



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 наземных и водных экосистем»

УДЕЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ТРОФИЧЕСКОЙ СЕТИ

Апресян С.К.¹

научные руководители: канд. физ.-мат. наук Шуваев АН²,

д-р. биол. наук Печуркин НС³

¹Институт Нефти и Газа, Сибирский Федеральный Университет

²Институт Инженерной Физики и Радиоэлектроники, Сибирский Федеральный
Университет

³Институт биофизики СО РАН

1. Введение

Трофические сети представляются как потоки энергии и массы, соединяющие трофические звенья разного уровня. При этом поток энергии связан с потоком массы: энергия, запасённая в связях молекул, переносится в виде пищи. Поглощенная в звене энергия частью диссипируется в окружающую среду, а частью передаётся далее по трофической цепи. Основным ограничением сети является конечная масса вещества, поэтому система не может перенести сколь угодно большое количество энергии.

Мы полагали, что живая система тем успешнее, чем больший поток энергии она может перенести [1]. Поэтому, с одной стороны должны выигрывать те системы, которые с меньшей массой переносят большую энергию. С другой стороны, удлинение трофической цепи означает увеличение массы системы, что противоречит условиям ограниченности ресурсов. Это означает, что должен существовать оптимум отношения E/M : система стремится поглотить больше энергии, но имеет ограничение по массе.

В работе исследовались экосистемы в виде трофических сетей с разной степенью насыщенности связями для нахождения оптимальной конфигурации с помощью показателя эффективности переноса удельной энергии E/M .

2. Методы исследования

Исследовались трофические сети с произвольным выбором конфигурации потоков масс и энергий между звеньями. Для дальнейшей работы составлялись матрицы потоков $E=e_{ij}$ и $M=m_{ij}$ энергий и масс соответственно, из звена i в звено j . При этом соблюдался принцип Одума: $\frac{e_{ij}}{m_{ij}}$ возрастает от предыдущего трофического уровня к последующему [2].

Построение цепи начиналось с введения звена автотрофа, которое получало энергию извне в виде фотонов светового излучения. Поглощенная энергия запасалась в связях между молекулами вещества. Далее это вещество передавалось по цепи гетеротрофов, где каждый последующий гетеротроф питается предыдущим и получает энергию из поглощенной массы. Звеном, замыкающим цепь, являлся сток в виде детрита с нутриентным пулом, где входящие потоки – потоки отмирающей массы и выделений.



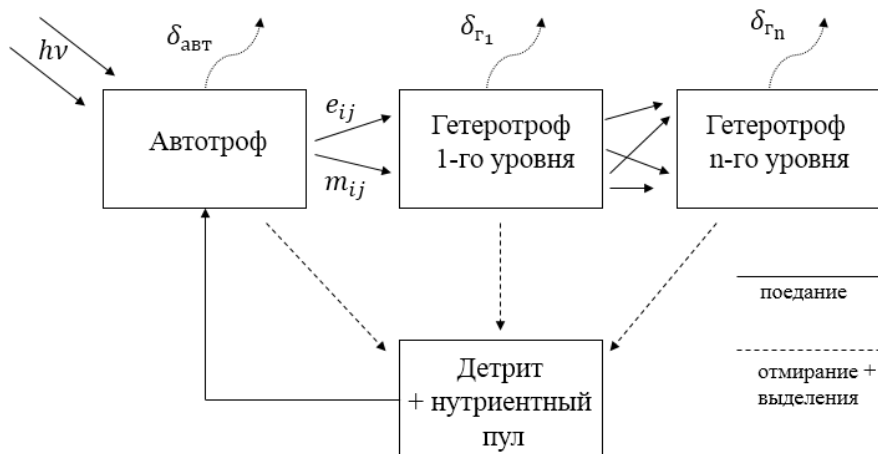


Рисунок 1. Общая схема трофической сети, где: $h\nu$ – поток входящей энергии, δ – диссипация энергии.

Насыщенность трофической сети связями оценивалась по показателю AMC (формула 1), (Average Mutual Constraint, среднее взаимное ограничение) [3]:

$$AMC = \sum_{ij} \left(\frac{m_{ij}}{\sum_{ij} m_{ij}} \right) \ln \left(\frac{m_{ij} \sum_{ij} m_{ij}}{\sum_i m_{ij} \sum_j m_{ij}} \right). \quad (1)$$

где: m_{ij} – поток массы из звена i в звено j ;

$\sum_i m_{ij}$ – суммарный отток массы из звена i ;

$\sum_j m_{ij}$ – суммарный приток массы в звено j ;

$\sum_{ij} m_{ij}$ – суммарный поток массы в системе.

Итоговый показатель для каждой сети рассчитывался как отношение суммарной энергии к суммарной массе системы по формуле (2):

$$\frac{E}{M} = \frac{\sum E_{ij}}{\sum M_{ij}}. \quad (2)$$

3. Результаты

В результате исследований было показано, что оптимум E/M существует для любой конфигурации сети, зависит от входного потока энергии и насыщенности связей.



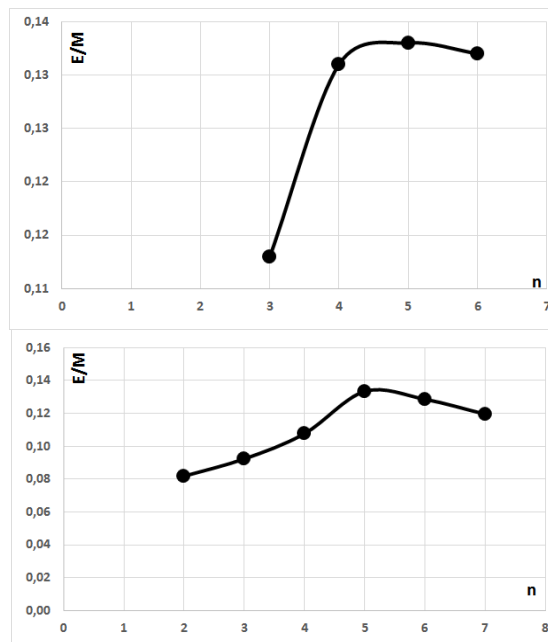
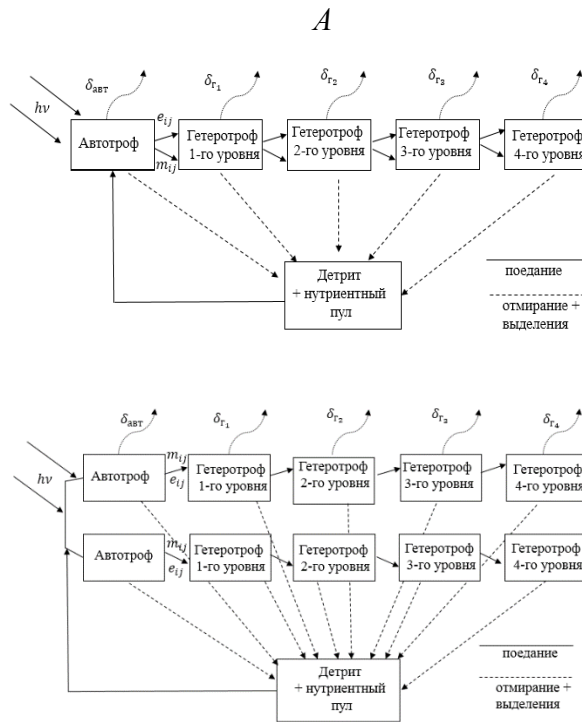


Рисунок 2. А – структура сети, соответствующая оптимуму E/M ;
 Б – E/M как функция числа звеньев n (т.е. общей массы).

Положение оптимума не изменялось при одновременном увеличении суммарной энергии и суммарной массы системы. Таким образом кратное изменение как входного потока энергии, так и мощности потоков энергии/массы между звеньями не влияло на оптимальную длину цепи.

Так же было показано, что при увеличении количества связей между звеньями (т.е. увеличении параллельных связей в цепи), отношение E/M может как уменьшаться,

так и возрастать. Это означает, что не существует корреляции между ограничениями АМС и отношением E/M .

Список литературы

[1] – Печуркин Н. С. Энергетическая направленность развития жизни на планете Земля. – Библиотека журнала СФУ / М-во образования и науки Рос. Федерации, Сиб. федер. ун-т. Биология, 2011.

[2] – Odum E. P. Energy flow in ecosystems: a historical review //American Zoologist. – 1968. – Т. 8. – №. 1. – С. 11-18.

[3] – Ulanowicz R. E. Quantitative methods for ecological network analysis //Computational Biology and Chemistry. – 2004. – Т. 28. – №. 5. – С. 321-339.



ФАУНА РУЧЕЙНИКОВ ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ

Р. ЕНИСЕЙ

Еремина М.В.

научный руководитель канд. биол. наук Шулепина С. П.

Сибирский федеральный университет

В водных экосистемах значение ручейников (*Trichoptera*) весьма велико. Их личинки, куколки и имаго заселяют стоячие и проточные водоёмы, часто достигают высокой численности, служат кормом для рыб [1]. К тому же они являются показателями высокой продуктивности водоёмов. Ручейники формируют основу бентосного населения водотоков горного типа, поэтому изучение пространственного распределения их сообществ даёт ключ к познанию процессов биопродуцирования в водных экосистемах, разработке подходов к биоиндикации природных вод и прогнозированию состояния речных экосистем при различных нарушениях условий среды [2].

Целью данной работы является изучить фауну ручейников некоторых водотоков бассейна среднего течения р. Енисей.

В ходе работы были отобраны пробы личинок ручейников с пяти водотоков, определен видовой состав ручейников, изучено пространственное распределение, сезонная динамика численности и биомассы личинок ручейника *Ceratopsyche nevae*.

Сбор проб личинок ручейников проводился: в р. Базаиха - в 9 км выше устья, и в устье; в устье р. Есауловка; в районе выхода р. Бугач из оз. Мясокомбината; в р. Енисей - в районе 2 км ниже пос. Слизнево; в районе 15 км ниже г. Красноярск, в районе 35 км ниже г. Красноярск; в устье р. Мана. Пробы отбирали в период с июля по октябрь 2014 года. Для анализа фауны ручейников производился качественный сбор проб вручную. Для изучения пространственного и временного распределения плотности ручейника *Ceratopsyche nevae* в р. Базаиха пробы зообентоса отбирали скребком с площадью захвата $1/16\text{ м}^2$. На всех станциях исследования галечно-песчаный грунт.

В водотоках бассейна р. Енисей обнаружено 10 видов ручейников из 6 семейств (табл.1). Личинки ручейника *Ceratopsyche nevae* встречаются почти повсеместно за исключением р. Есауловка. Этот транспалеарктический вид обитает в быстрых реках и широко распространен в Сибири, Дальнем Востоке и на севере европейской части России [3].

Виды ручейников *Stenopsyche marmorata*, *Brachycentryx subnubilis*, *Chaetopteryx sahlbergi*, *Asynarchus amurensis*, *Rhyacophila lata* и *Rhyacophila sibirica* были собраны только в р. Базаиха. Эти ручейники являются широко распространенными палеарктическими видами, обитающими в чистых реках. Возможно, их отсутствие в реках Мана, Бугач, Есауловка и Енисей косвенно указывает на наличие загрязнений в этих водотоках.

Вид *Anabolia furcata* был найден только в р. Есауловка. Этот вид населяет преимущественно медленно текущие реки и является фильтратором и детритофагом. Таким образом, подходящие условия для обитания этого вида, зарегистрированы только в р. Есауловка (низкая скорость течения реки, дно покрыто макрофитами).

Личинки *Dicosmoecus palatus* встретились в р. Базаиха и в р. Енисей. Личинки данного вида предпочитают быстротекущие реки.

Вид *Apatania crymophila* зарегистрирован в р. Енисей, а также в устьевых районах рек Базаиха и Мана. Этот вид предпочитает холодные реки, что соответствует



температурному режиму р. Енисей ($t = 5^{\circ}\text{C}$). Возможно в р. Базаиха и в р. Мана личинки поступают из р. Енисей во время паводка.

Таблица 1. Видовая таблица ручейников водотоков бассейна среднего течения р. Енисей.

Вид	Река, месяц сбора										
	Базаиха					Бугач	Мана		Есауловка	Енисей	
	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Июль	Сентябрь	Октябрь	Июль	Сентябрь	Октябрь
Сем. Stenopsychidae											
Stenopsyche marmorata Navas	+	+									
Сем. Brachycentridae											
Brachycentryx subnubilis Curtis	+	+									
Сем. Hydropsychidae											
Ceratopsyche nevae Kolenati	+	+				+	+	+		+	
Сем. Limnephilidae											
Chaetopteryx sahlbergi MacLachlan	+	+									
Asynarchus amurensis Ulmer		+									
Anabolia furcata Brauer									+		
Dicosmoecus palatus MacLachlan			+								+
Сем. Rhyacophilidae											
Rhyacophila lata		+									



Martynov											
Rhyacophila sibirica MacLachlan		+									
Сем. Apataniidae											
Apatania cymophila MacLachlan					+		+			+	+

В сезонной динамике плотности ручейников *Ceratopsyche nevae* в р. Базаиха, 9 км выше устья (рис. 1) наблюдались крайне низкие значения плотности в июле (16 экз/м²; 0,12 г/м²) и августе, что обусловлено вылетом этих беспозвоночных животных из водотока. К сентябрю (176 экз/м²; 4,49 г/м²) численность ручейников увеличилась в 10 раз, а биомасса в 4 раза за счет подросших новых генераций. С сентября по октябрь (96 экз/м²; 1,57 г/м²) зарегистрировано снижение плотности в 1,8 - 3 раза, что скорее всего связано с вылетом личинок из водотока.

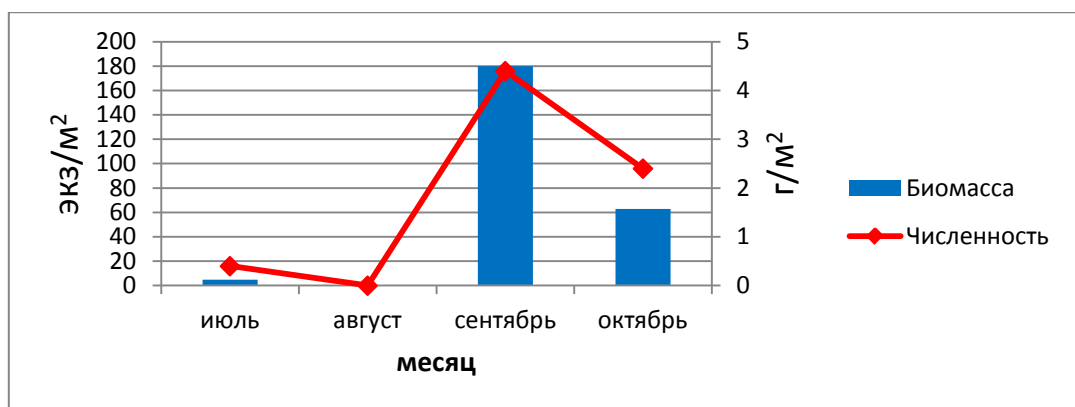


Рисунок 1. Сезонная динамика биомассы (г/м²) и численности (экз/м²) личинок ручейника *Ceratopsyche nevae* в реке Базаиха, 9 км выше устья.

В сезонной динамике плотности ручейников *Ceratopsyche nevae* в устье р. Базаиха (рис. 2) наблюдалось снижение значения плотности с июня (48 экз/м²; 1,02 г/м²) по июль (отсутствовали), что может быть связано с вылетом личинок из водотока. К сентябрю численность этих беспозвоночных (144 экз/м²) увеличилась в 9 раз, а биомасса (2,16 г/м²) личинок ручейника снизилась в 1,9 раз, за счет подросших новых генераций. В период с сентября по октябрь (16 экз/м²; 0,03 г/м²) произошло снижение плотности ручейников более чем в 10 раз, что может быть связано с вылетом подросших генераций личинок.

Таким образом, сезонная динамика плотности личинок на обеих станциях совпала. Пик плотности ручейников отмечен в сентябре на обеих станциях, что характерно для развития амфибиотических насекомых.

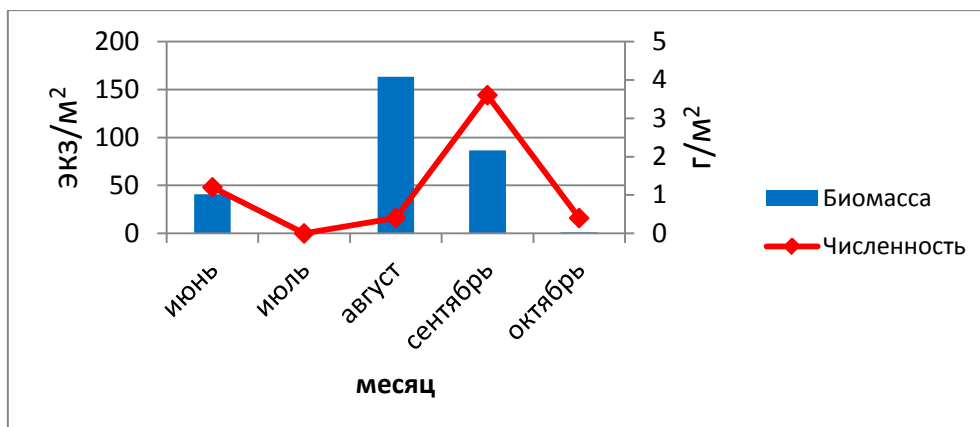


Рисунок 2. Сезонная динамика биомассы ($г/м^2$) и численности ($экз/м^2$) личинок ручейника *Ceratopsyche nevae* в устье реки Базаиха.

В пространственной динамике плотности личинок ручейников *Ceratopsyche nevae* в р. Базаиха отмечено снижение их численности и биомассы в направлении от района 9 км выше устья реки ($72 экз/м^2$; $1,55 г/м^2$) к району устья реки ($44,8 экз/м^2$; $1,46 г/м^2$) в 1,1 – 1,6 раз. Это может быть обусловлено условием его обитания. В районе 9 км выше устья реки в грунте преобладали камни, заросшие высшей водной растительностью. Это является хорошим кормом для личинок. В районе устья реки в грунте преобладали также камни, но отсутствовала растительность и отмечено заиливание реки. Это связано со смывом органических веществ с п. Базаиха. Эти условия биотопа, по-видимому, не благоприятны для развития этого ручейника.

В среднем по исследованным районам реки Базаиха плотность личинок ручейника составила $57 экз/м^2 \pm 22 экз/м^2$ и $1,5 г/м^2 \pm 0,6 г/м^2$, что составляло 0,8 % и 1,9 % от численности ($924 экз/м^2 \pm 207 экз/м^2$) и биомассы ($10,1 г/м^2 \pm 2,7 г/м^2$) зообентоса реки.

Таким образом, личинки ручейника *Ceratopsyche nevae* вносят незначительный вклад в плотность зообентоса реки Базаиха.

Список используемых источников

1. Лепнева, С. Г. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (*Annulipalpia*). Ручейники. Фауна СССР : в 2 т./ С. Г. Лепнева; под.ред. Е. Н. Павловского. – Москва : Наука, 1964. – Т.2. – 560 с.
2. Руднева, Л. В. Зообентос горных водотоков бассейна Верхней Оби: автореф. дис... канд. биол.наук :03.00.18 / Руднева Любовь Васильевна. - Красноярск, 1995. - 24 с.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных России : в 6 т. /под.ред. С. Я. Цалолихина. – Санкт-Петербург : Наука, 2001. – Т.5. – 825 с.

КСИЛОТРОФНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ НА ТОПОЛЕ БАЛЬЗАМИЧЕСКОМ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КИРОВСКОГО РАЙОНА Г. КРАСНОЯРСК

Кузнецов В.Д., Коркунов А.Е.,
научный руководитель Игнатъева Л.Л., учитель биологии гимназии №4
МБОУ СОШ Гимназия №4

Актуальность:

Зеленые насаждения являются надёжными естественными очистителями воздуха. Листья растений задерживают пыль, газы и, таким образом, способствуют очищению приземного слоя воздуха. Их и так мало, а те что есть зачастую поражены дерево-разрушающими грибами. В наше время очень много деревьев, которые подвержены заражению ксилотрофными макромицетами. К сожалению, этому не уделяется достаточно внимания, Наблюдается низкое число научных работ посвящено изучению ксилотрофных макромицетов Красноярского края, что указывает на большую актуальность изучения этой проблемы Поэтому изучение Состояния зеленых насаждений жилой застройки города Кировского района г. Красноярск является актуальной проблемой.

Целью работы является: изучение степени заселения ксилотрофными макромицетами тополя бальзамического в зеленых насаждениях Кировского района г. Красноярск.

В задачи исследования входило:

1. Изучение особенностей биологии и экологии ксилотрофных макромицетов и литературных источников...
2. Изучение видового разнообразия ксилотрофных макромицетов, заселяющих тополь бальзамический
3. Проведение анализа эколого-трофической структуры и территориального распределения выявленных видов макромицетов.
4. Разработать рекомендации, способствующие оздоровлению зеленых насаждений исследуемого района.

Объекты и методы исследований

Район исследования: г.Красноярск, Кировский район.



Объектом исследований являлись живые деревья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) выявленные на исследуемой территории. Другие категории субстрата – сухостой, валеж, пни и порубочные остатки – будут исследованы в течение летнего полевого сезона.

Деревья осматривались в целях обнаружения на них плодовых тел ксилотрофных макромицетов.

Обнаруженные плодовые тела коллектировались для последующей камеральной обработки и хранения в гербарии, при их недоступности фотографировались.

Идентификация видовой принадлежности производилась по общепринятой методике с использованием определителей некоторых отечественных авторов (Бондарцева, 1998; Васильева, 1973).

Результаты и их обсуждение:

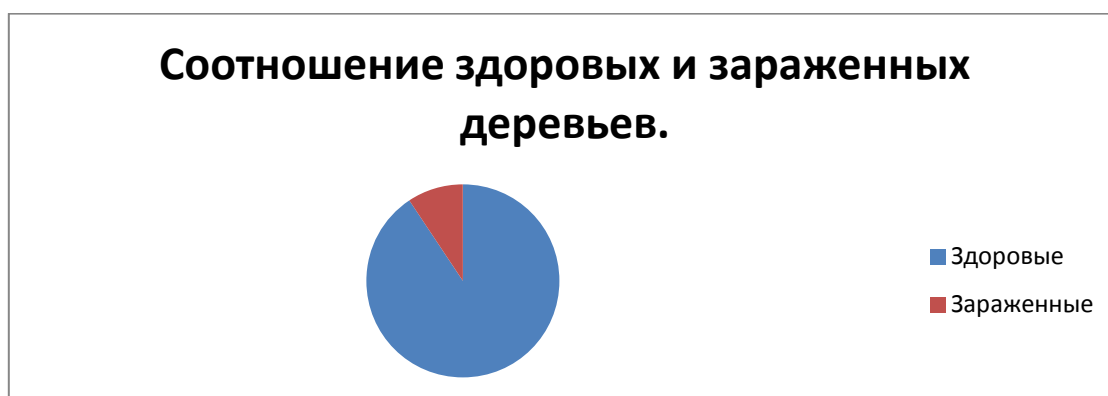
В результате проведенных исследований было обследовано 107 деревьев тополя.

Ориентировочный обследованных возраст деревьев определяется в 30 и более лет, они были высажены в период застройки района.

Визуальная оценка жизненного состояния обследованных деревьев характеризует их крайне слабыми, но все еще жизнеспособными.

Большинство деревьев подвергаются сезонной обрезке, а так же антропогенному влиянию (загрязнение выхлопными газами, физическое повреждение стволов деревьев и т.д.).

Среди обследованных деревьев на 10 были выявлены плодовые тела ксилотрофных макромицетов. Было собрано 10 образцов. Определение проводилось под руководством К.Э.Н. доцента кафедры СФУ Крючковой О.Е.



Статистическая обработка полученных данных показала относительно высокие значения заселения тополя ксилотрофными макромицетами: 9.3 % деревьев. 5% уже считается критической степенью поражения древостоя, что свидетельствует о сильно воздействии на зеленые насаждения антропогенной нагрузки и о неблагоприятном прогнозе состояния тополя в будущем. Пораженные деревья через некоторое время (3-5 лет) выпадают из древостоя, переходя вначале в категорию сухостоя, и затем валежа. Они представляют известную опасность при сильном ветре.

Возрастной анализ пораженных деревьев показал, что почти все они являются деревьями старшей возрастной группы, превышающей 30 см в диаметре.

Почти все они подвергались сезонной обрезке. Только у двух деревьев (20 %), несущих плодовые тела ксилотрофов, ветви не обрезались.

Большинство пораженных деревьев располагались на территориях внутри жилых кварталов. Часто наблюдается своеобразная скученность пораженных деревьев

тополя: так, в одном квартале могут располагаться до 3 заселенных столов. Такое распределение грибов на исследуемой территории свидетельствует о том, что наличие одного зараженного ими дерева обуславливает более легкое заражение соседних.

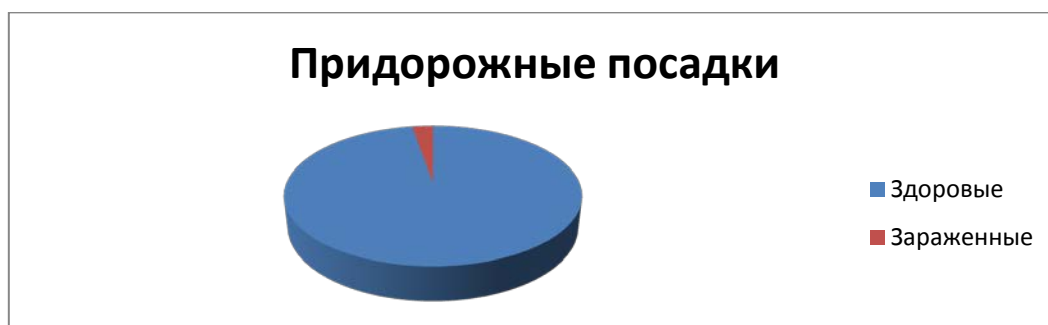
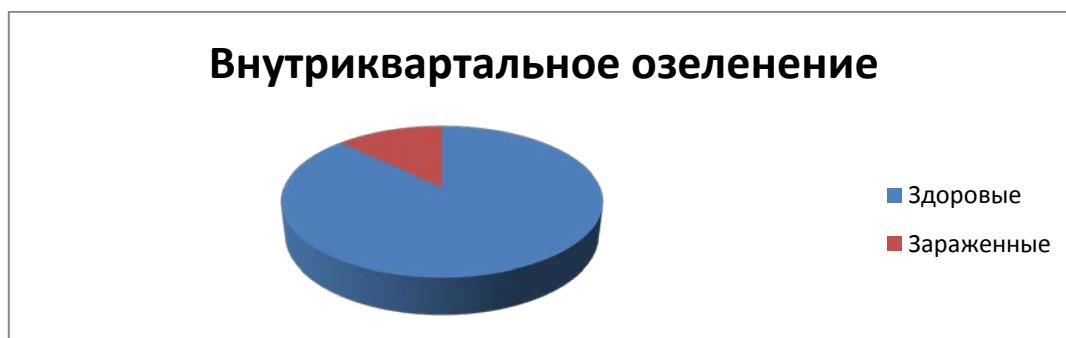


Рис. 1. Распределение числа здоровых и пораженных деревьев в различных типах древесных насаждений (внутриквартальное озеленение и придорожные посадки).



Анализ видового разнообразия выявленных макромицетов показал наличие ограниченного числа грибов: всего 5 видов.

Таб. 1. Ксилотрофные макромицеты на тополе бальзамическом (Кировский райо. Г. Красноярск)

Вид	Трофическая группа	Тип древесных насаждений	
		Внутриквартальное озеленение	Придорожные насаждения
Fomes fomentarius	ФС	4	
Ganoderma applanatum	ФП	2	1
Trametes trogii	ФП	1	
Vjercandera adusta	ФП	1	
Pholiota populnea	ФС	1	

В одном случае два вида: Ganoderma applanatum и Vjercandera adusta были выявлены на одном дереве.

Большинство выявленных видов обнаружено во внутриквартальных насаждениях (таб. 1, рис.1)



Рис. 2. Ксилотрофные макромицеты на живых деревьях тополя бальзамического во внутриквартальном озеленении: 1 – *Ganoderma applanatum*, 2 – *Fomes fomentarius*.

Эколого-трофический анализ выявленных видов показал принадлежность двух из них: *Fomes fomentarius* и *Pholiota populnea* к группе факультативных сапротрофов. Грибы этой трофической группы являются достаточно опасными в плане паразитической активности, заселяющими относительно здоровые деревья с незначительными повреждениями коры и ветвей. После их гибели они способны питаться мертвой древесиной.

Остальные три: *Ganoderma applanatum*, *Trametes trogii* и *Vjercandera adusta* относятся к факультативными паразитами. Эти виды чаще проявляют себя как типичные сапротрофы, но способны заселять и сильно ослабленные, но еще живые деревья.

Выводы:

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Ксилотрофные макромицеты являются необходимым элементом лесных экосистем, однако в условиях города их влияние на зеленые насаждения в целом неблагоприятно и должно быть минимизировано.
2. В условиях исследованного района видовое разнообразие ксилотрофных макромицетов 5 видов.
3. Выявленные виды преимущественно являются факультативными паразитами, поражающими ослабленные деревья. Основная их доля приходится на внутриквартальные зеленые насаждения.
4. В целях предупреждения заражения здоровых деревьев тополя и возможного ветровала рекомендуется информировать городские структуры, занимающихся состоянием зеленых насаждений (УЗС), о наличии очагов поражения древостоя. Рекомендуется своевременное удаление деревьев, на которых обнаружены плодовые тела ксилотрофных макромицетов.

Список литературы

1. Кутафьева, Н. П. Морфология грибов / Н. П. Кутафьева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2003. – 215 с.
2. Научно-методическое пособие по диагностике грибных болезней лесных деревьев и кустарников. М.: ВНИИЛМ, 2003. — 123 с.
3. Сафонов М.А. Структура сообществ ксилотрофных грибов. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — 369 с.
4. Бондарцева, М.А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып. 2. / М. А. Бондарцева. - СПб., Наука. 1998. - 391 с.
5. Мир растений. В 7 т. /Редкол. А. Л. Тахтаджян (гл. ред.) И др.Т. 2. Грибы / Под ред. М.В. Горленко. – 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1991. - 475 с.





УДК 591.69+597.5

ПАЗАРИТОФАУНА РЫБ ЗАЛИВА УБЕЙ КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Лазуто Е. В.

научный руководитель канд. биол. наук Зуев И. В.

Сибирский федеральный университет

Паразитофауна рыб Красноярского водохранилища до настоящего времени остается малоизученной. Современные сведения о паразитах приводятся только в работах Ю.К. Чугуновой и А.А. Вышегородцева [4], где дается суммарная многолетняя сводка по Красноярскому водохранилищу. Вместе с тем, на различных его участках и в разные сезоны разнообразие и показатели обилия паразитов могут существенно отличаться, что требует проведения постоянных мониторинговых работ.

В июне 2014 года в заливе Убей Красноярского водохранилища было проведено исследование 7 видов рыб на предмет заражения их паразитами. Для исследования были отобраны следующие виды рыб: Щука обыкновенная (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) – 25 экз., Окунь речной (*Percfluviatilis* Linnaeus, 1758) – 25 экз., Ерш обыкновенный (*Gymnocephalus cernuus* Linnaeus, 1758) – 25 экз., Плотва сибирская (*Rutilus rutilus lacustris* Linnaeus, 1758) – 25 экз., Лещ (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) – 4 экз., Елец сибирский (*Leuciscus leuciscus baicalensis* Dybowski, 1874) – 4 экз., Хариус сибирский (*Thymallus arcticus* Pallas, 1776) – 4 экз.

Всего было исследовано 112 экземпляров рыб. Отлов производили ставными сетями и неводом.

Был проведен неполный паразитологический анализ (без учета представителей подцарства Protozoa) рыб по методике, представленной в методическом пособии «Паразитологическое исследование рыб» И. Е. Быховской-Павловской [1].

Обнаруженных паразитов фиксировали следующим образом: паразитов класса Bivalvia – 3%-м водным раствором формальдегида, паразитов классов Monogenea, Trematoda, Cestoda, Acantocephala – 70%-м спиртом, гельминтов класса Nematoda поместили на хранение в жидкость Барбагалло (3%-ный раствор формалина в физиологическом растворе поваренной соли) [1]. Гельминтов окрашивали водным раствором квасцового кармина, постоянные препараты изготавливали с использованием канадского бальзама и глицерин-желатина. Определение паразитов производили при помощи «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» [2, 3]. Затем провели количественную оценку зараженности рыб паразитами. Для этого посчитали экстенсивность инвазии (Р), интенсивность инвазии (ИИ), индекс обилия (ИО). Сходство видового состава паразитов исследуемых было оценено с помощью индекса Жаккара (см. Таблица 2).

В ходе исследования были обнаружены паразиты из 7 таксономических групп (см. Таблица 1): тип Plathelminthes, классы Monogenea (вид *Tetraonchus momenteron* (Wagener, 1857), поражающий хариуса и щуку; представители данного класса не были определены до вида у леща, плотвы и ерша), Trematoda (представлен *Ichthyocotylurus* sp., обнаруженным у ерша и окуня), Cestoda (у плотвы: *Proteocephalustorulosus* (Batsch, 1786), *Ligulaintestinalis* (Linnaeus, 1758); у леща: *Digramma interrupta* (Rudolphi, 1810); у ельца: *Proteocephalustorulosus* (Batsch, 1786); у щуки: *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781), *Diphilobothrium latum* (Linnaeus, 1758); у окуня: *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781), *Diphilobothrium dendriticum* (Nitzsch, 1824); у ерша: *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781); у хариуса: *Proteocephalus thymalli* (Annenkova-Chlopina, 1923); тип Nematelminthes класс Nematoda представлен



видом *Raphidascarisacus* (SkrjabinetKarakhin, 1945), обнаруженным у щуки, окуня, плотвы, леща и ельца; тип Acanthocephales, класс Acanthocephala, вид *Metechinorhynchysalmonis* Muller, 1780, поражающий кишечник хариуса; тип Mollusca, класс Bivalvia – паразиты не были определены до вида, встречались у всех исследованных видов рыб; представители типа Arthropoda, класса Crustacea были обнаружены у ерша

Таблица 1. Видовой состав паразитов и показатели зараженности рыб залива Убей Красноярского водохранилища (2014)

Вид рыбы	Вид паразита	Локализация	Количество, экз.	P, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
Щука обыкновенная (25 экземпляров)	Bivalvia	Плавники	7	20,0	1,4	0,3
	Tetraonchusmomen enteron	Кожа, жабры	185	36,0	20,6	7,4
	Triaenophorusnod ulosus	Кишечник	119	60,0	8,9	5,4
	Diphyllobothrium latum	Полость тела, печень, икра	42	36,0	4,7	1,7
	Raphidascarisacu s	Кишечник	13	20,0	2,6	0,5
Лещ (4 экземпляра)	Bivalvia	Жабры	1	25	1	0,25
	Monogenea	Кожа, жабры	2	25	2	0,5
	Digrammainterru pta	Полость тела	3	25	3	0,75
	Ligula intestinalis	Полость тела	4	25	4	1
	Raphidascarisacu s	Печень	56	25	56	14
Плотва (25 экземпляров)	Bivalvia	Плавники	5	20,0	1,0	0,2
	Monogenea	Жабры	20	8,0	10,0	0,8
	Ligula intestinalis	Полость тела	29	64,0	1,8	1,2
	Proteocephalustor ulosus	Кишечник	10	28,0	1,4	0,4
	Raphidascarisacu s	Почки	2	4,0	2,0	0,1
Окунь речной (25 экземпляров)	Bivalvia	Плавники, жабры	23	36	2,6	0,9
	Triaenophorusnod ulosus	Кишечник	7	28	1,0	0,3
	Diphyllobothrium dendriticum	Мышцы	1	4	1	0,04
	Ichthyocotylurusv ariegatus	Брыжейка	26	28	3,7	1,0
	Raphidascarisacu s	Кишечник	4	12	1,3	0,2
Елец (4 экземпляра)	Bivalvia	Кожа, жабры, плавники	6	50,0	3,0	1,5
	Proteocephalustor ulosus	Кишечник	1	25,0	1,0	0,3



	Raphidascarisacusa	Печень	2	50,0	1,0	0,5
Вид рыбы	Вид паразита	Локализация	Количество, экз.	Р, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
Ерш (25 экземпляров)	Bivalvia	Плавник, жаберная крышка	25	28,0	3,6	1,0
	Monogenea	Жабры, кожа	56	36,0	6,2	2,2
	Trienophorusnodulosus	Кишечник, печень	89	64,0	5,6	3,6
	Ichthyocotylurusvariegatus	Брыжейка	576	88,0	26,2	23,0
	Crustacea	Плавники	32	12,0	10,7	1,3
Хариус (4 экземпляра)	Bivalvia	Плавники, покровы	4	50	2	1
	Tetraonchusmomenteron	Жабры	1	25	1	0,25
	Ichthyocotylurussp.	Кишечник	1	25	1	0,25
	Proteocephalusthymalli	Кишечник	3	50	1,5	0,75
	Metechinorhynchysalmonis	Кишечник	5	25	5	1,25

Исследование Ю. К. Чугуновой и А. А. Вышегородцева (2012) показывает, что в настоящее время у рыб Красноярского водохранилища обнаружено 8 видов цестод; моногеней – 6; ракообразных – 3; нематод – 2; трематод – 1 вид. В ходе нашего исследования было отмечено 7 видов цестод; 1 вид моногеней, который удалось определить; 1 вид трематод; 1 вид нематод; 1 вид скребней, данных о нахождении которого ранее не встречалось.

Наибольшее число особей паразитов отмечено у ерша (778 экз.) за счет доминирующего вида *Ichthyocotylurusvariegatus* (576 экз.), который был зафиксирован на брыжейке, при Р = 88,0%, ИИ = 26,2 экз., ИО = 23,0 экз. Далее по мере снижения паразитарной «нагрузки»: у щуки было обнаружено 366 особей, основную «нагрузку» составил гельминт *Tetraonchusmomenteron* (185 экз.) с кожных покровов и жабр при Р = 36,0%, ИИ = 20,6 экз., ИО = 7,4 экз.; у плотвы – 66 (массовый вид - *Ligulaintestinalis* (брюшная полость) – 29 особей, при Р = 64,0%, ИИ = 1,8 экз., ИО = 1,2 экз.); у окуня – 61 особь (наибольшее число пришлось на *Ichthyocotylurusvariegatus* (локализован на брыжейке) – 26 при Р = 28%, ИИ = 3,7 экз., ИО = 1,0 экз.).

Наибольшая «нагрузка» паразитами среди рыб меньшей выборки отмечена у леща – 66 особей за счет *Raphidascarisacus*, локализованного в печени (56 экземпляров при Р = 25%, ИИ = 56 экз., ИО = 14 экз.). У хариуса – 14 особей (массовый вид – кишечный скребень *Metechinorhynchysalmonis* – 5 экз. при Р = 25%, ИИ = 5 экз., ИО = 1,25 экз.); у ельца – 9 особей за счет эктопаразитов класса *Bivalvia* (6 экземпляров при Р = 50,0%, ИИ = 3,0 экз., ИО = 1,5 экз.).

Таблица 2. Индекс сходства паразитофауны исследуемых видов рыб (индекс Жаккара)



Вид рыбы	Щука обыкновенная	Лещ	Плотва	Окунь речной	Елец	Ерш	Хариус
Щука обыкновенная	-	0,25	0,25	0,43	0,33	0,25	0,25
Вид рыбы	Щука обыкновенная	Лещ	Плотва	Окунь речной	Елец	Ерш	Хариус
Лещ	0,25	-	0,43	0,25	0,33	0,11	0,11
Плотва	0,25	0,43	-	0,25	0,33	0,11	0,11
Окунь речной	0,43	0,25	0,25	-	0,33	0,43	0,11
Елец	0,33	0,33	0,33	0,33	-	0,14	0,14
Ерш	0,25	0,11	0,11	0,43	0,14	-	0,11
Хариус	0,25	0,11	0,11	0,11	0,14	0,11	-

Индекс Жаккара показал, что наибольшее сходство паразитофауны имеют между собой следующие виды рыб: щука/окунь = 0,43; ерш/окунь = 0,43; лещ/плотва = 0,43. Наименьшие показатели сходства паразитофауны у хариуса по отношению к остальным рыбам (0,11-0,25), что, вероятно, связано с выловом данного вида из подпора р. Синжуй. По данным Ю. К. Чугуновой и А. А. Вышегородцева (2012) в Красноярском водохранилище по величине зараженности доминируют паразиты, связанные в своем развитии с зоопланктоном: *Diphilobothrium latum* (щука – 100,0%, окунь – 37,1%, ерш – 19,04%); *Triaenophorus nodulosus* (ерш – 80,0%, щука – 60,0%, окунь – 3,6%); *Ligulaintestinalis* (елец – 21,4%, плотва – 16,6%, лещ – 4,5%); *Digramma interrupta* (лещ – 36,0%, плотва – 1,5%) которые и определяют эпизоотическую ситуацию на водоеме в настоящее время. Заражение окуня и ерша трематодой *Ichthyocotylurus variegatus*, промежуточным хозяином которой является брюхоногий моллюск вальвата, составляет 32,1 и 42,8% соответственно. В ходе нашего исследования установлены следующая экстенсивность инвазии для тех же паразитов: *Diphilobothrium latum* (щука – 36,0%, у окуня и ерша не были обнаружены), *Triaenophorus nodulosus* (ерш – 64,0%, щука – 60,0%, окунь – 28%); *Ligulaintestinalis* (елец – не обнаружено, плотва – 64,0%, лещ – 25,0%); *Digramma interrupta* (лещ – 25,0%, плотва – не обнаружено), *Ichthyocotylurus variegatus* (окунь – 28,0%, ерш – 88,0%). Различия наших данных с ранее полученными, вероятно, связаны с локальным характером исследования. Увеличение численности *Ichthyocotylurus variegatus* у ерша может быть связано с местом его вылова (подпор реки Синжуй), где вальвата осваивают новый биотоп и устанавливают связь: моллюски – рыбы, моллюски – рыбы – птицы. В результате чего численность трематод нарастает.

Список литературы

1. Быховская-Павловская, И. Е. Паразитологическое исследование рыб / И. Е. Быховская-Павловская – Ленинград: изд. «Наука», ленинградское отделение, 1969. - 109 с.
2. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть) – Ленинград : Изд. Академии Наук СССР, 1985. - 425 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть) – Ленинград : Изд. Академии Наук СССР, 1987. - 425 с.
4. Чугунова, Ю. К. Современное состояние ихтиофауны и паразитофауны Красноярского водохранилища / Ю.К. Чугунова, А. А. Вышегородцев // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – С. 218-222.



МИНЕРАЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПОД ЛИСТВЕННИЦЕЙ СИБИРСКОЙ И СОСНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ: ОТКЛИК НА ВНЕСЕНИЕ АЗОТА

А.И. Матвиенко

научный руководитель д. б. н. Меняйло О. В.

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск

Азот все в больших количествах поступает в экосистемы в виде удобрений и с атмосферными осадками, что приводит к существенным изменениям в процессах как азотного, так и углеродного цикла [1, 2]. Анализ литературы указывает на преобладающее накопление углерода в почве при повышенном поступлении N, вследствие подавления активности гетеротрофных микроорганизмов [3]. Однако большинство публикаций основано на экспериментах, проведенных в индустриальных странах с высоким уровнем промышленных выбросов и азотных выпадений [4]. В Сибири уровень азотных выпадений является одним из самых низких в мире. Предполагается, что при таких поступлениях азота в экосистемы отклик процессов трансформации углерода может быть принципиально другим [4].

Поэтому целью нашей работы было изучить влияние добавления азота на судьбу почвенного углерода в почве под лиственницей сибирской и сосной обыкновенной. В задачи входило: установить влияние азота на общий поток CO₂ и гетеротрофную активность под 2-мя древесными породами в полевых условиях.

Для того чтобы оценить влияние азота на гетеротрофный и автотрофный компонент дыхания отдельно, в трехлетнем полевом эксперименте было использовано два вида колец – мелкое, устанавливалось на границе органического и минерального слоя почвы и глубокое, перерезающее корни и микоризу на глубину до 25 см. Эмиссия CO₂ из мелкого кольца характеризовало общий поток CO₂, включающий все компоненты почвенного дыхания (корни, микориза, гетеротрофы), поток CO₂ из второго, глубокого, кольца имело только гетеротрофное происхождение.

Кольца были установлены в лиственничнике и сосняке одного возраста, произрастающих на изначально одинаковой серой лесной почве (опыт Н.В. Орловского). Кольца установлены 1 мая 2010 года. Азот был внесен месяц спустя - в июне 2010 года в форме нитрата аммония (в сухом виде) на участках площадью 8 м² в четырех повторностях из расчета 50 кг N /га.

Измерения скорости эмиссии CO₂ почв проводилось три года с 2010 по 2012, каждые 2 недели с мая по октябрь с помощью инфракрасного анализатора (Li-Cor 8100).



В полевом эксперименте мы обнаружили положительный эффект азота на минерализацию углерода, который был значимым даже для общей эмиссии CO_2 за сезон. Внесение азота увеличило общую эмиссию CO_2 под сосной в течение первого и второго года эксперимента, под лиственницей только в первый год. В третий год эффект азота отсутствовал (рис.1).

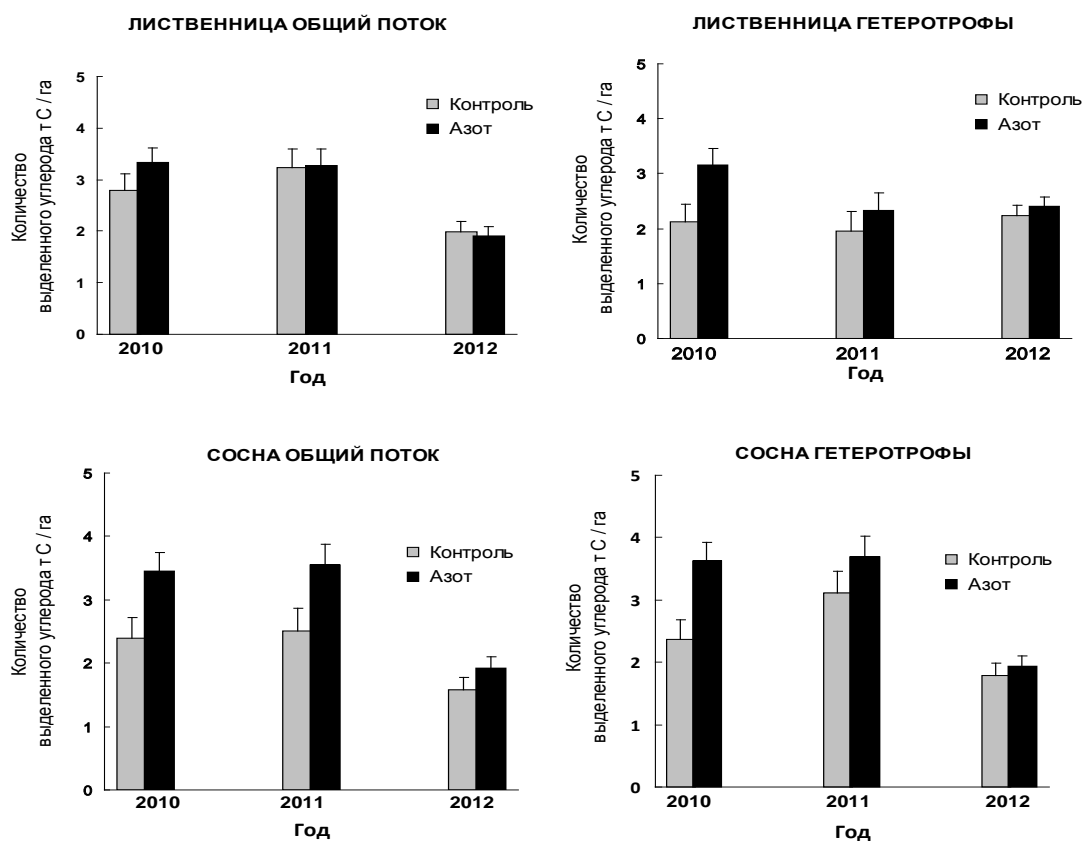


Рис 1. Количество углерода, выделенного всеми биологическими источниками и гетеротрофами под лиственницей и сосной в течение вегетационных периодов 2010 – 2012гг. Приведены средние значения и стандартные ошибки ($n = 4$).

Суммарные потери почвенного углерода за 2 года за счет внесения 50 кг N/га составили 600-650 кг под лиственницей и в три раза больше (1800-2000 N/га) – под сосной. Известно, что внесение азота приводит к дополнительному накоплению углерода в надземной биомассе [5]. Оказалось, потери C из почвы могут составлять половину (как под лиственницей) и даже превышать его накопление растительной биомассой (под сосной), уменьшая или вообще сводя на нет эффект от внесения минеральных азотных удобрений.

Полевой эксперимент с разным типом колец показал, что увеличение потока CO_2 из почвы связано в основном с повышением активности гетеротрофов.

Помимо полевого, был проведен инкубационный эксперимент в стандартных лабораторных условиях с органическими и минеральными горизонтами почв и одновременным внесением азота в широком диапазоне концентраций. Инкубацию проводили с помощью автоматической системы, состоящей из анализатора CO_2 , соединенной с 16-канальным мультиплексером. Лабораторный эксперимент показал, что поло-

жительный эффект от внесения азота наблюдался только в подстилках, в минеральных же горизонтах почв под обеими породами он отсутствовал (рис.2). Эффект азота в подстилке сосны был сильнее, чем под лиственницей, что объясняется более высоким C/N под сосной и не зависел от дозы внесенного азота, вследствие иммобилизации азота микробным комплексом.

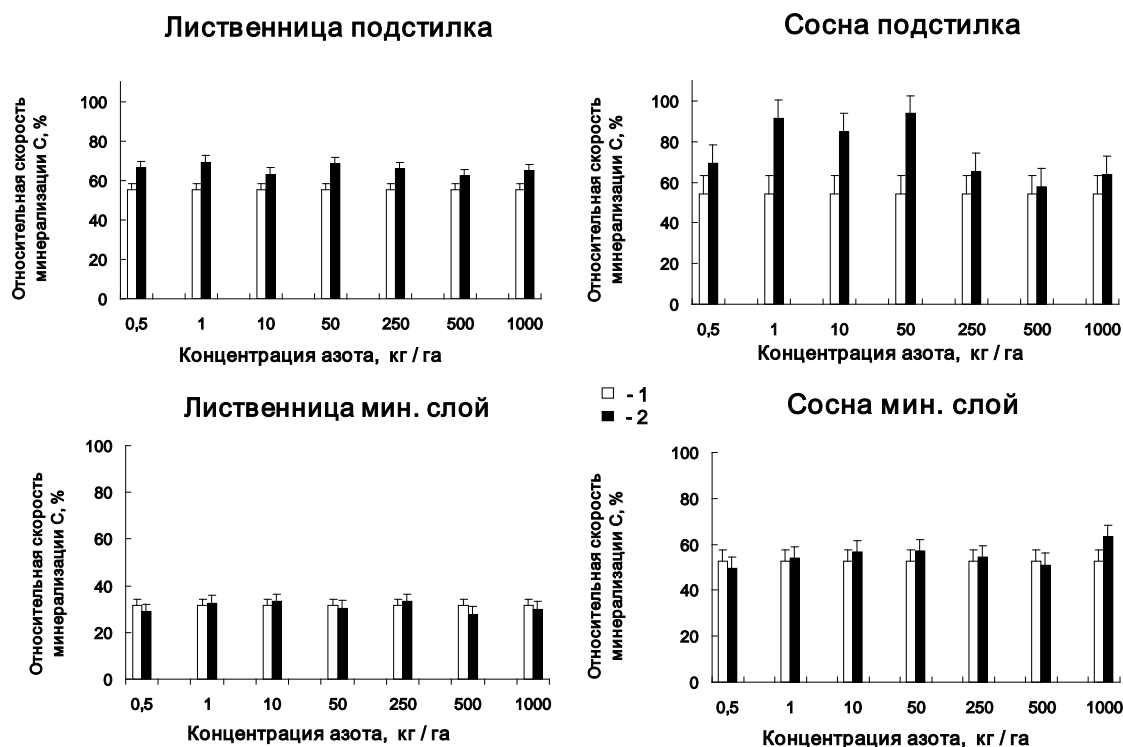


Рис 2. Относительная скорость минерализации углерода в подстилках и минеральных образцах почвы из под лиственницы и сосны. 1- контроль, 2 - вариант с добавлением азота в разных концентрациях. Приведены средние значения и стандартные ошибки ($n = 2$).

Таким образом, азот увеличивал активность минерализации С под лиственницей сибирской и сосной обыкновенной. Увеличение минерализации углерода в подстилках при внесении азота, обнаруженное нами в лесных почвах Сибири дают отклик, отличный от почв с высоким уровнем азотных депозитий.

Список литературы

1. Vitousek P.M., Aber J.D., Howarth R.W., Likens G.E., Matson P.A., Schindler D.W., Schlesinger W.H., Tilman D.G. // *Ecological Applications*. 1997. V. 7. P. 737-750.
2. Меняйло О.В., Степанов А.Л., Макаров М.И., Конрад Р. // *Доклады Академии наук*. 2012. Т. 447, № 1. С. 103-105. [Doklady Biological Sciences. 2012. V. 447. P.335-337].
3. Janssens I.A., Dieleman W., Luyssaert S., Subke J-A., Reichstein M., Ceulemans R., Ciais P., Dolman A.J., Grace J., Matteucci G., Papale D., Piao S.L., Schulze E-D., Tang J., Law B.E. // *Nature Geoscience*, V. 3. P. 315-322.
4. Reay D., Dentener F., Smith P., Grace J., Feely R.A. // *Nature Geoscience*. 2008, V. 1. P. 430-437.
5. Fleischer K., Rebel K.T., van der Molen M.K., Erisman J.W., Wassen M.J., van Loon E.E., Montagnani L., Gough C.M., Herbst M., Janssens I.A., Gianelle D., Dolman A.J. // *Global Biogeochem. Cycles*. 2013. V. 27. P. 187-199.



ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗИМНЕГО ПОКОЯ ХВОЙНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРИМЕТРОВ ФОТОН-11 И JUNIOR-PAM

Михальчук Я.П.

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

Сибирский федеральный университет

Изучение сезонной динамики различных физиологических функций древесных растений представляет значительный интерес, как в теоретическом, так и в практическом плане, поскольку помогает, с одной стороны, глубже понять природу процессов, лежащих в их основе, а с другой – оценить влияние на них окружающей среды. Одним из актуальных вопросов является диагностика перехода растений в состояние зимнего покоя. Под зимним покоем понимается определенное физиологическое состояние древесных и кустарниковых растений, при котором растение способно противостоять низким отрицательным температурам воздуха и почвы. Переход в это состояние происходит осенью при наступлении холодов на фоне гормональных и функциональных изменений в организме растений, связанных с наступлением глубокого органического покоя [1, 2], затем состояние глубокого органического покоя сменяется вынужденным зимним покоем.

Данная работа посвящена сравнительному анализу возможностей диагностики состояния зимнего покоя хвойных с использованием флуориметра Фотон-11 и метода регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) с одной стороны, и параметров быстрой флуоресценции, регистрируемых JUNIOR-PAM (Walz, Germany). Сравнение изменений исследуемых параметров проводили во время выведения побегов хвойных из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях при температуре +24°C.

Теоретической основой метода, реализуемого при изменениях на флуориметре Фотон-11, является изменение агрегированности составляющих фотосинтетического аппарата, что проявляется в качественном изменении кривых ТИНУФ [3]. В период активного метаболизма на графике регистрируется два пика – низкотемпературный, связанный с активностью хлорофилл-белкового комплекса Фотосистемы II и высокотемпературный, обусловленный «разгоранием» хлорофилл-белкового комплекса Фотосистемы I 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).

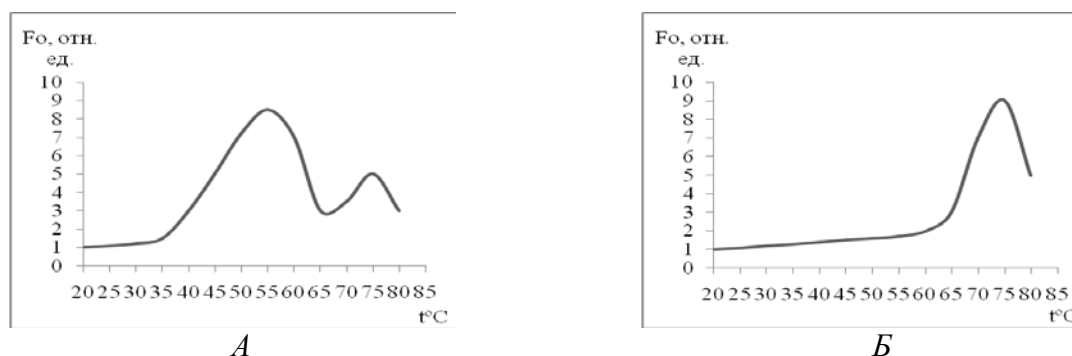


Рисунок 1. Кривые термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (А – в период активной вегетации, Б – в состоянии зимнего покоя)

В качестве показателя состояния растений и глубины покоя [3] использовали отношение интенсивностей флуоресценции, соответствующих низкотемпературному и высокотемпературному максимумам кривой ТИНУФ (R2):

$$R2 = \text{Флнт}/\text{Флвт}$$

где Флвт – интенсивность флуоресценции при высокотемпературном максимуме, Флнт – интенсивность флуоресценции при низкотемпературном максимуме.

Флуориметр JUNIOR-PAM является прибором начального уровня, который позволяет осуществлять широкий спектр экспериментальных исследований. Его основными особенностями являются простота использования. Обработка результатов флуориметра осуществляется на компьютере с помощью полнофункционального программного обеспечения WinControl. Прибор регистрирует такие параметры флуоресценции как F', Ft, Fm, Fo, Y(II), ETR, а также FAR и температуру [4]. В качестве основных параметров выбраны: Y(II)-квантовый выход, как отношение F' к Fm; ETR-транспорт электронов, как отношение Y(II) к FAR. Расчет величин проводили по световой кривой.

В таблице 1 представлены коэффициенты корреляции параметров приборов Фотон 11 и Junior-PAM, как показывают данные, корреляция очень высока.

Таблица 1. Значения коэффициентов корреляции ETR, Y(II) и R2 хвои первого и второго года

Виды	ETR и R2, хвоя 1 года	Y(II) и R2, хвоя 1 года	ETR и R2, хвоя 2 года	Y(II) и R2, хвоя 2 года
<i>Abies sibirica</i>	0,73	0,61	0,94	0,90
<i>Picea obovata</i>	0,93	0,93	0,96	0,96
<i>Pinus sylvestris</i>	0,94	0,98	0,73	0,55
<i>Pinus sibirica</i>	0,83	0,85	0,85	0,82

Таким образом, сравнительный анализ возможностей флуориметров подтверждает, что возможно использование одного из этих приборов для диагностики состояния зимнего покоя хвойных деревьев. Флуориметр Фотон-11, разработанный на кафедре экотоксикологии СФУ, ни чем не уступает Junior-PAM (Walz, Германия).

Библиографический список

- 1) Duan B, Yang Y, Lu Y, Li C, Korpelainen H, Berninger F (2007) Interactions between water deficit, ABA, and provenances in *Picea asperata* // Journal of Experimental Botany № 58, P. 302-305
- 2) Feurtado JA, Ambrose SJ, Cutler AJ, Ross ARS, Abrams SR, Kermode AR Dormancy termination of western white pine (*Pinus monticola* DOUGL. Ex D. Don) seeds is associated with changes in abscisic acid metabolism // Planta. 2004. № 218, P. 630-639
- 3) Гаевский Н.А., Сорокина Г.А., Гехман А.В., Фомин С.А., Гольд В.М. Способ определения степени глубины покоя древесных растений. Авторское свидетельство № 1358843 от 15 августа 1987 г.
- 4) ЛАБ Инструменс/ Фотосинтез и газообмен растений (Walz). URL: <http://www.lab-instruments.ru/pam-fluorometers/>



МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ПРЕРЫВИСТОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Новиков О.Г.,

научный руководитель канд. биол. наук, доц. Евграфова С.Ю.

Сибирский Федеральный Университет

Институт Фундаментальной Биологии и Биотехнологии

Многолетняя мерзлота сосредоточена главным образом в Северном полушарии и распространена на 25% поверхности суши. Глобальное экологическое значение криогенных экосистем Северного полушария в сохранении биологического разнообразия и регулировании климата заключается в адаптационных возможностях биоты к существованию в экстремальных условиях и воздействию на них глобальных климатических изменений [5]. К настоящему времени ряд моделей, прогнозирующих изменения, показывают, что наиболее значимые изменения произойдут в бореальных и тундровых экосистемах, подстилаемых многолетнемерзлыми почвами [3].

Актуальность оценки отклика высокоширотных лесных экосистем на прогнозируемое изменение температуры обусловлена тем, что они являются важным депо и потенциальным источником парниковых газов. При этом анализ гетеротрофных процессов, локализованных в почвах, имеет ключевое значение. Реакция экосистем на прогнозируемые изменения зависит, главным образом, от реакции растительности на изменение газового состава атмосферы и реакции почвенной биоты на повышение температуры и влажности почвы. В результате ожидается повышения глобальных температур, произойдет снижение аккумулирующей роли криогенных почв: увеличение доступности органического вещества почв, усиление процессов микробиологической деструкции и, соответственно, рост эмиссий парниковых газов в атмосферу.

Целью данной работы являлось исследование микробиологической активности лесных почв в зоне прерывистого распространения вечной мерзлоты. В задачи исследования входило:

1. Исследовать базальное дыхание лесных почв в зоне прерывистого распространения вечной мерзлоты;
2. Оценить микробную биомассу лесных почв в зоне прерывистого распространения вечной мерзлоты;
3. Определить микробный метаболический коэффициент в зоне прерывистого распространения вечной мерзлоты.

Исследования проводились в криогенных почвах [2] основных типах леса средней тайги Центральной Сибири на пробных площадях, заложенных в районе п. Байкит, 61°с.ш. 96°в.д. Объектами исследований служили почвы, различающиеся интенсивностью получения солнечной радиации, густотой растительного покрова, мощностью подстилки и толщиной сезонно-талого горизонта почвы. Исследовали минеральный слой почвы с учетом напочвенного покрова. Отбор образцов на микробиологический анализ проводился в середине вегетационного периода. Образцы отбирали из почвенных прикопок. Тип почвы исследуемого региона классифицируется как криоземы го-могенные [1].



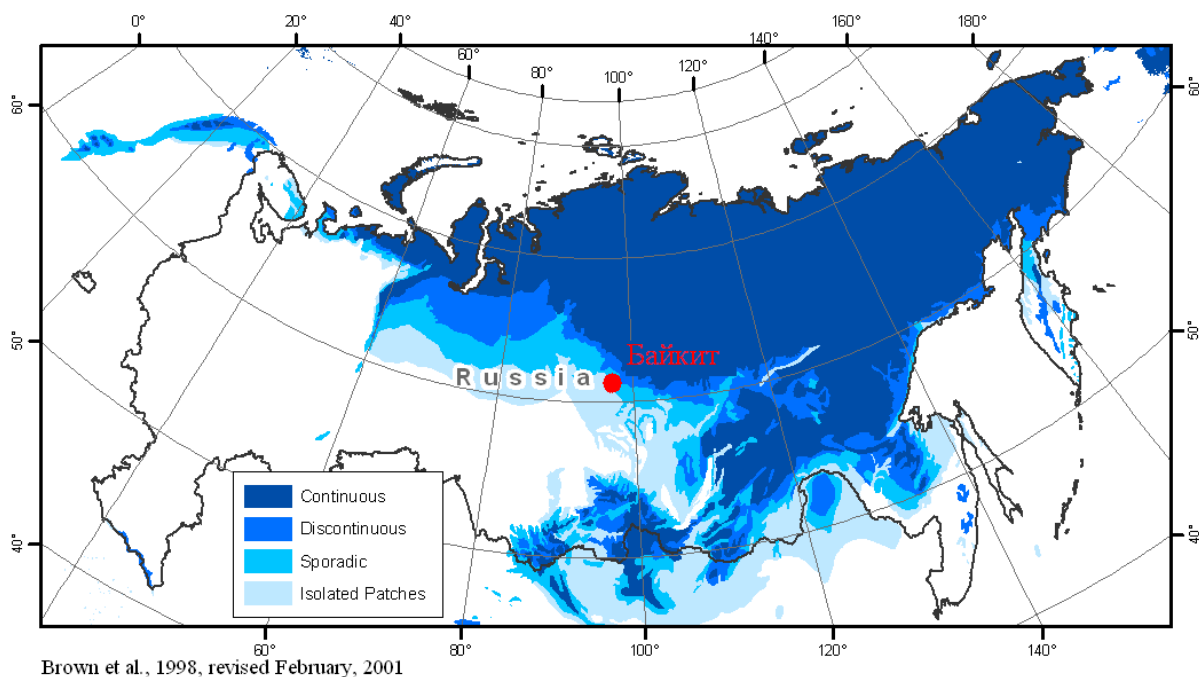


Рис. 1. Карта России с отображением распространения вечной мерзлоты; места проведения исследования.

В ходе исследования выделили 3 типа пробных площадей (далее:ПП):

1. ПП1 – елово-пихтово-кедровый лес мелкотравно-разнотравно-зеленомошный, с преобладанием подбурых почв.
2. ПП2 – лиственничник кустарничково-зеленомошный, основной тип почв - подбуры.
3. ПП3 – сосняк зеленомошно-лишайниково-кустарничковый. Структура данного сообщества сформировалась благодаря неоднократным пожарам. Почвы – подзолы песчаные.

Структуру микробоценозов почв исследуемых участком изучали кинетическим методом, через измерение биомассы микробоценозов и базального дыхания. Базальное дыхание почвы определяли респирометрическим методом с использованием газового хроматографа Agilent 6890N по скорости выделения CO_2 почвой за 24 часа инкубации при 22°C и 60% влажности. Скорость базального дыхания выражали в C-CO_2 г-1 сут-1.

Определение интенсивности дыхания почвенной микрофлоры и расчет биомассы гетеротрофных микроорганизмов кинетическим методом [4], проводили для изучения эко-физиологического статуса микробных сообществ. Статистическую обработку результатов проводили в Microsoft Excel 2010.

Основные результаты данной работы:

1. Исследования влажности почв пробных площадей показало, что влажность почв в большей степени зависит от надпочвенного покрова. Вместе с тем прослеживается общая закономерность для всех пробных площадей: с увеличением глубины влажность почв уменьшается.
2. Исследование микробной биомассы почв исследуемых пробных площадей показало, что наибольшая биомасса концентрировалась в горизонте подстилки.
3. Исследование базального дыхания микробных сообществ показало, что наибольшая активность микробных сообществ, приходилась на горизонты подстилки. В минеральных горизонтах почвы всех исследуемых пробных площадей интенсивность базального дыхания снижалось вниз по почвенному профилю.
4. Анализ микробного метаболического коэффициента показал, что наибольшая интенсивность метаболических процессов приходится на горизонты подстилки (рис.2).

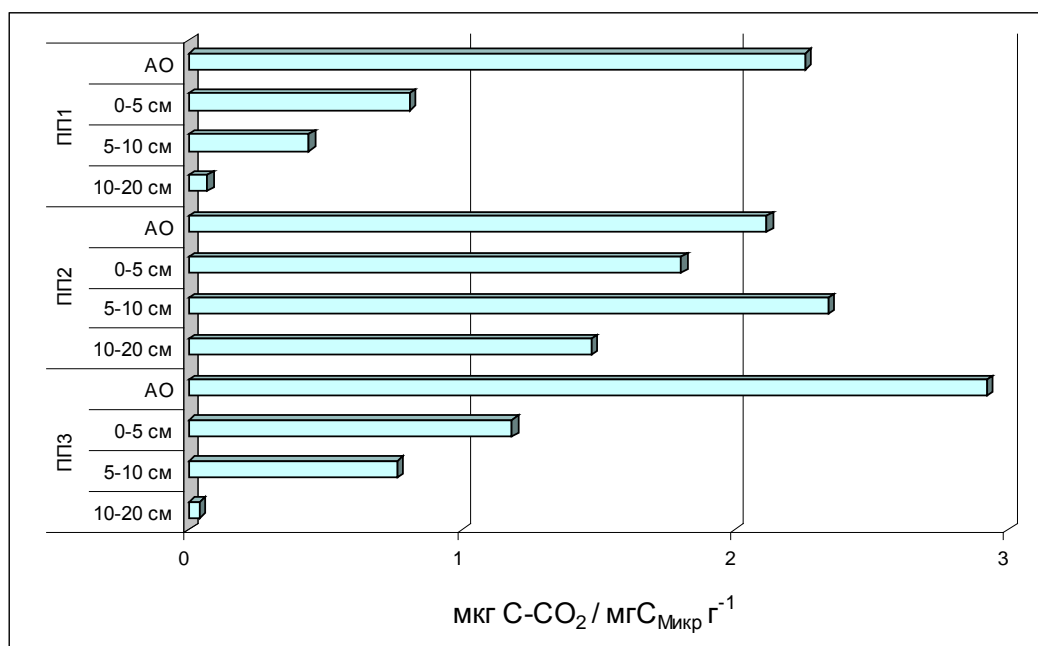


Рис. 2. Микробный метаболический коэффициент микробных сообществ почв исследуемых пробных площадей

В минеральных горизонтах почвы всех исследуемых пробных площадей интенсивность метаболических процессов снижалась вниз по почвенному профилю. Показано, что наибольшую активность проявляли микроорганизмы подстилки ПП2, что, вероятно связано, с качественным составом подстилки лиственничников. Лесообразующие породы всех трех исследуемых пробных площадей являлись хвойными, но в верхнем ярусе ПП1 и ПП3 преобладали сосна обыкновенная и сосна сибирская, хвоя которых является трудноразлагаемой для микроорганизмов подстилки, что, несомненно, сказывалось на их активности. Существенных различий в активности микробных сообществ минерального горизонта почвы исследуемых пробных площадей выявлено не было.

Таким образом, согласно проведенным исследованиям, в зоне прерывистого распространения вечной мерзлоты, наиболее благоприятные условия, для жизнедеятельности почвенных микробоценозов складываются в лиственничных древостоях.

Список литературы

1. Ершов Ю.И. Географо-генетическая систематизация и характеристика почв Субарктики Средней Сибири / Ю.И. Ершов // География и природные ресурсы.–1994. –№1. – С. 117-124.
2. Osawa A. Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests / A. Osawa, O.A. Zyryanova, O.A., Matsuura, Y., Kajimoto, T., Wein, R.W. // Springer. Berlin, -2010 -P. 3-16.
3. Schuur E. A. G. The effect of permafrost thaw on old carbon release and net carbon exchange from tundra / E. A. G. Schuur, J. G. Vogel, K. G. Crummer, H. Lee, J. O. Sickman, and T. E. Osterkamp // *Nature*. – 2009. -Vol. 459. -P. 556-559.
4. Sparling, G.T. The substrate-induced respiration method / G.T. Sparling, K. Alef, P. Nannipieri // *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press,-1995. –P. 397–404.
5. Wagner D. A. Methanogenic activity and biomass in Holocene permafrost deposits of the Lena Delta, Siberian Arctic, and its implication for the global methane budget / D. A. Wagner, A. Gattinger, E. M. Embacher, M. Pfeiffer and A. Lipski // *Global Change Biol*. -2007. -Vol. 13(5). -P. 1089–1099.



ПОЛУЧЕНИЕ ЭМБРИОГЕННЫХ ЛИНИЙ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПУТЕМ СОМАТИЧЕСКОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА

Носкова М.А.,

научные руководители: канд. биол. наук Носкова Н.Е.,

д-р биол. наук Голованова Т.И.

Сибирский федеральный университет

Изменение климата, наблюдаемое в последние десятилетия, пожары, усиление антропогенной нагрузки: рост городов, увеличение техногенных выбросов, рост лесозаготовок – ведет к ослаблению жизненного потенциала и деградации лесов, к сокращению лесных площадей. Существуют прогнозы, что объемы лесопользования, обеспечивающие стабильную работу лесозаготовителей, могут быть истощены в ближайшие 20-30 лет [1]. В этих условиях возникает острая необходимость проведения более эффективных мероприятий по лесовосстановлению.

Основным видом для лесозаготовок среди хвойных является сосна обыкновенная. Поскольку сосна обыкновенная *in vivo* вегетативно не размножается, основным способом для этого вида является семенное размножение. Проблема восстановления сосновых древостоев в последние годы все чаще осложняется нехваткой качественного семенного материала. В связи с этим, становится актуальным использование биотехнологических методов размножения сосны обыкновенной в частности, путем соматического эмбриогенеза. Эта технология позволит получить сортоклоны на основе селекционных генотипов сосны обыкновенной со свойствами, заранее отобранными в естественных древостоях или с заданными путем трансгенных манипуляций, отличающихся устойчивостью к негативным факторам окружающей среды, обладающих экономически полезными свойствами. Используя местный генетический материал можно получать сорта с высокой адаптированностью к погодно-климатическим условиям отдельных территорий. Особенно привлекает идея создания высокопродуктивных плантаций сосны обыкновенной целевого назначения на принципах непрерывного, равномерного и неистощительного пользования лесом, размещая их на территориях прежних вырубок, расположенных вблизи населенных пунктов с развитой инфраструктурой, и не затрагивая территории девственного леса. Таким образом, использование биотехнологии соматического эмбриогенеза для размножения плюсовых деревьев будет способствовать развитию устойчивого лесоводства и лесопользования на основе повышения продуктивности и качества лесов и развития плантационного лесовыращивания.

Соматический эмбриогенез у сосны обыкновенной, как и у других хвойных, идет в несколько этапов через образование и размножение клеточной массы, состоящей из зародышевых структур на ранних стадиях развития. Массы легко и быстро размножаются, сохраняя свои характеристики эмбриональной ткани и способность к регенерации растений – эмбрионные линии.

Цель работы – получение эмбрионных линий плюсовых деревьев сосны обыкновенной путем соматического эмбриогенеза.

Исследования проводились в лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных и лесных культур ИАЭТ КрасГАУ. Ранее, в 2012 и в 2013 гг. в лаборатории были получены три эмбрионные линии сосны обыкновенной, произрастающей в естественных древостоях окрестностей г. Северобайкальска (СОСБ911.12 и СОСБ92.12) и г. Тайшета (СОТ15.13).



В 2014 г. в качестве объекта исследования использовали сосну обыкновенную, произрастающую на территории Ангарской лесосеменной плантации Тальцинского лесничества Ангарского лесхоза. Сбор образцов шишек проводился 18 июля 2014 г. на ранних стадиях развития зародыша (проэмбрио – начало кливажа) и осуществлялся с 20 плюсовых деревьев по пять штук с каждого дерева: №№ 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 (архив), 19, 20, 24, 28, 29 (клоны). Шишки обрабатывались 96 % спиртом, высушивались и заворачивались в фильтровальную бумагу, упаковывались в чистые полиэтиленовые пакеты. Пакеты этикетировались и помещались в холодильник при температуре +4- +6⁰С на хранение и для холодной предобработки. Холодовая предобработка низкими положительными температурами в значительной степени повышает индукцию соматического эмбриогенеза [3]. Через две недели образцы вводились в культуру на среды для индукции соматического эмбриогенеза. Семена извлекали, обеззараживали в 15 % растворе перекиси водорода (15-20 мин), промывали в дистиллированной автоклавированной воде. В стерильных условиях ламинара семена освобождали от кожуры, извлекали гаметофиты, освобождали их от нуцеллуса и помещали на поверхность культуральной среды. Для инициации соматического эмбриогенеза использовали среды LM [5] и DCR [2] с добавлением регуляторов роста растений: в количестве 2 и 3 мг/л ауксина 2,4 D и 1 мг/л цитокинина 6-БАП - среды LM, DCR (2:1), DCR (3:1), а также, без добавления регуляторов роста – среда DCR (бг) [4]. В качестве затвердителя среды использовали агар в количестве 7 г/л. Для пролиферации и сохранения эмбриогенных линий использовали среду LM с добавлением 2 мг/л 2,4D и пониженным содержанием цитокинина (0,5 мг/л 6-БАП). В качестве затвердителя использовали 4 г/л gelrit gellam gum. Затвердители добавляли в среды после доведения рН (5,8); L-глутамин добавляли в остывающие среды после автоклавирования через бактериальные фильтры. Трансплантации масс эмбриогенных линий на свежие среды проводили каждые 1 – 2 недели.

Культуры сохранялись при комнатной температуре в условиях ростовой комнаты. Морфолого-анатомические наблюдения проводили на микропрепаратах и фиксировали с помощью цифровой фотокамеры Nikon COOLPIX L820.

В ходе работы было введено в культуру 895 шт. мегагаметофитов. Заражение культур было не значительно и составило 5% от общего числа эксплантов. На среде DCR (бг), без добавления регуляторов роста растений, наблюдалось увеличение размеров мегагаметофитов, затем, в течение 4-8 недель, гаметофиты бурели и отмирали. В двух случаях (таб. 1) в течение 3-х недель зародыши внутри мегагаметофита созревали и прорастали (рис.1).

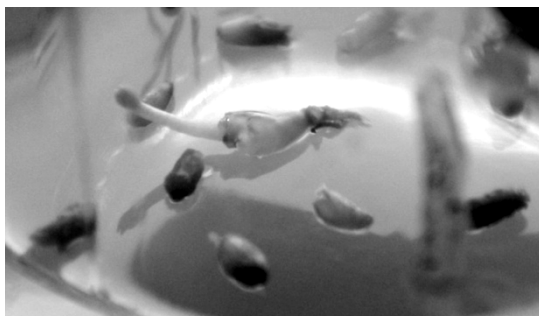


Рисунок 1. Прорастающий зародыш на DCR бг.

На средах в присутствии регуляторов роста через 3-4 дня культивирования большинство мегагаметофитов увеличились в размерах, отверстие в районе микропиле значительно расширилось. В дальнейшем своем развитии у многих из них происходил

разрыв ткани, часто их просто выворачивало наизнанку. Через 1-2 недели у 2,1% гаметофитов, не изменивших свои размеры в ответ на условия культивирования, были замечены экстрезии эмбриональных масс в районе микропиле (таб. 1). Через 3-4 недели большинство экстрезий, а к 6-7 неделе – все экстрезии приобретали бурю окраску и деградировали. Из всех использованных вариантов сред наибольшее число экстрезий наблюдалось на среде LM (таб. 1).

Таблица 1. Частота экстрезий эмбриональной ткани на разных средах для инициации соматического эмбриогенеза

Среда	Эксплантов, шт.	Экстрезий,		Проростков, шт.
		шт.	%	
LM	413	10	2,4	-
DCR (2:1)	236	5	2,1	-
DCR (3:1)	194	3	1,5	-
всего	843	18	2,1	-
DCR (бг)	52	-	-	2
всего	895	18	2,01	2

Среди разорванных мегагаметофитов в 0,36% случаях через 3–4 недели на ткани в районе микропиле были отмечены признаки развития эмбриональной ткани: она отличалась прозрачностью и неоднородностью. Через 2-3 недели у двух гаметофитов (деревья №41 и №28) наблюдалось активное и стабильное размножение массы. Эти гаметофиты пересаживали на среды для пролиферации, затем отделяли разросшиеся эмбриональные массы от гаметофитов и размножали разделением на кусочки при трансплантациях на свежие среды.

На протяжении всего эксперимента осуществлялся цитологический контроль над морфолого-анатомическими изменениями эмбриональных структур. В первые недели пролиферации эмбриогенные массы состояли из эмбриональных структур РЕМ I – РЕМ III и в течение 2-2,5 мес. развились до состояния эмбрионально-суспензорной массы (ЭСМ), состоявшей из глобул соматических зародышей с суспензорами, а также, проэмбриональных структур, главным образом, РЕМ III (рис. 2). К этому времени размножение эмбриональных масс стабилизировалось.

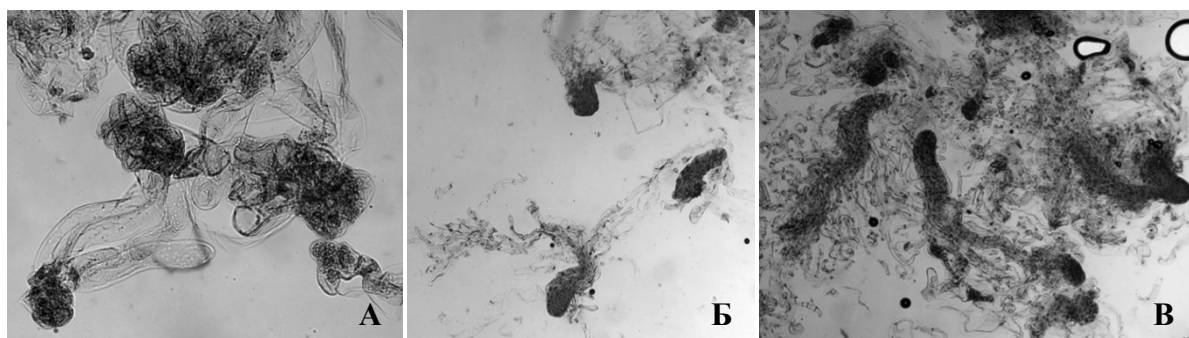


Рисунок 2. Эмбриональные структуры ЭСМ: А - РЕМ III, Б-В – соматические зародыши (Б – дерево №28, В – дерево №41).

Сохранение полученных эмбриогенных линий сосны обыкновенной осуществлялось трансплантацией на свежие среды (рис. 3). При этом были установлены некоторые общие особенности их поведения: все культуры оказались

весьма чувствительными к физическому воздействию и требовали особой осторожности. При переносе на свежую среду эмбриональная ткань чутко реагировала на воздействие горячего воздуха исходящего потока. Даже при незначительной задержке в потоке воздуха при переносе массы из одного сосуда в другой, культуры долго болели, а в отдельных случаях прекращали рост, бурели и ослизнялись. Кусочки ткани объемом менее, примерно, 64 мм^3 , как правило, были не способны пролиферировать, утрачивали характерную для ЭСМ структуру и деградировали.



Рисунок 3. Эмбриогенная линия дерева №41.

Таким образом, в результате исследования были получены две стабильно пролиферирующие эмбриогенные линии от плюсовых деревьев сосны обыкновенной, ЭСМ которых состояла из глобул соматических зародышей с суспензорами и проэмбриональных структур (РЕМ II, РЕМ III). При сохранении эмбриогенных линий сосны были установлены некоторые общие особенности поведения культур. В настоящее время проводятся исследования по оптимизации состава сред для пролиферации эмбриогенных линий.

Исследования проводились при поддержке грантовой программы «У.М.Н.И.К.»

Список использованных источников

1. Ярошенко А.Ю. Европейская тайга на грани тысячелетий / А.Ю. Ярошенко – Москва : Гринпис России, 1999. – 66 с.
2. Gupta, P. K. Shoot multiplication from mature trees of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and sugar pine (*Pinus lambertiana*) / P. K. Gupta, D. J. Durzan // *Plant Cell Rep.* – 1985. - №4. - С. 177–179
3. Haggman H. Somatic embryogenesis of Scots pine: cold treatment and characteristics of explants affecting induction / H. Haggman, A. Jokela, J. Krajnakova, A. Kauppi, K. Niemi, T. Aronen // *Journal of Experimental Botany.* – 1999 - №50. - С. 1769-1778.
4. Lelu, M.-A. Somatic embryogenesis and plantlet development in *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* on medium with and without growth regulators / M.-A.Lelu, C. Bastien, A. Drugeault, M.-L. Gouez & K. Klimaszewska // *Physiologia Plantarum.* - 1999. - №105. - С. 719–728.
5. Litvay J.D. Influence of a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) culture medium and its components on growth and somatic embryogenesis of the wild carrot (*Daucus carota* L.) / J.D. Litvay, D.C. Verma, M.A. Johnson // *Plant Cell Rep.* – 1985 - №4. – С. 325-328.





УДК 574.45

ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТЕНИЙ *BETA VULGARIS* L. ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ПОЧВО - ПОДОБНОМ СУБСТРАТЕ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Овсянникова А.М.

научный руководитель канд. биол. наук Тихомирова Н.А.

Сибирский федеральный университет

Биорегенеративные системы жизнеобеспечения (БСЖО) являются искусственными замкнутыми экосистемами, а также являются инструментом для моделирования процессов круговорота веществ на обитаемых космических станциях [1]. Возможность совершенствования фототрофного звена для искусственных замкнутых экосистем может быть связана с разработкой технологии оптимального снабжения растений минеральными элементами. Особенно это важно когда источниками питания растений являются отходы растительного, имеющиеся в почво-подобном субстрате (ППС), и животного происхождения [2]. При использовании в замкнутой экосистеме ППС для культивирования овощных растений необходимо будет возвращать обратно в ППС выращенную несъедобную биомассу растений для возмещения вынесенных с несъедобной массой минеральных элементов [3]. Однако неизвестно, как прямое внесение несъедобной массы овощных растений в ППС скажется на росте следующего поколения растений.

Целью работы являлось изучение роста растений свеклы в зависимости от вида вносимой в ППС несъедобной растительной биомассы применительно к БСЖО.

В задачи исследования входило:

1. изучить влияние, внесенной в ППС, несъедобной растительной биомассы на продуктивность растений свеклы;
2. изучить влияние, внесенной в ППС, несъедобной растительной биомассы на минеральный состав растений свеклы.

В качестве объекта исследований были выбраны растения свеклы (*Beta vulgaris* L.) сорта «Бордо». Растения свеклы выращивали в вегетационной камере при круглосуточном освещении в вегетационных сосудах из нержавеющей стали, с посевной площадью 0,064 м². Полив осуществляли посредством подтопления ППС один раз в сутки, после чего ирригационный раствор стекал самотеком в отдельные поливочные баки. Источником света являлись металлогалогенные лампы ДМЗ-3000. Интенсивность фотосинтетически активной радиации (ФАР) на уровне верхних листьев составляла 690 мкмоль/(м² с). Температуру воздуха в камере поддерживали на уровне 24 ± 1 °С. Концентрация СО₂ была естественной. Ботву растений вносили в ППС в начале эксперимента, перед посевом растений. Эксперимент включал 4 варианта:

вариант 1 – в ППС вносили 1,1 кг/м² (в расчете на сухой вес) измельченной ботвы свеклы;

вариант 2 – в ППС вносили 1,1 кг/м² (в расчете на сухой вес) измельченной ботвы моркови,

вариант 3 – в ППС вносили 0,55 кг/м² (в расчете на сухой вес) измельченной ботвы свеклы и 0,55 кг/м² (в расчете на сухой вес) измельченной ботвы моркови,

вариант 4 - контроль – в ППС ничего не вносили.

В конце эксперимента сырая и сухая масса корнеплодов 60-суточных растений свеклы, выращенных на ППС с добавлением ботвы моркови (вариант 2) была более чем на 100 % выше, чем в контроле, и более чем на 130 % выше, чем у растений других опытных вариантов (рисунок1).



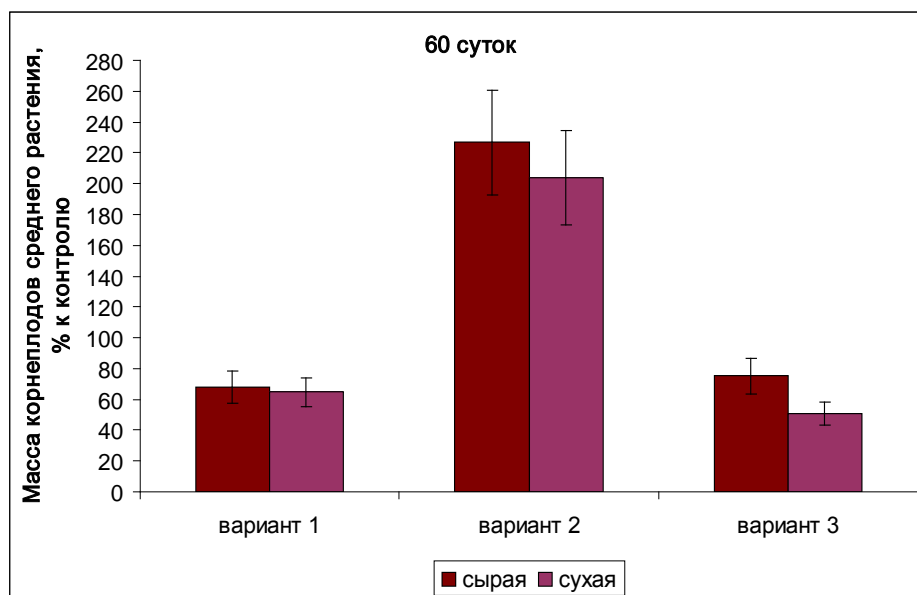


Рисунок 1. Влияние вида вносимой в ППС несъедобной биомассы овощных растений на массу корнеплодов 60-суточных растений свеклы. Условные обозначения: Вариант 1 - с добавлением ботвы свеклы; вариант 2 - с добавлением ботвы моркови; вариант 3 - с добавлением ботвы свеклы и моркови.

Сырая и сухая масса ботвы растений варианта 2 также была выше, чем в контроле, однако отличия между опытными вариантами были не значимые (рисунок 2).

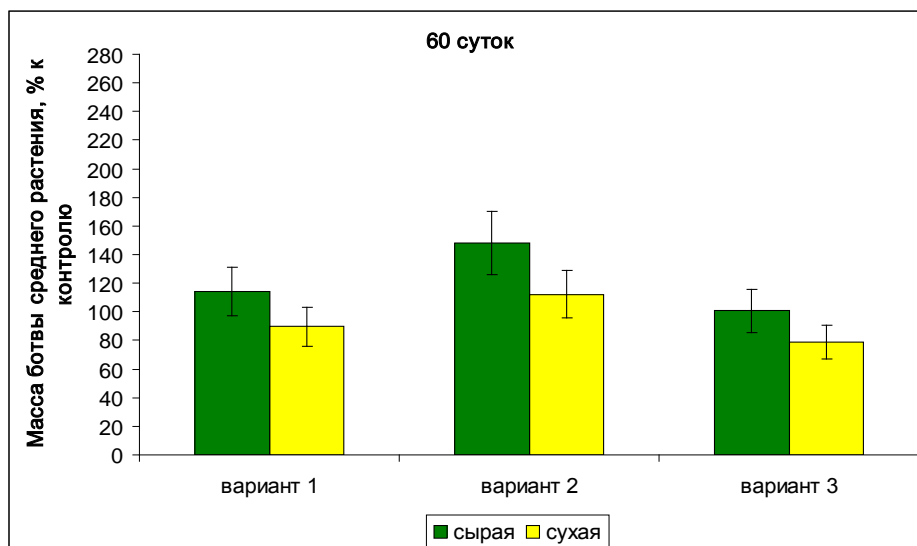


Рисунок 2. Влияние вида вносимой в ППС несъедобной биомассы овощных растений на массу ботвы 60-суточных растений свеклы. Условные обозначения: Вариант 1 - с добавлением ботвы свеклы; вариант 2 - с добавлением ботвы моркови; вариант 3 - с добавлением ботвы свеклы и моркови.

Растения содержат разнообразные минеральные элементы, накопленные в процессе роста. Анализ минерального состава свеклы показал, что в ботве растений вариантов 1 и 3 содержание калия и натрия было выше, а кальция, магния и серы – ниже по сравнению с вариантом 2 и контролем (таблица 1). Минимальное содержание

фосфора отмечали в ботве растений первого варианта и контроля, а максимальное – в ботве свеклы второго варианта. Содержание общего азота в ботве свеклы не зависело от вида внесенной в ППС несъедобной растительной биомассы и отличия между вариантами были недостоверны. При этом содержание нитратного азота в ботве растений первого и третьего вариантов было значимо выше по сравнению с растениями второго варианта и контроля.

Содержание калия в корнеплодах свеклы первого и третьего вариантов также было выше, чем во втором варианте и в контроле. Кроме того, в корнеплодах растений вариантов 1 и 3 содержалось больше кальция и магния по сравнению с растениями других исследуемых вариантов. Вид вносимой в ППС несъедобной растительной биомассы не оказал влияния на накопление натрия в корнеплодах растений.

Минимальное содержание фосфора наблюдали в корнеплодах контрольного варианта. Содержание серы в корнеплодах свеклы третьего варианта было выше по сравнению с другими исследуемыми вариантами. Не наблюдали достоверных отличий между вариантами по содержанию общего азота в корнеплодах свеклы. В корнеплодах растений контрольного варианта содержание нитратного азота было в 8 раз выше по сравнению с опытными растениями.

Таблица 1. Минеральный состав (% в сухом веществе) 60 – суточных растений свеклы (ошибка не превышала 10 % от измеряемой величины)

Вариант	K	Na	Ca	Mg	P	S	N _{нитр.}	N _{общ. без нитр.}
Ботва								
*Вариант 1	9,4	1,9	1,0	1,3	0,2	0,5	0,2	2,3
Вариант 2	5,6	1,3	2,0	2,4	0,4	0,7	0,1	2,4
Вариант 3	8,3	1,9	1,3	1,6	0,3	0,5	0,2	2,0
Контроль	6,5	1,4	2,0	2,7	0,2	0,7	0,1	2,1
Корнеплод								
Вариант 1	4,4	0,1	0,3	0,3	0,4	0,2	0,1	2,0
Вариант 2	3,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,1	1,6
Вариант 3	4,6	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,1	2,0



Контроль	2,9	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,8	1,7
*Вариант 1 - с добавлением ботвы свеклы; Вариант 2 - с добавлением ботвы моркови; Вариант 3 - с добавлением ботвы свеклы и моркови; Контроль - ППС без внесения ботвы.								

Таким образом, внесение ботвы моркови в ППС при культивировании растений свеклы наиболее благоприятно сказывается на продуктивности данного вида овощных растений. Вероятно, это связано с высокой эффективностью минерализации ботвы моркови в ППС, в результате чего получена высокая продуктивность растений в варианте 2 (1,7 кг/м² в расчете на сухую массу корнеплодов). Меньший урожай растений в контрольном варианте (0,8 кг/м² в расчете на сухую массу корнеплодов) по сравнению со вторым опытным вариантом, вероятно, связан с тем, что доступных в ППС минеральных элементов недостаточно для получения высокого урожая свеклы и необходимо дополнительно вносить в ППС легко окисляемую растительную биомассу. Низкий урожай свеклы, полученный при внесении в ППС ботвы свеклы (0,5 кг/м² в расчете на сухую массу корнеплодов) или смеси ботвы свеклы и ботвы моркови (0,4 кг/м² в расчете на сухую массу корнеплодов), может свидетельствовать о более медленной скорости разложения ботвы свеклы в ППС, чем моркови, а также о наличии в надземной части свеклы веществ, ингибирующих рост растений. Тем не менее, внесение несъедобной биомассы свеклы в ППС приводит к обогащению корнеплодов свеклы следующего поколения калием, кальцием и магнием. Возможно, изменение технологии обработки ботвы свеклы перед внесением в ППС позволит повысить урожай свеклы.

Таким образом, повышение продуктивности растений на ППС при внесении в него растительных отходов разных видов возможно в случае, если вносимой биомасса имеет более высокую скорость разложения в ППС, чем биомасса культивируемого вида. Эта особенность будет учтена при формировании программы утилизации отходов в ППС для разновозрастных конвейеров растений экспериментальной модели замкнутой экосистемы.

Список использованных источников

1. Головкин, Т. Г. Тихомиров, А. А. Продуктивность и биологическая ценность зеленых культур применительно к условиям биорегенеративных систем жизнеобеспечения / Т. Г. Головкин, А. А. Тихомиров // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2011. – №1. – С. 31 - 37
2. Величко, В. В. Тихомиров, А. А. Исследование возможности комбинированного использования нейтрального почво – подобного и физико – химического субстратов для повышения продуктивности растений в искусственных замкнутых экосистемах : материалы междунар. науч. конф 4 – 11 июля/ В. В. Величко, А. А. Тихомиров, С. А. Ушаков, В. В. Матусевич // – Нижний Новгород, 2011. – Часть 1. – С. 135 – 136.
3. Замкнутая система: человек – высшие растения : монография; ред. Г. М. Лисовского. – Новосибирск : Наука, 1979. – 155 с.





УДК 574.522

БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ЕНИСЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЛУКОВОГО ТЕСТА

Рюпина А. А.,

научный руководитель канд. биол. наук., доц. Зотина Т. А.

Сибирский федеральный университет

Институт биофизики СО РАН

Река Енисей подвергается антропогенному загрязнению в результате работы промышленно-коммунального комплекса г. Красноярск и других населенных пунктов, расположенных в зоне водосбора; речного транспорта, сельскохозяйственной деятельности на территории водосбора. Донные отложения служат депозитарием техногенных поллютантов, которые могут оказывать вредоносное действие на биоту. В частности, в корнях водных растений р. Енисей, вегетирующих на участке, подверженном антропогенному загрязнению, зарегистрирован повышенный уровень клеток, содержащих цитогенетические нарушения [2]. Зачастую донные отложения загрязнены смесью из различных ксенобиотиков, которые могут усиливать или ослаблять биологическое действие друг друга. Для оценки токсического действия ксенобиотиков, содержащихся в донных отложениях, используются различные методы биотестирования, в том числе луковый тест (*Allium*-тест) [3]. С помощью лукового теста можно одновременно оценить интегральное воздействие всех факторов, вызывающих токсическое, цитотоксическое и генотоксическое действие на растения лука *Allium cepa* L.

Цель данной работы, оценить токсичность, цитотоксичность и генотоксичность проб донных отложений р.Енисей, собранных на участках с разным уровнем антропогенной нагрузки.

Для тестирования использовали пробы донных отложений (ДО) отобранные в р. Енисей в ноябре 2013 г. в трех точках (рис. 1): за пределами г. Красноярск вверх по течению реки на удалении 21 км от речного вокзала (ДО-1); в пределах Красноярск, на удалении 14 км вверх по течению от речного вокзала (ДО-2); в пределах г. Красноярск, в Абаканской протоке со стороны о. Отдыха, на удалении около одного 1 км от речного вокзала (ДО-3). Данные участки характеризуются разным уровнем антропогенного загрязнения. Проба ДО-1 рассматривалась нами как фоновая, что соответствует рекомендациям Росгидромета [1], поскольку точка отбора этой пробы находится вдали от потенциальных источников загрязнения. Луковицы *A. cepa* выращивали на пробах ДО в течение 2-х суток в темноте при температуре 20 °С. В качестве показателей токсичности использовали параметры роста корней (длину и число); в качестве показателей цитотоксичности – пролиферативную активность в апикальной меристеме, которую оценивали как митотический индекс (МИ). Показателем генотоксичности служила частота ана-телофазных клеток в апикальной меристеме лука, содержащих хромосомные аберрации (мосты, фрагменты, блуждающие хромосомы, неравномерное расхождение хромосом).



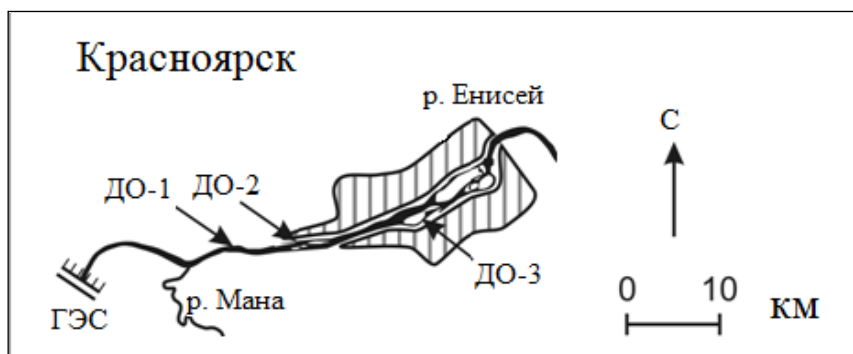


Рисунок 1. Расположение мест отбора проб донных отложений р. Енисей

Пробы ДО, использованные для тестирования, отличались по содержанию таких потенциально токсичных металлов, как Cu, Zn, Pb и Cd. Так, содержание свинца в пробе ДО-3 ($30,2 \pm 1,1$ мг/кг сухой массы ДО) в 4 раза превышало содержание этого металла в контроле (ДО-1), и в два раза – в пробе ДО-2. Содержание кадмия в пробе ДО-3 ($0,45 \pm 0,20$ мг/кг) было на порядок выше, чем в пробах ДО-1 и ДО-2. Содержание цинка в пробе ДО-3 ($98,2 \pm 4,7$ мг/кг) было в два раза выше, чем в пробах ДО-1 и ДО-2. Концентрация меди в ДО-3 ($36,3 \pm 3,6$ мг/кг) превышала содержание этого металла в пробах ДО-1 и ДО-2 в 3 и 4 раза, соответственно, и при этом превышала экспериментально установленную пороговую концентрацию, выше которой вероятны токсические эффекты у биоты [4]. Концентрация никеля в исследованных пробах ДО имела близкие значения (27-28 мг/кг), превышающие пороговые концентрации.

Результаты тестирования представлены на рис. 2. Максимальная длина корней ($1,4 \pm 0,4$ см) зарегистрирована на фоновой пробе ДО-1 (рис. 2а), минимальная ($1,0 \pm 0,2$ см) – на пробе ДО-3, что свидетельствует о присутствии токсинов в пробе ДО-3, ингибирующих рост корней лука. Наиболее высокая пролиферативная активность в корнях лука ($5,7 \pm 2,7$ %) зарегистрирована на фоновой пробе ДО-1, на пробах ДО-2 и ДО-3 пролиферативная активность достоверно снижалась по сравнению с фоновой пробой, что свидетельствует о присутствии в этих пробах цитотоксинов (рис. 2б). Максимальная частота клеток, содержащих aberrации хромосом, зарегистрирована на пробе ДО-3 ($7,1 \pm 4,7$ %). Частота аномальных клеток на фоновой пробе и пробе ДО-2 достоверно не различались между собой и были в 1,8 раз ниже, чем на пробе ДО-3, данное различие статистически достоверно ($p < 0,05$) (рис. 2в). На основании этого можно сделать вывод о присутствии генотоксичных агентов в пробе ДО-3. В клетках апикальной меристемы корней лука встречались такие аномалии хромосом, как мосты (рис. 3в), блуждающие хромосомы (рис. 3г), фрагменты хромосом (рис. 3д) и неравномерное расхождение хромосом (рис. 3е). Блуждающие хромосомы и фрагменты были объединены в единую категорию. Данная категория преобладает в ДО-2 и ДО-3, в ДО-1 чаще встречаются мосты (рис. 2 г).

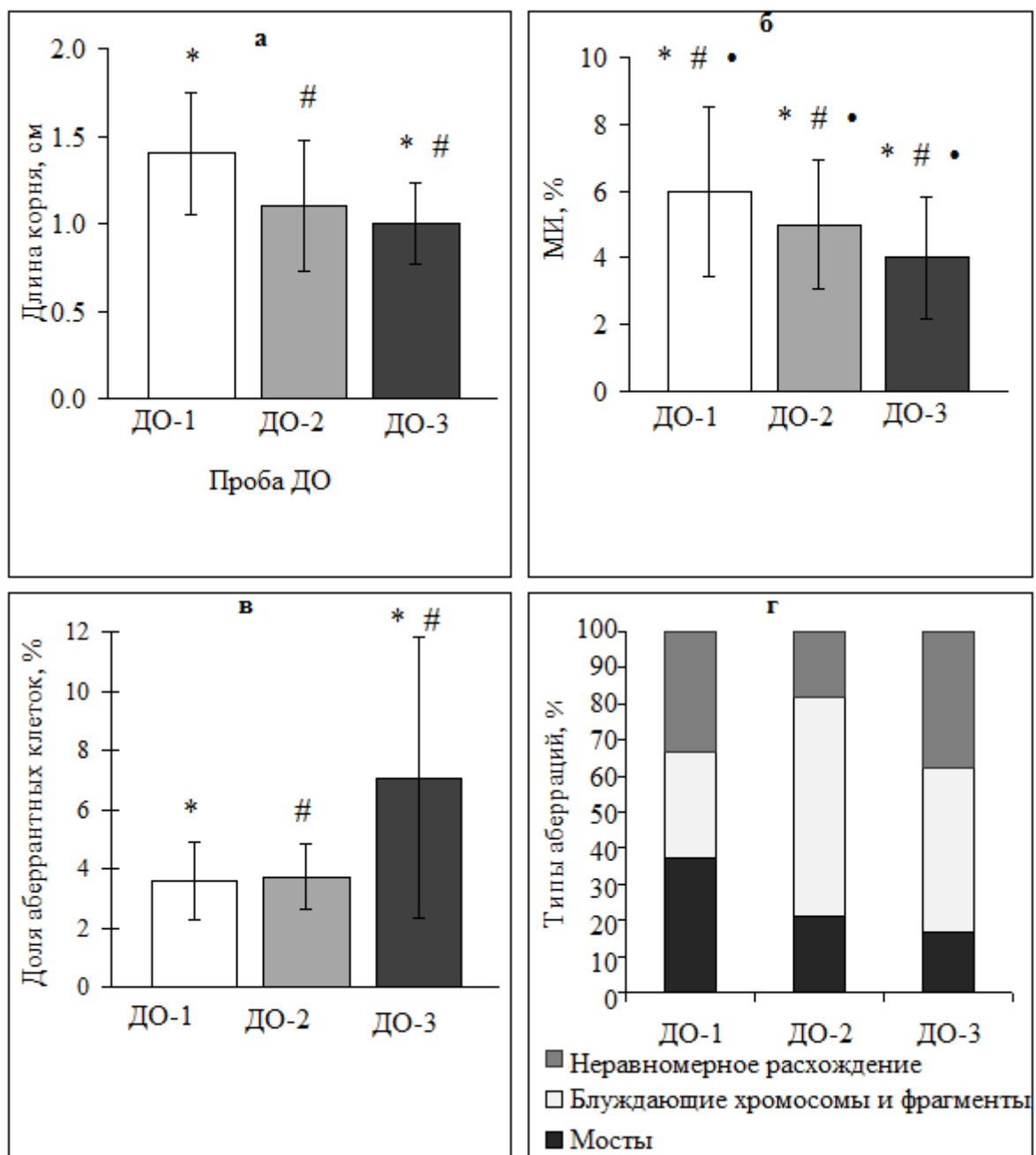


Рисунок 2. Индикаторные параметры корней лука, выросшего на пробах донных отложений (ДО) р. Енисей (среднее значение \pm sd): а – длина корня; б – митотический индекс (МИ); в – доля aberrантных клеток; г – типы aberrаций. Значки над столбцами обозначают достоверность различий ($p < 0,5$) между отмеченными категориями.

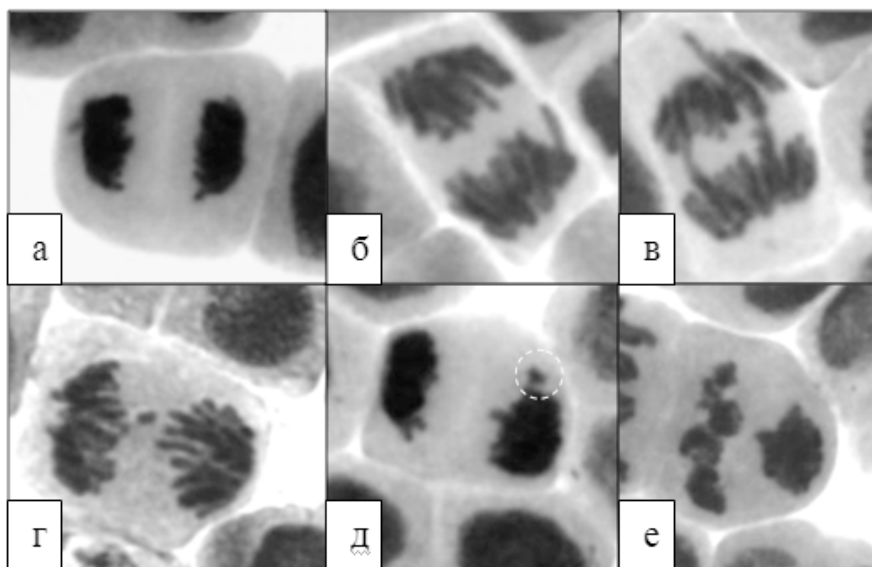


Рисунок 3. Типы aberrаций хромосом, обнаруженные в апикальной корневой меристеме лука, выросшего на пробах донных отложений р. Енисей: а – нормальная телофаза; б – нормальная анафаза; в – два одиночных моста; г – блуждающая хромосома; д – фрагмент; е – неравномерное расхождение хромосом

Таким образом, наиболее сильное ингибирование роста корней и митотической активности, а также наибольшая частота хромосомных нарушений зарегистрированы в корнях лука, выросших на пробе ДО-3, что является показателем присутствия в данной пробе ксенобиотиков, оказывающих токсическое, цито- и генотоксическое действие. При анализе пробы ДО-1, находящейся в наибольшем удалении от мест предполагаемых загрязнений, были получены данные свидетельствующие о минимальном токсическом, цито- и генотоксическом эффекте окружающей среды. На пробе ДО-2 зафиксированы средние показатели токсичности и цитотоксичности, и генотоксичности. Впервые проведенное экспериментальное тестирование донных отложений (ДО) р. Енисей с помощью лукового теста показало, что индикаторные параметры лука, обладают достаточной чувствительностью к качеству ДО р. Енисей и могут быть использованы для оценки токсичности, цито- и генотоксичности проб ДО

Список литературы

1. ГОСТ Р 52.24.695-2007 Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений водных экосистем по коэффициенту регенерации популяции – Введ. 15.11.2007 г – Ростов-на-Дону: Росгидромет 2007 г.
2. Медведева, М. Ю., Цитогенитические нарушения у водного растения *Elodea canadensis* в зоне техногенного загрязнения р. Енисей / М. Ю. Медведева, А. Я. Болсуновский, Т. А. Зотина // Красноярск: Сибирский экологический журнал, 2014 г.
3. Geras'kin, S. A. Geno-toxicity assay of sediment and water samples from the Upper Silesia post-mining areas, Poland by means of Allium-test / S. Geras'kin, A. Oudalova, B. Michalik // Chemosphere. - 2011 г. Т. 83.
4. MacDonald, D. B. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines / D. B. MacDonald, C. G. Ingersoll, T. A. // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. - Springer : 2000 г.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЙМЕННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ЧУЛЫМ

Салтыкова С.Н., Спешиллов С.В., Авик Н.Ю.

научный руководитель к.б.н., доц. Демьяненко Т.Н.

Красноярский государственный аграрный университет

Данное исследование проводилось в рамках комплексной работы по изучению аллювиальных почв долины реки Чулым в районе города Назарово. В настоящем сообщении приведен анализ растительного компонента и основные параметры почв, формирующихся на разных элементах поймы.

Методы исследования: учет фитомассы проводился методом укоса с метровых площадок на пробных площадях 1 и 2 (ПП1 и ПП2) в пятикратных повторностях и с полуметровых площадок на пробных площадях 3 и 4 (ПП3 и ПП4) в десятикратных повторностях. Учет корневой массы – путем отбора монолита из корнеобитаемого слоя. В почвенных образцах определялись физические параметры (плотность и гранулометрический состав), рН водной вытяжки, содержание гумуса, состав почвенного раствора традиционными методами [1].

Пробные площади были заложены в прирусловой (ПП1), центральной (ПП2, ПП4) и притеррасной пойме (ПП3) (рис.1).

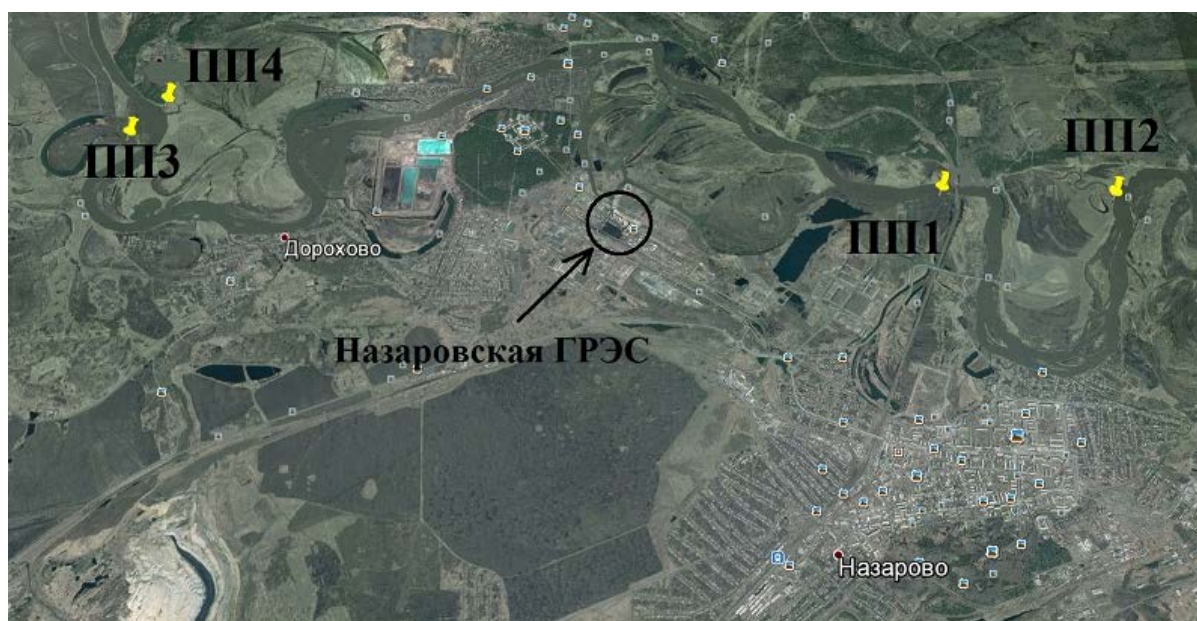


Рисунок 1. Схема расположения разрезов в окрестности города Назарово

В прирусловой пойме обнаружена аллювиальная слоистая бескарбонатная супесчаная почва, на второй и четвертой пробной площади, в центральной пойме – аллювиальная темногумусовая бескарбонатная тяжелосуглинистая почва. В притеррасной пойме почва аллювиальная перегнойно-глеевая тяжелосуглинистая.

Самой бедной по содержанию гумуса является аллювиальная слоистая бескарбонатная супесчаная почва (табл. 1), слоистость обусловлена различиями по гумусу и гранулометрическому составу. В верхнем горизонте наиболее тяжелой темногумусовой (физической глины 58,48%) почвы содержание гумуса достигает 6%. В остальных почвах наблюдается среднее его содержание.

Представленные почвы характеризуются нейтральной реакцией среды (табл.1), но, кое-где реакция достигает слабощелочных значений. В почвах не были обнаружены карбонаты, и щелочность, вероятнее всего, объясняется техногенным загрязнением территории Назаровской ГРЭС. Это вредное воздействие было спрогнозировано еще в 1987 году [2].

Таблица 1. Реакция среды, содержание гумуса и физической глины в аллювиальных почвах

Горизонт, глубина, см	Гумус, %	pH, ед	Физическая глина, %	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	pH, ед	Физическая глина, %
Аллювиальная слоистая бескарбонатная супесчанная				Аллювиальная перегнойно-глеевая тяжелосуглинистая			
AУ 3-10	2,18	7,65	18,26	Н 5,5-11	4,28	6,25	46,04
I 13-23	0,14	7,55	4,53	G 14-24	3,43	6,70	46,88
II 30-40	2,01	7,65	30,46	43-53	1,17	6,95	43,55
III 50-60	2,14	7,65	37,22	C _I 68-77		7,20	5,92
IV 66-76	1,46	7,60	32,41	C _{II} 90-100		7,16	10,32
V _I 82-92	1,02	7,45	29,60	C _{III} 130-140		7,20	12,14
V _{II} 105-115		7,20	25,35				
Аллювиальная темногумусовая бескарбонатная тяжелосуглинистая				Аллювиальная темногумусовая бескарбонатная тяжелосуглинистая			
AU 4-10	4,74	7,35	47,99	AU 2-12	6,07	6,73	58,48
30-40	2,99	7,05	50,34	AB 15-25	1,82	6,92	49,84
B 80-90	0,78	6,60	45,14	Bg 35-45	1,63	6,37	47,47
C _I 114-122	0,37	6,95	18,47	BC 83-93	1,04	6,62	58,91
C _{II} 122-130		6,95	28,98	C _I 130-140	0,78	6,71	59,59
C _{III} 134-138		7,25	29,62	C _{II} 155-165	0,54	7,10	40,07
138-143		6,45	26,77	C _{III} 190-200	0,10	7,00	10,64

При морфологическом исследовании нами был отмечен белый налет на стенках естественных береговых обнажений. Для проверки версии о возможном засолении произведен анализ водной вытяжки (табл.2). Результаты показали присутствие водорастворимых гидрокарбонатов и хлоридов, однако, их количество недостаточно для установления даже слабой степени засоления. Несмотря на значительное в некоторых горизонтах содержание плотного остатка (превышающее 0,3%), сумма катионов и анионов не достигает этого количества. Вероятно, вес остатка во многом обусловлен присутствием водорастворимого органического вещества. Кроме того, наряду со щелочностью в почвах обнаружены кислоты (свободные органические и угольная), содержание которых превышает количество анионов.

Таблица 2. Состав почвенного раствора аллювиальных почв

Глубина см	Плотный остаток,	Содержание анионов и катионов, мг-экв/100г						Кислотность, мг-экв/100г	
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ +	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Сумма	Органич.	Угольн.



	%			Mg ²⁺			анион.	кислоты	кислоты
Аллювиальная слоистая бескарбонатная супесчанная									
AY 3-10	0.57	0.44	0.16	0,6	0,16	0,24	0,4	0,44	0,12
I 13-23	0.31	0.12	0.08	0,2	0,16	0,24	0,4	0,28	0,40
II 30-40	0.52	0.4	0.08	0,48	0,16	0,24	0,4	0,40	-
III 50-60	0.35	0.4	0.32	0,72	0,16	0,28	0,44	0,52	0,20
IV 66-76	0.45	0.32	0.04	0,36	0,2	0,14	0,34	0,28	0,08
VI 82-92	0.08	0.4	0	0,4	0,16	0,28	0,44	0,20	0,24
Аллювиальная темногумусовая бескарбонатная тяжелосуглинистая									
AU 4-10	0.21	0.6	0.32	0,92	0,32	0,28	0,6	0,32	0,28
30-40	0.44	0.24	0.4	0,64	0,12	0,08	0,2	0,32	-
B 80-90	0.66	0.32	0.04	0,36	0,16	0,24	0,4	0,48	-
CI 114-122	0.04	0.12	0.08	0,2	0,12	0,16	0,28	0,24	0,12
Аллювиальная перегнойно-глеевая тяжелосуглинистая									
H 5,5-11	0.13	0.36	0.04	0,4	0,12	0,24	0,36	0,28	0,32
G 14-24	0.46	0.4	0.04	0,44	0,16	0,12	0,28	0,24	0,12
43-53	0.44	0.2	0.08	0,28	0,12	0,12	0,24	0,40	0,08
CI 68-77	0.38	0.16	0.08	0,24	0,08	0,16	0,24	0,24	-
Аллювиальная темногумусовая бескарбонатная тяжелосуглинистая									
AU 2-12	0.51	0.4	0.2	0,6	0,2	0,12	0,32	0,20	0,16
AB 15-25	0.64	0.48	0.04	0,52	0,2	0,2	0,4	0,32	0,04
Bg 35-45	0.49	0.36	0.12	0,48	0,2	0,18	0,38	0,24	0,12
BC 83-93	0.40	0.2	0.08	0,28	0,28	0,16	0,44	0,40	-
CI 130-140	0.46	0.16	0.04	0,2	0,12	0,16	0,28	0,20	0,04

Во всех фитоценозах преобладают злаки, а фитоценоз притеррасной поймы практически полностью состоит из них. Подземные запасы преобладают и коррелируют с надземными (рис. 2).

Фитоценоз прирусловой поймы (ПП1), формирующийся на аллювиальной слоистой бескарбонатной супесчаной почве, по продуктивности на втором месте (4,78 т/га, продуктивность оценивали по запасам надземной фитомассы) после наиболее влажной притеррасной поймы. Это единственный фитоценоз, в составе которого, разнотравье составляет почти половину из общих запасов. Это влажный луг, хвощово-разнотравно-злаковый. Соотношение основных компонентов следующее: злаковых 45%, двудольных 39%, хвощей 9%. Данное сообщество характеризуется большим присутствием травянистых видов, которые отличаются крупными размерами: зопник клубненосный, герань волосистоцветковая, василек скабиозный, репейничек волосистый, кровохлебка лекарственная, горошек мышиный, щавель конский, лапчатка белая, тысячелистник, земляника зеленая, василистник простой, львиный зев, подмаренник цепкий, полевица белая, хвощ полевой, пырей ползучий, мятлик лесной.

Притеррасная пойма (ПП3) характеризуется наибольшей увлажненностью, (грунтовые воды залегают на глубине 130 см) и самым большим запасом фитомассы. Влажный луг с максимальной продуктивностью (5,89 т/га). Осоково-тростниковый фитоценоз формируется на аллювиальной перегнойно-глеевой тяжелосуглинистой почве, представлен в большей степени однодольными (87%), двудольных 3%, хвощи составляют 1% от общего количества надземной фитомассы. Доля надземной мортмассы составляет 10%. На данной пробной площади доминируют двукисточник тростниковидный и осока, встречаются чина луговая, хвощ полевой, полевица гигантская, вербейник обыкновенный, калужница болотная.



В центральной пойме были описаны две пробные площади (ПП2 и ПП4). Формирующийся на них фитоценоз совершенно разный по запасам.

На аллювиальной темногумусовой бескарбонатной тяжелосуглинистой почве первого участка (ПП2) формируется разнотравно-злаковый луг, с продуктивностью 4,33 т/га. Злаков 58%, двудольные составляют 22% и 1% хвощей. Состав фитоценоза: пырей ползучий, ежа сборная, полевица белая, кострец безостый, зопник клубненосный, осот полевой, бодяк полевой, нивяник обыкновенный, клевер гибридный, клевер полевой, хвощ полевой, хвощ луговой.

Второй участок центральной поймы (ПП4) на аллювиальной темногумусовой бескарбонатной тяжелосуглинистой почве, представляется так же разнотравно-злаковым лугом. Но существенным отличием является продуктивность – 3,41 т/га, что почти в два раза меньше ПП2. Возможно это объясняется глубоким уровнем залегания грунтовых вод. Злаки преобладают (67%), двудольных 27%, хвощей 3%. Здесь содоминируют: лисохвост, ежа сборная, пырей ползучий, мятлик луговой, герань луговая, земляника лесная, репейничек волосистый, тысячелистник, горошек мышиный, хвощ полевой. Встречаются погребок, виды рода лапчатка, вероника дубравная, бедренец камнеломковый, осот розовый и шиповник.

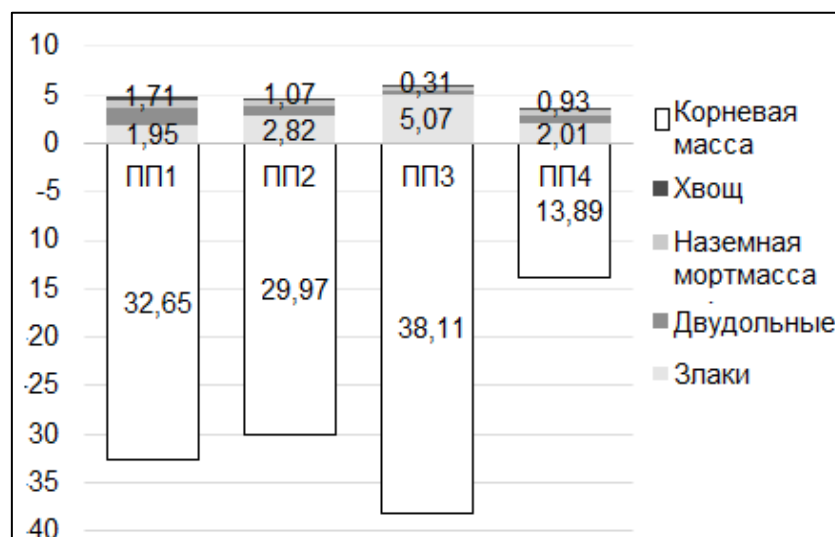


Рисунок 2. Запасы растительной массы пойменных лугов в долине р. Чулым (т/га)

Таким образом, на данном этапе выявлено высокое биоразнообразие пойменных лугов долины реки Чулым. Продуктивность фитоценозов более всего обусловлена условиями увлажнения. Для установления связей между типами луговых сообществ и почвенными параметрами необходимо продолжать исследования.

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. // М.: Наука, 1965, 436 с.
2. Волкова, В.Г. Техногенез и трансформация ландшафтов / В.Г. Волкова, Н.Д. Давыдова. – Новосибирск: Наука, 1987, 190 с.

**ПАЗАРИТЫ НЕПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ
РЕКИ КАЧИ (БАССЕЙН РЕКИ ЕНИСЕЙ)**

Форина Ю. Ю.

научный руководитель канд. биол. наук Зуев И. В.

Сибирский федеральный университет

Паразитофауна рыб в реках с высокой антропогенной нагрузкой определяется не только биотическими факторами, но и степенью устойчивости разных видов паразитов к загрязнению вод. Изучение таких паразитарных сообществ в настоящее время представляет теоретический и практический интерес. В качестве модельного водотока для оценки количественных и качественных показателей зараженности рыб паразитами выбрана река Кача (левый приток р. Енисей), испытывающая существенное загрязнение со стороны г. Красноярска и его окрестностей [1]. Предыдущие исследования паразитофауны рыб на данной реке проводились в 2004 и 20011 гг. [4, 5].

Рыба для исследования была выловлена в реке Кача, в районе поселка Творогово, в период с сентября по ноябрь 2013 года, в июне и октябре 2014 года. Рыбу помещали в аквариумы (из пищевого алюминия, емкостью 500 литров) лаборатории кафедры водных и наземных экосистем. На свежих рыбах из аквариумов проводили анализ по методике, предложенной в «Паразитологическом исследовании рыб» (Быховская-Павловская, 1969). Паразитологический анализ был неполный – без учета простейших. Обнаруженных паразитов фиксировали 70%-м спиртом и 4%-ным водным раствором формальдегида. Окраску гельминтов производили водным раствором квасцового кармина. Постоянные препараты изготавливали с использованием канадского бальзама и глицерин-желатина. Определяли паразитов при помощи «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» [3-4]. Затем провели количественную оценку зараженности рыб паразитами. Рассчитывали экстенсивность (Р), интенсивность инвазии (ИИ), индекс обилия паразитов (ИО).

В 2013 году было обработано 36 рыб разных видов: Щиповка сибирская (*Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925) – 7 экземпляров; Пескарь сибирский (*Gobiogobio cynocephalus* Dvbwski, 1869) – 2 экземпляра; Голец сибирский (*Barbatulaton* Dvbwski, 1869) – 20 экземпляров. В 2014 году было обработано 69 экземпляров рыб: Гольян речной (*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)) – 18 экземпляров; Пескарь сибирский – 39 экземпляров; Елец сибирский (*Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dvbwski, 1874)) – 6 экземпляров; Голец сибирский – 5 экземпляров.

Таблица 1. Видовой состав, локализация и количество паразитов у разных видов непромысловых рыб реки Качи (2014 г.)

Вид рыбы	Вид паразита	Локализация	Количество, экз.
Гольян речной	<i>Gyrodactylus elegans</i>	Кожа, плавники	125
	<i>Paradiplozoon homoion</i>	Жабры	1
	<i>Diplostomum phoxini</i>	Головной мозг	1379
	<i>Diplostomum</i> sp.	Хрусталик	4



	Mollusca (глохидии)	Плавники, жабры, жаберная крышка	6
	Nematoda	Кишечник	4

Продолжение таблицы 1

Пескарь обыкновенный	<i>Gyrodactylusgobii</i>	Плавники, кожа, жабры	1469
	<i>Diplostomum spathaceum.</i>	Хрусталик	37
	Mollusca	Кожа, жаб.кр.	20
Елецсибирский	<i>Tylodelphys</i> sp., <i>Diplostomum</i> sp.	Стекловидное тело, хрусталик	59
	<i>Proteocephalustorulosis</i>	Кишечник	1
Голецсибирский	<i>Tylodelphysclavata</i>	Хрусталик	4
	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Плавники	1

Таблица 2. Видовой состав, локализация и количество паразитов у разных видов непромысловых рыб реки Качи (2013 г.)

Вид рыбы	Вид паразита	Локализация	Количество, экз
Голец сибирский	<i>Tylodelphys clavata</i>	Стекловидное тело	27
Пескарь обыкновенный	<i>Diplostomum</i> sp.	Хрусталик, стекловидное тело	10
Щиповка обыкновенная	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Кожа, плавники	286
	<i>Diplostomum</i> sp.	Хрусталик, стекловидное тело	11

Таблица 3. Количественная оценка

Вид паразита	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
Гольян, 2014			
<i>Gyrodactyluselegans</i>	38,9	17,9	6,9
<i>Paradiplozoonhomoion</i>	5,6	1,0	0,1
<i>Diplostomumphoxini</i>	100,0	76,6	76,6
<i>Diplostomum</i> sp.	16,7	1,3	0,2
Nematoda	5,6	4,0	0,2
Mollusca (глохидии)	22,2	1,5	0,3
Пескарь, 2014			



<i>Gyrodactylusgobii</i>	64,1	58,8	37,7
<i>Diplostomum spathaceum</i>	43,6	2,3	0,9
Mollusca	25,6	2,0	0,5

Елец, 2014			
<i>Tylodelphys clavata, Diplostomumsp.</i>	100	9,8	6,6
<i>Proteocephalustorulosus</i>	16,7	1	0,1
Голец, 2014			
<i>Tylodelphysclavata</i>	20	1	0,2
<i>Gyrodactylussp.</i>	40	2	0,8
Голец, 2013			
<i>Tylodelphys clavata</i>	65	2,1	1,3
Пескарь, 2013			
<i>Diplostomum spathaceum</i>	100	5	5
Щиповка, 2013			
<i>Gyrodactylussp.</i>	100	40,9	40,9
<i>Diplostomum sp.</i>	100	1,6	1,6

В ходе исследования были обнаружены паразиты следующих классов: Monogenea, Trematoda, Cestoda, Nematoda, а также паразиты типа Mollusca, которые на стадии глехидии были зарегистрированы у гольяна и пескаря (см. таблицу 1,2). Моногенеи имеют прямой цикл развития, а представители других таксономических групп в своем развитии используют промежуточные организмы, например, трематоды до стадии метацеркария (эта стадия паразитирует у рыб) живут в моллюсках, цестоды до рыб – копеподах.

Самый зараженный вид исследуемой рыбы по количеству обнаруженных видов паразитов был Гольян обыкновенный (6 видов). Далее следует Пескарь обыкновенный – 3 вида. Наибольшее число особей паразитов зафиксировано у пескаря (1540 экземпляров) за счет доминирующего вида *Gyrodactylusgobii*. Также высока численность особей у гольяна (1519 экземпляров).

Среди собранных паразитов наиболее встречаемым видом является трематода *Diplostomumphoxini*, вид-специалист, паразитирующая в головном мозге гольяна (экстенсивность инвазии 100%, ИИ 76,6 экз., ИО 76,6 экз.). По количеству видов доминировал род *Gyrodactylus* (Monogenea), включающий следующие виды: *Gyrodactyluselegans* (хозяин – гольян) (Р - 38,9%, ИИ - 17,9 экз., ИО - 6,9 экз.), *Gyrodactylusgobii* – еще один вид-специалист, хозяином которого является пескарь (Р - 64,1%, ИИ - 58,8 экз., ИО - 37,7 экз.), *Gyrodactylussp.* - у гольца, щиповки (Р – 40%, ИИ – 2 экз., ИО - 0,8 экз.; Р – 100%, ИИ - 40,9 экз., 40,9 экз. соответственно). Гельминты данного рода были локализованы на коже, плавниках, жабрах. Был



обнаружен паразит класса Trematoda, который является общим для ельца и голяца - *Tyloodelphys clavata* (индексы зараженности представлены в таблице 3), паразитирующая соответственно в стекловидном теле и хрусталике глаза. Также в хрусталике ельца, щиповки, голяна, пескаря была зарегистрирована другая трематода из рода *Diplostomum* (у пескаря - *Diplostomum spathaceum*). Единичными видами представлены *Paradiplozoon homoion* (Monogenea) - жаберный гельминт у голяна (Р - 5,6%, ИИ - 1,0 экз., ИО - 0,1 экз.), паразитический червь из класса Nematoda из кишечника голяна (Р - 5,6%, ИИ - 4,0 экз., ИО - 0,2 экз.), *Proteocephalustorulosus* (Cestoda) из кишечника ельца (Р - 16,7%, ИИ - 1,0 экз., ИО - 0,1 экз.).

Большую часть сообщества паразитов в исследовании 2011 года занимают виды-генералисты - 34 вида и 8 видов-специалистов из различных таксономических групп [5]. Однако Ю. К. Чугунова и Н. М. Пронин для исследования компонентных сообществ паразитов непромысловых рыб использовали 12 видов рыб. В ходе нашего исследования было зарегистрировано 2 вида-специалиста из класса Monogenea.

По данным Ю. К. Герман (2004) у непромысловых рыб было выявлено следующее количество паразитов с учетом простейших: у пескаря было обнаружено 18 видов, 61% из которых – простейшие; у голяна – 11 видов. Паразитофауна ельца, в целом, схожа с паразитофауной пескаря, отличается лишь наличием цестоды *Proteocephalustorulosus*, что также показывают и наши данные. Так как основную роль в питании рыб играют детрит, водоросли, а зоопланктон - в меньшей степени [5], обнаружение единичного экземпляра цестоды *Proteocephalustorulosus* естественно. Численное доминирование у голяна трематоды *Diplostomum phoxini* (специфический вид) может быть следствием топических связей его с моллюсками – первыми промежуточными хозяевами. Небольшое количество видов, обнаруженных нами в ходе исследования, может объясняться высокой антропогенной нагрузкой на водоем и сезоном вылова рыбы.

Список литературы

1. Аграшева, А. И. Структура популяции, рост и питание пескаря сибирского *Gobiogobiosyncephalus*, Dybowski, 1869 реки Качи (басс. Р. Енисей) / А. И. Аграшева (дипломная работа). Красноярск. – 2008. – 61 с.
2. Герман, Ю. К. Паразитофауна рыб реки Качи / Ю. К. Герман, А. А. Вышегородцев // Вестник КрасГУ – Красноярск, 2004. – 72-77 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть) – Ленинград : Изд. Академии Наук СССР, 1985. - 425 с.
4. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть) – Ленинград : Изд. Академии Наук СССР, 1987. - 425 с.
5. Чугунова, Ю. К. Компонентные сообщества паразитов и взаимодействие паразитофаун непромысловых рыб реки Кача (бассейн Енисей) / Ю. К. Чугунова, Н. М. Пронин // Сибирский экологический журнал, №1. – Новосибирск, 2011. – 77-85 с.

