. Гельцер Ю. Г., Корганова Г. А., Алексеев Д. А. Почвенные раковинные амебы и методы их изучения. - М.: Изд-во Московского университета, 1985а. - 80с

10. Мазей Ю.А., Цыганов А. Н. Пресноводные раковинные амебы. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006а. - 300с.



ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *ASTRAGALUS IONAE* PALIBIN

Тюкпиекова К. С.,

научный руководитель канд. биол. наук Леонова Т. В.

Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова

Исследование онтогенетической структуры показывает соотношение онтогенетических групп и дает представление об общем жизненном состоянии ценопопуляции, и ее способности к самовоспроизведению [1]. Пространственная структура дает представление об изменении численности и онтогенетического состава популяции во времени.

В настоящее время популяционные исследования становятся незаменимыми при решении практических задач охраны редких и хозяйственно ценных видов растений, а так же при рациональном использовании и восстановлении естественных и создании искусственных сообществ [2].

Astragalus ionae Palibin (Астрагал Ионы) является Южно – сибирским эндемиком, занесен в Красную книгу Республики Хакасия (2012), где виду присвоен статус 2 – сокращающийся в численности вид [3].

Цель исследования: проанализировать пространственную и онтогенетическую структуру ценопопуляции *Astragalus ionae*, для определения устойчивости ценопопуляции.

Объектом исследования явилась ценопопуляция *Astragalus ionae*, описанная на территории Минусинской котловины в Чулымо – Енисейской впадине на участке «Подзаплоты» ГПЗ «Хакасский» (Орджоникизевский район). Материал был собран в вегетационный период 2014 года в составе разнотравно – мятликовой настоящей каменистой степи.

Онтогенетических состояния у особей выделяли используя методические принципы, изложенные в работах А.А Уранова (1975). Для изучения онтогенетической структуры ценопопуляции, была заложена трансекта длиной 16 м, шириной 1 м, которая разбивалась на 16 площадок, размер одной площадки составил 1 м². На каждой площадке все особи данного вида маркировались, определялись их онтогенетические состояния. Пространственное размещение особей в ценопопуляции определялось по методике Н. М. Григорьевой (1977).

Astragalus ionae – неподвижный полукустарничек с моноподиольно нарастающими скелетными осями и пазушными цветоносами.

Изученная ценопопуляция *Astragalus ionae* нормальная, неполночленная отсутствуют особи виргинильного, субсенильного и сенильного онтогенетических состояний.

Онтогенетический спектр исследованной ценопопуляции бимодальный, наблюдается два подъема: первый подъем наблюдается на особях прегенеративной фракции, а именно на ювенильных особях (j), второй подъем на особях зрелого онтогенетического состояния (g₂). Наличие максимума на особях зрелого онтогенетического состояния обусловлено наибольшей продолжительностью этого периода онтогенеза (рис. 1.). Единичная встречаемость имматурного (im) и отсутствие виргинильного (v) онтогенетических состояний обусловлено слабой выживаемостью особей.



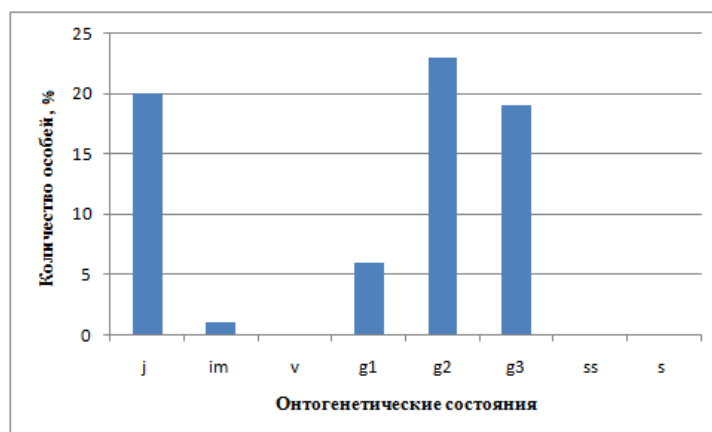


Рис. 1. Онтогенетическая структура ценопопуляции *Astragalus ionae*

Примечание: по оси x – онтогенетические состояния: j – ювенильное; im – имматурное; g₁ – молодое генеративное; g₂ – средневозрастное генеративное; g₃ – старое генеративное, по оси y – количество особей, %.

По Л. Б. Заугольной (1994) [5] характерным онтогенетическим спектром для полукустарничков является бимодальный. Исследуемая ценопопуляция соответствует характерному онтогенетическому спектру, что характеризует устойчивость ценопопуляции.

При изучении пространственной структуры ценопопуляции *Astragalus ionae* было выделено два типа скопления случайное и групповое (рис. 2). При случайном типе скопления положение каждой особи не зависит от положения других особей. При групповом скоплении особи в пространстве распределены группами. Групповые скопления чаще всего представлены ювенильными, средневозрастными генеративными и старыми генеративными онтогенетическими состояниями. Случайное скопление представлено такими онтогенетическими состояниями как: молодые генеративные, средневозрастные генеративные и старые генеративные онтогенетические состояния. Образование случайного типа скопления связано с семенным размножением вида.

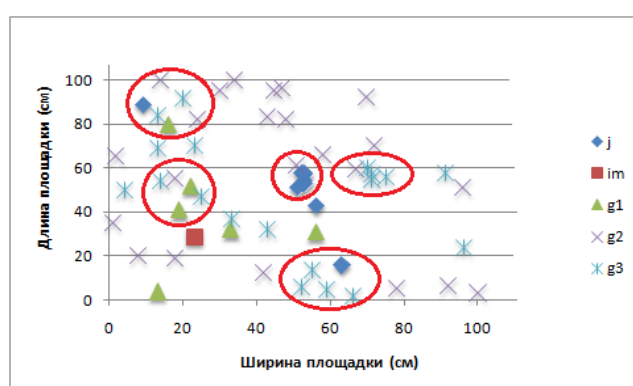


Рис. 2. Пространственное размещение особей *Astragalus ionae*

Примечание: обозначения онтогенетических состояний представлены выше в рис.1

Типы скопления в ценопопуляции по демографической структуре являются неполночленными.

Таким образом, исследуемая ценопопуляция *Astragalus ionae* нормальная, неполночленная. Онтогенетический спектр бимодальный, соответствует характерному, ценопопуляция устойчивая. Пространственная структура ценопопуляции представлена двумя типами скопления: случайными и групповыми. Преобладает случайный тип скопления, что обусловлено семенным размножением вида.

Список литературы

1. Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М: Наука, 1976. 217 с.
2. Уранов А. А., Заугольнова Л. Б., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения). М: Наука, 1977. 7 с.
3. Красная книга Республики Хакасия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов / Е.С. Анкипович, Д. Н. Шауло, В. Н. Седельникова и др. – 2е издание., переработ. и доп. - Новосибирск: Наука, 2012. 288 с.
4. Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М: Наука, 1988. 184 с.
5. Заугольнова Л. Б., Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1994. 70 с.



АНАЛИЗ ИНФИЦИРОВАННОСТИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ И ЗАКЛЕЩЕВЛЕННОСТИ ЛАНДШАФТОВ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ УДМУРТИИ

Хохрякова А.А.

научный руководитель канд. геогр. наук Малькова И.Л.

Удмуртский Государственный Университет

Показатель заклещевленности является способом оценки эпидемиологической опасности территории. Под заклещевленностью понимается усредненное число зарегистрированных клещей, отловленных сборщиком в период их массовой активности при соблюдении правил сбора за 1 час или на 1 км маршрута.

Заклещевленность рассчитывается на основании данных маршрутных наблюдений в соответствии с методическими требованиями. Производится сбор и учет численности иксодовых клещей «на флаг» (обилие клещей на флаго-час и на флаго-километр). На луговых и лесных участках с высокой травой и кустарниками клещей собирают на флаг из однотонной светлой ворсистой ткани. Кусок материи длиной 1 м и шириной 60 см прикрепляют узкой стороной к палке. Обилие клещей выражают числом особей, собранных с флага и одежды учетчика на 1 км (обилие клещей на флаго-км). В качестве единицы учета можно использовать время движения по маршруту – 1 час (среднее число клещей, собранных с учетчика и ловчего приспособления за 1 час учета) (обилие клещей на флаго-час) [4]

Для характеристики заклещевленности территории был использован метод ключевых участков. В качестве ключевого участка выбрана территория ландшафтов Кезского района Удмуртской Республики.

Автором были заложены маршруты, их расположение, время наблюдений, методика сбора и учета клещей были согласованы со специалистами Центра гигиены и эпидемиологии (рис.2).

В процессе сбора информации о заклещевленности территории автором было осуществлено 4 выхода на стационарные маршруты, собрано 319 клещей.

На ключевом участке выделено 3 ландшафта (согласно схеме индивидуального физико-географического районирования В.И. Стурмана) (рис.1). Имеющиеся маршруты расположены на территории 3 из них.

Маршруты проложены в южной и северной части района для того, чтобы можно было рассмотреть, как влияет широта местности на заклещевленность территории и инфицированность клещей.

Помимо замеров заклещевленности на маршрутах, фиксировались также условия самого маршрута – состав и густота древесной растительности, подлеска и травяного яруса, а также мусора антропогенного происхождения.

Заклещевленность маршрутов, средние значения шт на флаго-час

Условный номер маршрута	Принадлежность к физико-географическому ландшафту	Индекс ландшафта	Средние значения заклещевленности в период массовой активности клещей
1	Пыхтинский	А-1-4	16,5
2	Пыхтинский	А-1-4	21
3	Пыхтинский	А-1-4	16
4	Пыхтинский	А-1-4	27,5



5	Пыхтинский	А-1-4	9
6	Верхнекамско-Верхневятский	А-1-1	7,8
7	Верхнекамско-Верхневятский	А-1-1	3,3
8	Пызепско-Лыпский	А-1-2	8

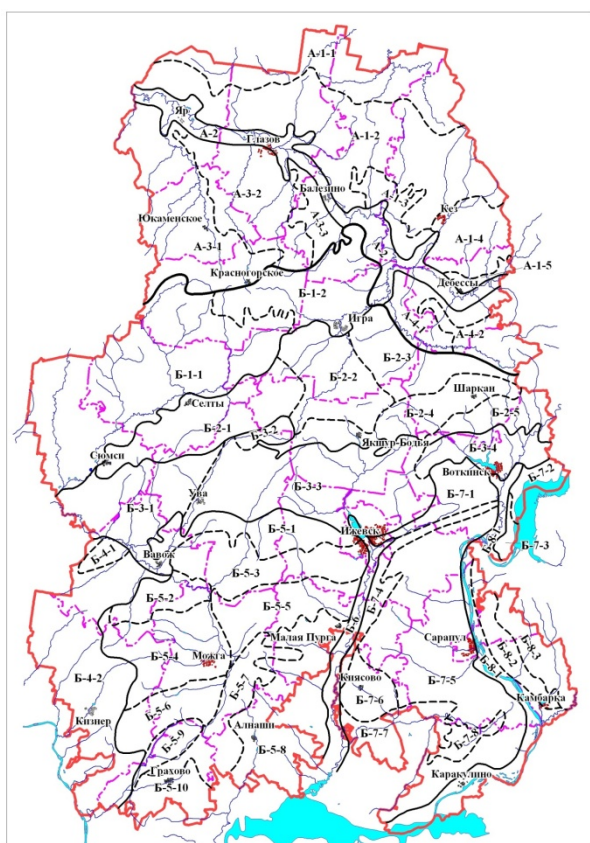


Рис.1. Физико-географическое (ландшафтное) районирование территории Удмуртии (по В.И. Стурману) [2]

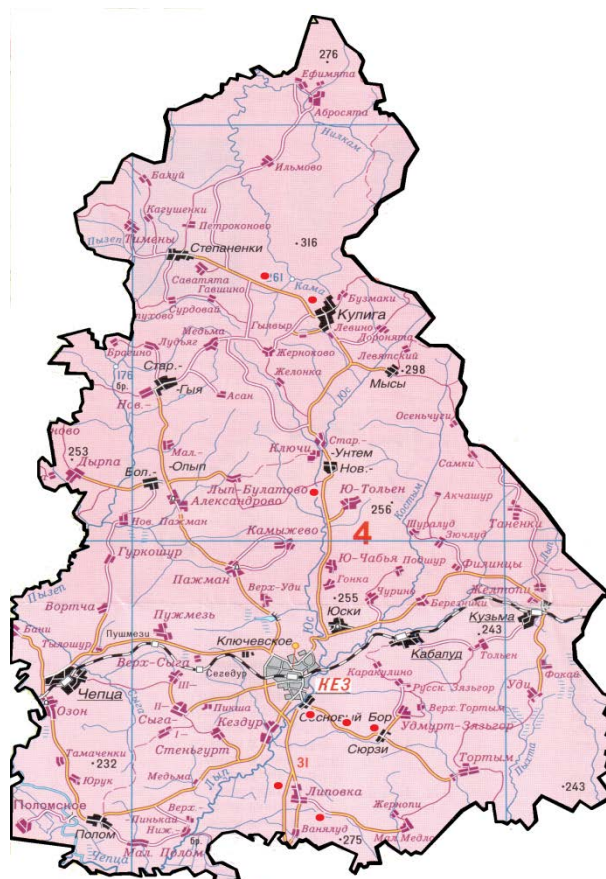


Рис.2. Место расположения маршрутов в Кезском районе

После каждого выхода на маршрут и сбора информации, клещи сдавались в лабораторию Центра гигиены и эпидемиологии Удмуртии. Здесь они исследовались на наличие четырех инфекций: клещевой энцефалит, Лайм-боррелиоз, гранулоцитарный анаплазмоз и эрлихиоз.

Как видно из таблицы наибольший процент инфицированности отмечается клещевым боррелиозом, на втором месте эрлихиоз, затем анаплазмоз и клещевой энцефалит. В среднем самый инфицированным маршрутом является второй.

Наибольшая инфицированность клещей Лайм боррелиозом отмечается на маршрутах под номерами 2 и 5. На втором маршруте была обнаружена свалка твердых бытовых отходов, которая может привлекать грызунов, основных прокормителей клещей. В ходе маршрутных наблюдений здесь также были выявлены следы диких

копытных животных, таких как лось и кабан. Дикие копытные животные могут являться прокормителями имагинальных фаз развития клещей [3]. Следовательно, данные животные поддерживают постоянную циркуляцию вируса по замкнутой цепи: клещи – животные-прокормители – клещи.

Наибольший процент инфицированности клещевым энцефалитом отмечается на четвертом маршруте, здесь же наблюдается наибольшая заклещевленность. В целом же инфицированность клещей клещевым энцефалитом самая низкая по всем маршрутам. Если рассматривать заболеваемость, то складывается совершенно противоположная ситуация. Заболеваемость клещевым энцефалитом выше, чем Лайм-боррелиозом. Это вполне согласуется с мнением о том, что наличие вируса в организме клеща провоцирует его более агрессивное поведение [1]. Следовательно, клещи, собранные с растительности, реже содержат инфекции, чем клещи, снятые с людей.

Наибольшая инфицированность клещей гранулоцитарным анаплазмозом и эрлихиозом отмечается на первом и втором маршрутах. Возможно, это объясняется явным наличием здесь прокормителей клещей и наличием свалки.

Если рассматривать по широте, то нужно отметить, что заклещевленность и средняя инфицированность клещей ниже в северной части района. Что объясняется разными климатическими показателями и растительностью. Так, например, на севере района количество осадков превышает 650 мм, а в южной части выпадает 575-600 мм. Сумма биологически активных температур на севере отмечается в пределах 1700-1750°C, на юге – 1750 - 1800°C.

Если рассматривать карту растительного покрова и маршрутные наблюдения можно выявить, что на юге района преобладают осиново-березовые леса, а на севере пихтово-еловые и еловые леса. Также в южных ландшафтах площадь проективного покрытия травянистой растительности выше и разнообразие видов больше.

Таким образом, можно сделать вывод, что заклещевленность ландшафтов и инфицированность клещей зависит от следующих факторов:

- 1) годовое количество осадков, чем меньше осадков, тем меньше укусов;
- 2) породный состав лесов и проективное покрытие травянистой растительности;
- 3) наличие прокормителей имагинальных фаз развития клещей.

Список литературы

1. Алексеев А.Н. Об особенностях распространения возбудителя болезни Лайма и поведения зараженных им клещей рода *Ixodes* / А.Н. Алексеев, Е.А. Арумова, Л.А. Буренкова и др. // Паразитология, 1993.- Т. 27, вып. 6.- С. 389-398.
2. Природопользование и геоэкология Удмуртии: монография / под ред. В.И. Стурмана. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. – 384 с.
3. Савицкий Б.П. Дикие копытные, как прокормители иксодовых клещей в Белоруссии // Паразитология, XIX. – 1985. - №4. – С. 314-316.
4. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций: метод. указ. МУ 3.1.1027-01.



ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *LILIUM PUMILUM* DELILE

на территории Республики Хакасия

Челтыгмашева Л. Р.

научный руководитель канд. биол. наук Леонова Т. В.

Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова

Сложная история формирования степных сообществ Республики Хакасия под действием изоляции и последующего оледенения определила многообразие реликтовых и эндемичных видов растений (Положий, 1972).

В настоящее время широко обсуждаются вопросы описания степных растительных сообществ с участием реликтовых и редких видов растений, что связано с высокой антропогенной нагрузкой и их уязвимостью в природоохранном отношении (Положий и др., 1999).

В этом отношении, интересным для изучения является *Lilium pumilum* Delile – лилия карликовая (*Liliaceae*). Вид занесен в Красную книгу Республики Хакасия (2012) со статусом 2 – сокращающийся в численности. Является реликтом плиоценового степного комплекса (Положий, Ревердатто, 1976).

Ареал *L. pumilum* восточно-азиатский, охватывает территорию Средней Сибири, Восточной Сибири и юг Дальнего Востока. За пределами России встречается в Монголии, северо-восточном Китае и на Корейском полуострове. Через территорию Республики Хакасия проходит западная граница ареала вида (Власова и др., 1987).

Целью исследования является описание эколого-фитоценологических условий произрастания вида, что особенно актуально для редких видов растений.

Исследования ценопопуляций (ЦП) *L. pumilum* проводились в вегетационные периоды 2010 – 2014 гг. Выявлен видовой состав, общее проективное покрытие травостоя (ОПП), проективное покрытие вида (ППВ). Проективное покрытие вида осуществлялось методом заложения квадрат – сеток (Работнов, 1950).

Описано восемь ЦП, расположенных на территории Чулымо-Енисейской и Сыдо-Ербинской котловин (Минусинская котловина). Одна ЦП исследована в условиях антропогенной нагрузки (окр. с. Давыдково, Боградский район), семь ЦП – на территории государственного природного заповедника (ГПЗ) Хакасский на участках «Оглахты» и «Озеро Иткуль».

Ценопопуляции вида описаны в составе луговых петрофитных (ЦП 1 – 3) и настоящих петрофитных степей (ЦП 4 – 8).

ЦП 1 Карагановая разнотравно-злаковая луговая петрофитная степь. ОПП 60 – 65 %, ППВ 1 – 2 %.

ЦП 2 Карагановая разнотравно-злаковая луговая петрофитная степь. ОПП 55 – 60 %, ППВ 1 – 2 %.

ЦП 3 Кустарниковая разнотравно-злаковая луговая петрофитная степь. ОПП 50 – 55 %, ППВ 1 – 2 %.

ЦП 4 Карагановая осоково-злаковая настоящая петрофитная степь. ОПП 55 – 60 %, ППВ 1%.

ЦП 5 Карагановая разнотравно-полынно-злаковая настоящая петрофитная степь. ОПП 40 – 45 %, ППВ 1%.

ЦП 6 Осоково – мятликово – костречовая настоящая петрофитная степь. ОПП 45 – 50 %, ППВ 1%.



ЦП 7 Карагановая клаусиево-злаковая настоящая петрофитная степь. ОПП 55 – 60 %, ППВ 1 %.

ЦП 8 Осоково-мятликовая настоящая петрофитная степь. ОПП 45 – 50 %, ППВ 1 %.

Вид произрастает на открытых участках. Проективное покрытие выходов материнских пород составляет 30 – 35 %, щебня и камней колеблется от 10 до 15 %. В петрофитных вариантах степей произрастают *Agropyron cristatum* Beauv., *Aster alpinus* L., *Alyssum obovatum* Turcz., *Eritrichium pectinatum* DC.

Во всех исследованных растительных сообществах в растительном покрове выделено два яруса: кустарниковый и травяной.

Кустарниковый ярус, в большинстве растительных сообществ, представлен *Caragana pugnata* DC. и *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt. Общее проективное покрытие кустарникового яруса составляет 20 – 25 (45) %. В редких случаях, кроме вышеперечисленных видов в кустарниковом ярусе, как правило, в ложбине встречается *Spiraea salicifolia* L., где ее проективное покрытие достигает до 3 – 5 %. Встречаются такие растительные сообщества (ЦП – 5), в которых особи *Caragana pugnata* являются единственными представителями кустарникового яруса, проективное покрытие составляет 20 – 25 %. В ряде случаев, в составе настоящих петрофитных степей (ЦП – 7) кустарниковый ярус (ЦП – 7) слабо выражен и представлен единичными экземплярами *Caragana pugnata*, проективное покрытие достигает до 1 – 2 %. Обнаружены растительные сообщества, в которых особи *Caragana pugnata* образуют густые заросли, что создает неблагоприятные условия для произрастания травянистых растений, проективное покрытие составляет 40 – 45 %. На территории участка «Озеро Иткуль» в ЦП 6 и ЦП 8 кустарниковый ярус не был выделен.

В большинстве растительных сообществ, травяной ярус сложен из трех подъярусов, исключение составляет осоково-мятликовая настоящая петрофитная степь (ЦП 8), в которой выделено два подъяруса.

Основу первого подъяруса во всех растительных сообществах составляют злаки: *Bromopsis pumelliana* Holub., *Poa botryoides* Kom., *Stipa pennata* L. *Elytrigia lolioides* Nevski, *Alopecurus pratensis* L., *Poa angustifolia* L., *Helictotrichon desertorum* Nevski, *Agropyron cristatum* Beauv. и *Festuca pseudovina* Hackel ex Wiesb. В разных растительных сообществах их проективные покрытия отличаются. Так, в ЦП 1 первый подъярус формируют *B. pumelliana*, *P. botryoides*, *S. pennata*, *E. lolioides*, а в ЦП 5 – *H. desertorum*, *P. angustifolia*, *P. botryoides*, *F. pseudovina*. Помимо злаков первый подъярус слагает группа разнотравья. В луговых петрофитных степях (ЦП 1 – 3) разнотравье представлено доминирующими видами *Phlomis tuberosa* L., *Thalictrum foetidum* L., *Carum carvi* L., *Schizonepeta multifida* Briq., *Campanula sibirica* L., *Achillea asiatica* Serg., *Vicia unijuga* A. Br., *Carex pediformis* C. A. Mey. В настоящих петрофитных степях (ЦП 4 – 8) – *Galium verum*, *Goniolimon speciosum*, *Artemisia frigida* Willd., *Aster alpines* L.

Второй подъярус, в большинстве случаев, представлен *Polygala tenuifolia* Willd., *Pulsatilla multifida* Juz., *Artemisia commutata* Bess., *Lilium pumilum* Delile., *Leontopodium ochroleucum* Beauverd., *Pulsatilla turczaninovii* Kryl. et Serg. Помимо вышеперечисленных видов в ЦП 4 второй подъярус образуют доминирующие *Carex duriuscula* C. A. Mey., *Carex pediformis* C. A. Mey., их проективное покрытие составляет 7 – 9 %. В ЦП 7 доминирующим видом является *Clausia aprica* Korn.-Tr., проективное покрытие которой достигает до 5 – 7 %.

В третьем подъярусе чаще всего встречаются *Coluria geoides* Ledeb., *Thymus serpyllum* L., *Androsace septentrionalis* L. и *Potentilla acaulis* L. Кроме вышеперечисленных видов в составе настоящих петрофитных степей (ЦП 4 – 8) *Arctogeron gramineum* DC., *Orostachys spinosa* C. A. Mey. и *Gentiana decumbens* L. Fil.



Общее проективное покрытие травяного яруса варьирует от 40 до 45 (55) %. Видовая насыщенность 45 – 50 видов на 100 м².

Список литературы

1. Власова Н. В., Доронькин В. М., Золотухин Н. И. и др. Флора Сибири: в 14-ти т. Т. 3. *Araceae – Orchidaceae*. Новосибирск: Наука, 1987. 246 с.
2. Положий А. В. К познанию истории развития современных флор в Приенисейской Сибири // История флоры и растительности Евразии, 1972. С. 136—144.
3. Положий А. В., Ревердатто В. В. Семейство Ranunculaceae. Лютиковые // Флора Красноярского края. Томск: ТГУ, 1976. Вып. 5. Ч. 3. С. 41–114.
4. Положий А. В. Гляциальные реликты во флоре Приенисейских степей // *Turczaninowia*. 1999. 2 (2). С. 46-49.
5. Работнов Т. А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. 1950. № 1. С. 465 – 483.



**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВОГРУНТОВ
БОРОДИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА ПОД КУЛЬТУРАМИ СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SIBIRICA* L.)**

Чмуж О.А.

научный руководитель д.б.н Гродницкая И.Д.
Сибирский Федеральный Университет

Добыча полезных ископаемых, в том числе каменного угля, вызывает нарушение земной поверхности, трансформацию и перераспределение земельных угодий и усугубляет экологическую ситуацию в регионе. На смену естественным приходят неустойчивые техногенные ландшафты, представленные отвалами вскрышных пород, которые постепенно осваиваются различными организмами, при совместном воздействии которых меняются агроэкологические свойства верхних слоев отвалов.

Почвообразовательный процесс на отвалах, обусловленный взаимодействием естественных факторов, в той или иной мере преобразуется посредством техногенеза [1]. Рекультивация техногенных земель ускоряет процесс формирования почв [2, 3]. Важнейшую роль в процессе регенерации биогеоценозов техногенного ландшафта играет микробная колонизация, так как непосредственно участвует в процессах минерализации и гумификации растительных остатков, воздействуя на них экзоферментами, минеральными и органическими кислотами и другими метаболитами [4].

Микробные реакции на антропогенное влияние проявляются быстро, вполне отчетливо, что может позволить в кратчайшие сроки выявить наиболее ранимые экологические зоны, спрогнозировать их состояние при сохранении или устранении антропогенной нагрузки [5].

На юге Центральной Сибири располагается один из крупнейших угольных бассейнов России – Канско-Ачинский, где добыча ведется открытым способом. Из экономических соображений, это наиболее дешевый способ добычи, но, при таком проведении работ, происходит полное уничтожение почвенного, растительного покровов, и создаются отвалы из хаотичной смеси вмещающих и вскрышных пород [6].

Целью исследований являлась оценка активности основных представителей эколого-трофических групп микроорганизмов на нерекультивированных (литостраты) участках отвалов вскрышных пород, под посадками сосны обыкновенной в зоне ризосферы и под травянистой растительностью.

Образцы почвы для микробиологического анализа были отобраны в июне 2014 г. с двух участков №16 и №19, сформированных на отвалах Бородинского угольного разреза в 2005 г. (литостраты) и из березняка разнотравного 50 лет (контроль). На участках рядами произрастают культуры сосны обыкновенной 8-10 лет (ряд), между рядами развивается травянистая растительность (междурядье). Далее по тексту, термином «ряд» обозначается почва ризосферы сосны обыкновенной, под «междурядьем» подразумевается почва под травостоем. Следовательно, на данном этапе развития искусственные сообщества представлены двумя разностями: древесной и травяной. Процессы почвообразования на таких участках идут по-разному, что характерно только для начальных этапов формирования культур, после того как кроны культур сомкнутся, напочвенный покров, как правило, становится скудным и характеризуется как мертвопокровный. Согласно полученным данным, агрохимические показатели «рядов» и «междурядий» технозема имеют ряд различий. Несмотря на то,



что в целом участки литостратов имеют слабощелочную реакцию среды (рН), различия по актуальной кислотности (по профилю 0-10 см) между рядами и междурядьями достигают 0,3 единицы.

Профильное распределение гумуса в пределах 0-10 см слоя почва «рядов» характеризуется как регрессивно-аккумулятивное, в «междурядьях» – равномерно-аккумулятивное. В среднем, в «междурядьях» (0-10 см) литострата запас гумуса на 24% выше, чем в «рядах». Верхний 0-10 см слой литострата (№16) хорошо обеспечен минеральным азотом (преимущественно нитратами), как в «рядах» (42-54%), так и в «междурядьях» (57-96%). По содержанию аммиачных форм азота «ряды» и «междурядья» практически не различаются.

Участки «ряд» и «междурядье» различаются по профильному распределению подвижного фосфора. В профиле литостратов под культурами сосны концентрация подвижного фосфора в слое 0-1 см в 3 раза выше, чем под травостоем. С глубиной содержание подвижного фосфора в «рядах» резко снижается. Для «междурядий» характерно относительное равномерное (в пределах 0-10 см толщи) распределение P_2O_5 . В целом, запас подвижного фосфора в «междурядьях» на 32% выше, чем в «рядах».

Результаты микробиологических исследований показали, что под травянистой растительностью органо-минерального слоя технозема формирование грибной биоты идет неравномерно. В ризосфере сосны («ряд») наибольшее количество грибов отмечали в слоях 0-2 см, под травянистой растительностью («междурядье») так же, наибольшим количеством выделялись верхние слои (рис.1).

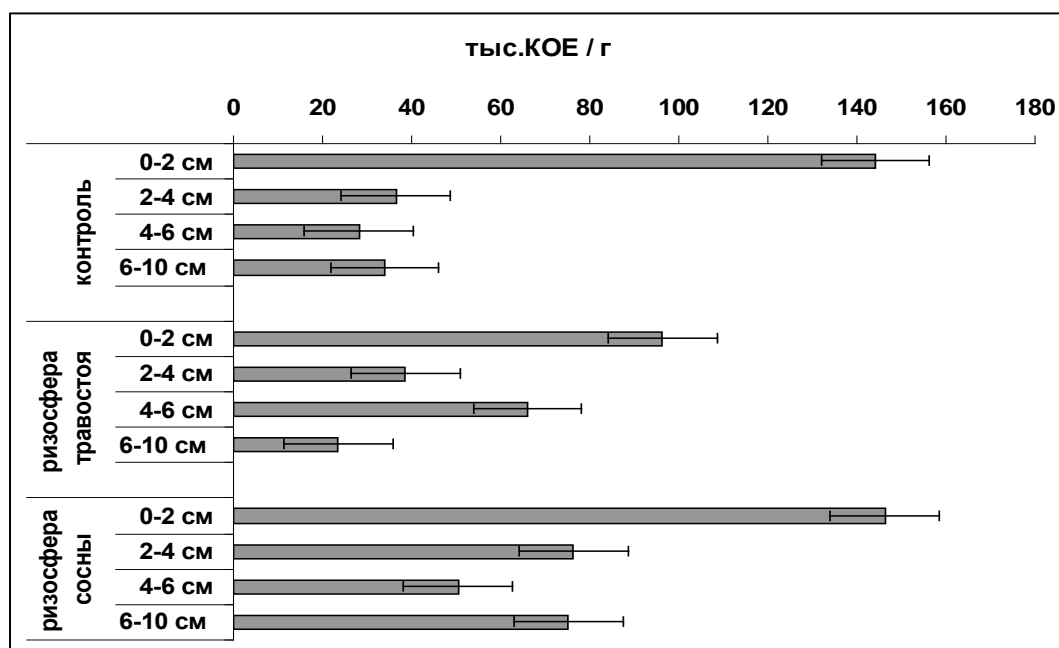


Рисунок 1. Количество грибов в ризосфере сосны («ряд») и под травостоем («междурядье») в зависимости от глубины органо-минерального слоя литострата.

В среднем, в ризосфере сосны грибов больше в 1,5 раз, чем в ризосфере травостоя. Найдена высокая обратная корреляционная зависимость между численностью грибов в ризосфере сосны и влажностью почвы ($r = -0,77$), численностью грибов под травянистой растительностью и рН ($r = -0,46$).

Во всех исследованных слоях почвы (0-10 см) контрольного участка отмечено преобладание копитрофов, также довольно много и гидролитиков, численность

которых достигает 0,73 млн КОЕ / г почвы. Олиготрофы убывают вниз по профилю и их численность снижается почти в 2 раза, если в верхних слоях их численность 0,23, то в слое 6-10 см – 0,12 млн КОЕ / г почвы (рис. 2). Найдены корреляционные связи между численностью гидролитиков и влажностью почвы ($r=0,11$).

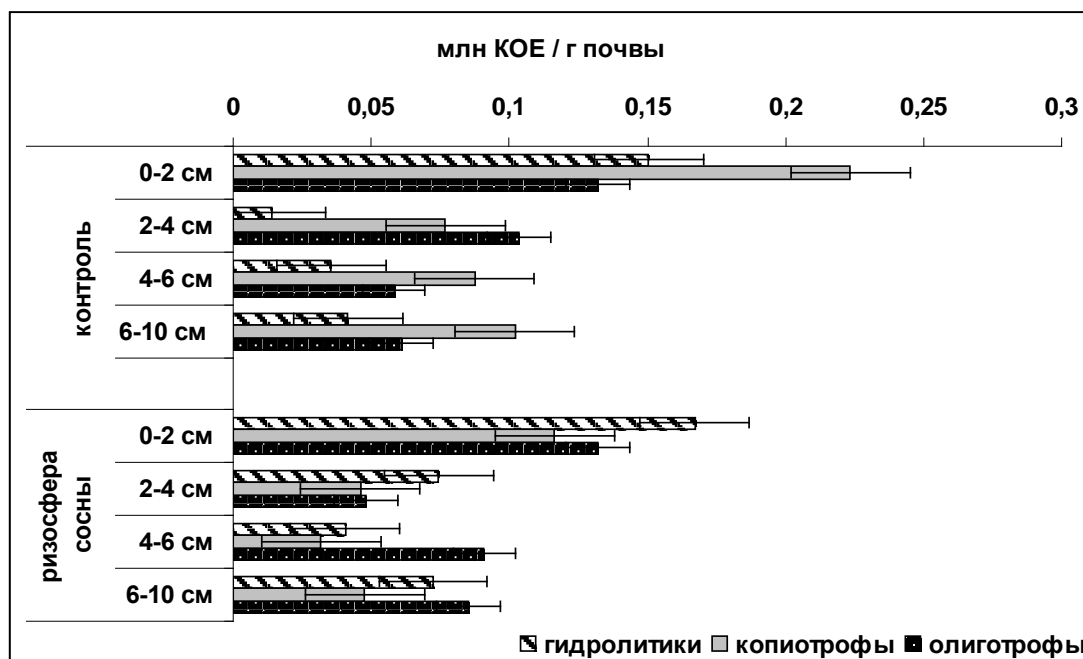


Рисунок 2. Эколого-трофические группы микроорганизмов контрольного участка и ризосферы сосны («ряд»).

В ризосфере сосны («ряд»), на уровне 0-4 см доминировали гидролитики - 0,16 млн КОЕ / г почвы, в нижних слоях их численность снижалась до 0,07 млн КОЕ / г почвы. Олиготрофов с глубиной меньше не становится, их численность держится на уровне 0,10 млн КОЕ / г (рис. 2). Найдена высокая обратная корреляция между гидролитиками данного участка и pH ($r=-0,63$), и между олиготрофами и pH ($r=0,57$).

В ризосфере травостоя («междурядье») во всех исследованных почвенных слоях отмечено существенное преобладание копиотрофов над другими группами. Их численность в верхних слоях колебалась от 0,08 до 0,13 млн КОЕ / г почвы. Численность гидролитиков и олиготрофов убывала с глубиной: гидролитики - с 0,04 до 0,02 млн КОЕ / г почвы, олиготрофы - от 0,08 до 0,03 млн КОЕ / г почвы. (рис. 3).

Недостаток почвенной влаги (влажность) неблагоприятно повлиял на численность копиотрофов (r_1), а pH на гидролитиков (r_2), что демонстрируют коэффициенты обратной корреляции ($r_1=-0,33$; и $r_2=-0,29$).

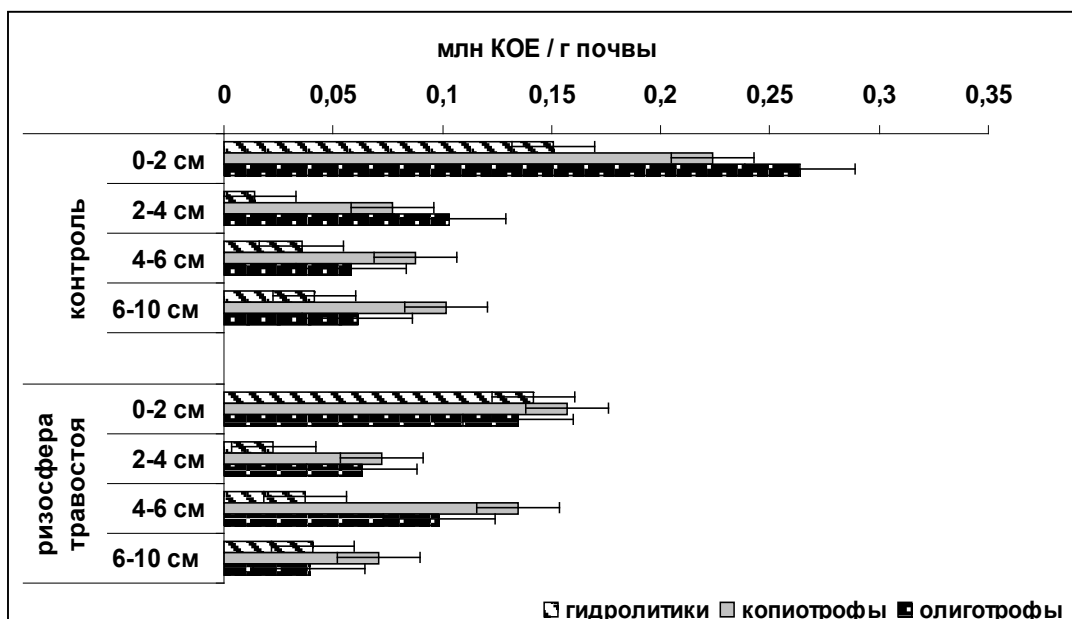


Рисунок 3. Эколого-трофические группы микроорганизмов контрольного участка и ризосферы травостоя («междурядье»)

Таким образом, численность всех эколого-трофических групп микроорганизмов почвы березового леса (контрольного участка) превышала таковую технозема под посадками сосны обыкновенной и травянистой растительностью в 1,5 раза, что говорит о том, что микробсообщества в техноземах находятся на стадии формирования и восстановление экосистемы идет очень медленно.

В целом, в литостратах под травянистой растительностью агрохимические и микробиологические показатели выше, чем под хвойными породами (сосной), следовательно, почвообразовательные процессы в них будут идти более интенсивно.

Список литературы

1. Шугалей Л.С. Первичное почвообразование на отвалах вскрышных пород под культурой сосны // Почвоведение. 1997. №2;
2. Бурлыкин А.М., Засорина Э.В. Процессы минерализации и гумификации растительных остатков в молодых почвах техногенных экосистем // Почвоведение. 1989. №2;
3. Бурлыкин А.М. Темпы почвообразования в техногенных ландшафтах в связи с их рекультивацией // Почвоведение. 1985. №2;
4. Singh J.S., Gupta S.R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems // Bot. review. 1997. V 43. №4;
5. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003;
6. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы функционирования. Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2000.

ПРИЧИНА МАССОВОГО УСЫХАНИЯ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ (PINUS SIBIRICA DU TOUR.) И ОЦЕНКА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА В ТУНКИНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

Якоцц И.А.

научный руководитель д-р биол. наук Гродницкая И.Д.

Сибирский Федеральный Университет

Институт Фундаментальной Биологии и Биотехнологии

Леса Южного Прибайкалья являются не только стратегически важным ресурсом, но и важнейшей экологической составляющей юга Восточной Сибири. В то же время на протяжении последних лет наблюдается устойчивое ухудшение санитарного состояния темнохвойных лесов хребтов Хамар-Дабан и Восточный Саян. В Иркутской области в 2012 г. зафиксировано усыхание кедрочай на площади более 3,5 тыс. га, в Бурятии свыше 20 тыс. га. Важнейшими деструктивными факторами являются лесные пожары, ветровалы, поражения древостоев насекомыми-вредителями, бактериальными и грибными болезнями. Болезни древесных растений имеют широкое распространение и являются основной причиной неблагоприятного санитарного состояния древостоев. По данным лесопатологической таксации, полученным в 2011-2013 гг., ежегодно увеличивается рост стволовых и комлевых гнилей, вызванных губкой сосновой, губкой березовой, трутовиком окаймленным. Вторую позицию по распространенности среди болезней леса занимают некрозно-раковые болезни деревьев, такие как смоляной рак-серянка, ржавчинный рак пихты. В последние годы в силу сложившихся климатических условий (теплые зимы с часто повторяющимися оттепелями) произошла активизация заболевания, известного как «бактериальная водянка хвойных». Заражению наиболее сильно подвержены участки кедровых древостоев, в которых проводилась заготовка кедрового ореха. Через механические повреждения происходит проникновение бактерий внутрь ствола, после чего начинается патологический процесс [1].

Бактериальная водянка в хронической форме практически постоянно присутствует в древостоях. Возбудителями её являются бактерии рода *Erwinia* и *Pseudomonas* [2,3]. Бактериальное повреждение деревьев является дестабилизирующим фактором, открывающим путь грибным эпифитотиям и вспышкам размножения насекомых, которые наряду с климатическими факторами играют в дальнейшем главенствующую роль в ослаблении и усыхании деревьев.

Характерным признаком бактериальной водянки хвойных является изменение окраски хвои – сначала она желтеет, затем становится оранжево-красной и сероватой, после чего усыхает. Древесина стволов и ветвей пораженных деревьев мокрая, с характерным кислым запахом. На поперечном срезе стволов любого возраста видно мокрое ложное ядро, часто темное – «темный водослой» почти всегда с неровными более темными краями. В стволе деревьев образуется большое количество жидкости, а также газ. Под давлением газа происходит разрыв годичных колец древесины и коры. Деревья могут усохнуть быстро, в течение одной весны, или медленно – в течение 10 и более лет, при этом деревья обычно «суховершинят». Ослабленные бактериальной водянкой деревья повреждаются короедом шестизубчатым (*Ips sexdentatus* Voemer), после чего окончательно усыхают.

Объектом исследования служила одна из главных лесообразующих пород – сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* Du Tour.) 150-200 летнего возраста. Кедровые



леса произрастают на хребтах Хамар-Дабана и Восточного Саяна, относятся к территории Тункинского национального парка (НП), филиал ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Республики Бурятия». Районами исследования являлись Зун-Муринский инспекторский участок (квартал 249) и Аршанское участковое лесничество (квартал 47). Динамика болезней леса района исследования такова, что с 2007 г. отмечен существенный рост площади лесных насаждений, пораженных болезнями, вызванными грибами и бактериями. По результатам лесопатологического обследования было выявлено усыхание и распад насаждений сосны кедровой на площади 146 га. В настоящее время насаждения утратили свое хозяйственное значение, как орехопромысловые зоны, в результате деградации и распада.

Для микробиологических анализов были взяты спилы стволов больных деревьев, где было видно мокрое ядро («темный водослой») с характерным кислым запахом. Выделен комплекс микроорганизмов, состоящий из бактерий, дрожжей и микромицетов. Для дальнейших исследований отобрано 4 изолята бактерий (З-249, А-47, А*, Аv), которые из поврежденной древесины выделялись наиболее часто.

Методом исследования профиля жирных кислот мембран клеточных стенок микроорганизмов определена принадлежность выделенных бактерий к роду *Erwinia*.

Из литературы известно, что фитопатогенные бактерии способны выделять не только токсины, но также и фитогормоны, стимулирующие рост растений [4]. Для подтверждения или опровержения данного факта нами были проведены лабораторные исследования с семенами сосны обыкновенной (3 класс качества), взятой из Аршанского лесничества Тункинского НП.

Проростки сосны, семена которых были обработаны водными суспензиями изолятов бактерий, отличались от контрольных большей выживаемостью (в 1,1-1,5 раз) и меньшей гибелью (в 1,5-7,0 раз) к концу эксперимента (рис.1).

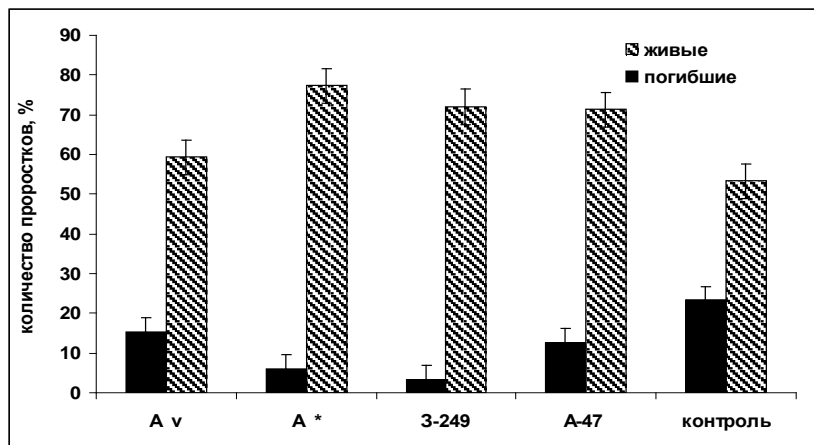


Рис.1. Влияние бактериальной обработки семян на сохранность проростков сосны обыкновенной

Обработка семян сосны бактериальной суспензией улучшала и морфометрические параметры проростков: увеличивала длину мутовки (в 1,5-2,0 раза), стебелька (1,1-1,5 раз), корешка (1,6-2,3 раз), и биомассу проростков (1,3-2,5 раз) (рис.2).

Для восстановления основных лесобразующих пород на территории Тункинского национального парка разбит лесной питомник, засеянный сосной обыкновенной на площади 0,14 га. Проведена фитопатологическая оценка сеянцев сосны и почвы под ними. Фитопатологическое состояние лесного питомника с

посевами сосны обыкновенной на территории Тункинского национального парка благополучное, признаков каких-либо заболеваний у семян не обнаружено.

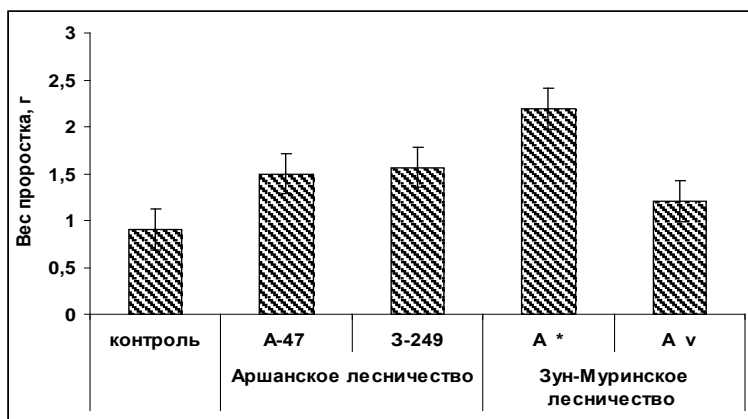


Рис.2. Влияние бактериальной обработки семян на вес проростков сосны обыкновенной

Микологический анализ почвы под посевами сосны выявил присутствие фитопатогенных грибов р. *Verticillium* только в ризосфере сосны (2013 г.), где на долю грибов приходится 5,7% от общего количества выделенных микроорганизмов. Наибольшее количество микромицетов обнаружено в ризосфере сосны, посева 2014 г. - 17,7%, в то время как в целине доля грибов составляла 2,5% от общего числа микроорганизмов.

В целом численность эколого-трофических групп микроорганизмов была наиболее высокой в целинной почве. Гидролитический комплекс представлен аммонификаторами и прототрофами, усваивающими минеральные формы азота, численность которого составляла 10,3 млн КОЕ/г почвы. Численность олиготрофов была выше в 2,2 раза, чем гидролитиков и составляла 23,2 млн КОЕ/г почвы. Под посевами сосны 2013 г., по сравнению с целиной, гидролитиков незначительно больше - 10,9 млн КОЕ/г, однако олиготрофов почти в 5 раз меньше – 5,0 млн КОЕ/г почвы. В ризосфере сосны 2014 г. численность как гидролитиков (3,4 млн КОЕ / г), так и олиготрофов (2,7 млн КОЕ / г), по сравнению с целиной, снижена 3 и 8 раз (соответственно) (рис.3). В гидролитическом комплексе под посевами сосны (2013-2014 гг.) преобладали споровые бактерии.

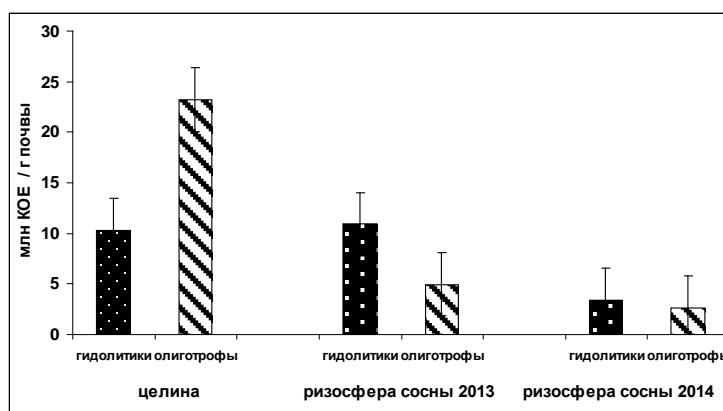


Рис.3. Численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере семян сосны обыкновенной и целинной почве

В олиготрофном комплексе выделяли присутствие и количество олигонитрофильных микроорганизмов, которые способны фиксировать молекулярный азот в незначительных количествах, ограничиваясь малыми его дозами. В олиготрофном комплексе целины на долю олигонитрофилов приходится до 27% от общего числа выделенных олиготрофов. В ризосфере сосны 2013 г. эта доля составляет половину (53%), и в ризосфере сосны 2014 г. – более половины (64%) от общего числа выделенных олиготрофов.

Таким образом, в почве питомника под посевами сосны обыкновенной численность всех эколого-трофических групп микроорганизмов ниже, чем в целинной. Интенсивность разложения органики ($K_{мин} = 2,7$) и аккумуляция азотистых соединений ($K_{олиг} = 7,8$) довольно высоки. В ризосфере сеянцев 2013 г. и 2014 г., как гидролитический, так и олиготрофный комплексы сбалансированы, что видно из значений коэффициентов микробиологической минерализации и олиготрофности: $K_{мин} = 0,47$ и $0,51$; $K_{олиг} = 0,42$ и $0,44$ (соответственно).

Заключение

В результате исследований определена принадлежность фитопатогенных бактерий, вызывающих заболевание «бактериальная водянка», к роду *Erwinia*. В лабораторных опытах, выделенные из «мокрой» древесины кедра, изоляты бактерий проявляли стимулирующее действие на рост семян и повышали все морфометрические показатели проростков в 1,5-2,5 раза. Опытные проростки отличались от контрольных большей выживаемостью к концу эксперимента и меньшей гибелью (в 1,5-7,0 раз). Микробиологический анализ почвы под посевами сосны обыкновенной (2013-2014 гг.) и целине возле питомника показал, что численность ЭКТГМ в целине выше, чем в почве под посевами сосны 2013 г. в 2,1 раза, и сосны 2014 г. – в 5, 6 раз. Минерализационные процессы более выражены в почве целины, чем в питомнике в 6,0 раз. В почве питомника количество фитопатогенных микромицетов, потенциально опасных для сеянцев, не превышает порога их вредоносности.

Список литературы

1. Воронин В.И. Бактериальное повреждение кедровых лесов / В.И. Воронин, Т.И. Морозова, Д.Ю. Ставников, И.А. Нечесов, В.А. Осколков, В.А. Буянтуев, Ю.З. Михайлов, Я.В. Говорин, А.Д. Середкин, М.А., Шуварков // Лесное хозяйство, - №2.- 2013.-С.39-41.
2. Щербин-Парфененко А.Л., Черпаков В.В. Бактериоз основных культур и его диагностика Черпаков // Фитопатогенные бактерии. – Киев: Наукова думка, 1975. – С. 300-302.
3. Рыбалко Т.М., Гукасян А.Б. Бактериозы хвойных в Сибири – Новосибирск: Наука, 1986. – 78 с.
4. Гродницкая И.Д. Инфекционные заболевания сеянцев хвойных в лесопитомниках Красноярского края и Хакасии и меры борьбы с ними // Известия СПбЛТА. В. 200.2012.С.253-263.

